



RAPORT ANALIZĂ SISTEME FOTOVOLTAICE OBIECTIVE: CLĂDIRI PUBLICE MUNICIPIUL BRAȘOV

Daniel MUNTEANU



Funded by the H2020 programme of
the European Union

DATE: Aprilie 2022



TOMORROW



RAPORT ANALIZĂ SISTEME FOTOVOLTAICE OBIECTIVE: CLĂDIRI PUBLICE MUNICIPIUL BRAŞOV

Author

Daniel MUNTEANU, DM SOLAR PROJECT S.R.L.

Contributors

ABMEE

Pictures credits

If necessary

Disclaimer

Licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License.

The sole responsibility for the contents of this publication lies with the authors.
It does not necessarily reflect the opinion of the European Union.



This project received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement N° 847136.

CUPRINS

CAPITOLUL 1	Situația analizată, ipoteze considerate, analiza tehnică	4
CAPITOLUL 2	Recomandări privind performanța minim considerată a componentelor (echipamentelor principale) instalației de producere energie electrică prin panouri fotovoltaice	7
CAPITOLUL 3	Echiparea generală propusă și componenta unui sistem fotovoltaic	7
CAPITOLUL 4	Procesul de contractare, realizare, punere în funcțiune și operare comercială a sistemului fotovoltaic	11
CAPITOLUL 5	Concluzii și recomandări	11

Documentele se predau pe suport electronic



DATE GENERALE

Prezenta documentație stabilește recomandări tehnice și condițiile legale pentru realizarea instalațiilor aferente investițiilor pentru sisteme fotovoltaice pentru clădiri publice din municipiul Braşov.

Prezenta documentație stabilește soluțiile tehnice, condițiile minime de calitate pentru realizarea sistemelor fotovoltaice amplasate pe clădiri, condiții minime de performanță pentru firme executante, este realizată conform contract nr. 01 din 01.03.2022, având ca obiect analiza potențialului solar pentru clădirile publice care aparțin U.A.T. Braşov

CAPITOLUL 1.

Situația analizată, ipoteze considerate, analiza tehnică

1.1 Estimarea potențialului fotovoltaic al clădirilor publice U.A.T. Braşov

Pentru obiectivele analizate am avut în vedere o instalație electrică fotovoltaică (sistem fotovoltaic) on-grid în regim prosumator, amplasare pe acoperișul clădirilor existente, având în vedere următoarele criterii (date de intrare):

- Consumul de energie electrică anual pentru fiecare clădire în parte: pentru acest consum am estimat beneficiul obținut din amplasarea sistemelor fotovoltaice care vor produce energie, local, pentru fiecare clădire în parte.
- Locația amplasamentelor: aici am ținut cont de expunerea maximă către soare, orientarea spre Sud. Acolo unde nu este posibil, datorită amplasării sau structurii acoperișului clădirilor existente, se are în vedere soluția orientării spre Sud-Est sau Sud-Vest conform structurii acoperișului. Se va evita pe cât posibil expunerea spre Nord acolo unde eficiența sistemelor fotovoltaice este minimă.
- Pentru clădirile cu acoperișul plat am avut în vedere o orientare Est-Vest astfel încât să se asigure o acoperire cât mai bună a suprafeței acoperișului. Pentru amplasarea panourilor pe acoperiș am ținut cont de dimensionarea maxim posibilă astfel încât să se obțină potențialul solar maxim al clădirilor.

In acord cu:

- Art. 11, lit. (7) alineatul f, din Legea nr. 50/1991 actualizată în 2021, privind autorizarea executării lucrărilor de construcții (f) montarea pe clădiri, anexe gospodărești și pe sol a sistemelor fotovoltaice pentru producerea energiei electrice de către prosumatori așa cum sunt ei definiți la art. 2 lit. x¹) din Legea nr. 220/2008 pentru stabilirea sistemului de promovare a producerii energiei din surse regenerabile de energie, republicată, cu modificările și completările ulterioare, și/sau a panourilor solare pentru încălzirea sau prepararea apei calde pentru consumul casnic, cu înștiințarea prealabilă a autorităților administrației publice locale și



cu respectarea legislației în vigoare. Sistemele fotovoltaice și/sau panourile solare vor fi susținute de o structură formată din elemente constructive capabile să asigure stabilitatea întregului ansamblu și să preia încărcările rezultate din greutatea proprie a acestora și a panourilor, precum și cele rezultate din acțiunea vântului și a depunerilor de zăpadă.

și - Art. 3 nr. 95 din ordonanța de urgență nr. 143/2021 pentru modificarea și completarea Legii energiei electrice și a gazelor naturale, nr. 220/2008, pentru stabilirea sistemului de promovare a producerii energiei din surse regenerabile de energie (95. *prosumator - clientul final care își desfășoară activitățile în spațiul propriu situat într-o zonă determinată sau în alte spații aflate în imediata proximitate și care produce energie electrică din surse regenerabile pentru propriul consum, a cărei activitate specifică nu este producerea energiei electrice, care consumă și care poate stoca și vinde energie electrică din surse regenerabile produsă în clădirea lui, inclusiv un bloc de apartamente, o zonă rezidențială, un amplasament de servicii partajat, comercial sau industrial sau în același sistem de distribuție închis, cu condiția ca, în cazul consumatorilor autonomi necasnici de energie din surse regenerabile, aceste activități să nu constituie activitatea lor comercială sau profesională primară;*

Pentru sistemul fotovoltaic care funcționează în regim de prosumator nu este necesară obținerea autorizației de construcție.

Deși nu este nevoie de autorizație de construcție, înainte de a se monta sistemul fotovoltaic se va face o expertiză a structurii acoperișului care va susține panourile fotovoltaice.

Puterea aprobată pentru consumator prin avizul tehnic de racordare (ATR)

Având în vedere că majoritatea documentelor sunt emise în anul 2012 puține clădiri ale instituțiilor publice au o putere aprobată prin ATR mai mare de 30 kW, putere ce ar permite montarea unui sistem fotovoltaic cu o putere mai mare de 30 kW. Din această cauză am avut în vedere recomandarea de a instala sisteme fotovoltaice cu o putere de cel mult 30 kW astfel încât actualizarea ATR sau sporul de putere aprobat să nu implice costuri mari și să poată fi realizat din sistemul de distribuție locală de către operatorul de rețea (DEER- Sucursala Braşov).

Având în vedere criteriile (datele de intrare) de mai sus a fost realizată o analiză tehnică pentru fiecare instituție care aparține U.A.T. Braşov.

Pentru a se evidenția potențialul solar pentru fiecare obiectiv care aparține U.A.T. Braşov a fost realizată o simulare energetică realizată pe baza vizitei în teren pentru analiza acoperișului fiecărei clădiri în parte.

Această simulare energetică are ca date de intrare, datele rezultate în urma analizei din teren: suprafața acoperișului, înclinarea lui, radiația solară iar ca date de ieșire, pentru sistemul fotovoltaic în regim de prosumator:

- energia specifică produsă de sistemul fotovoltaic măsurată în [kWh/kWp/an] care stabilește eficiența sistemului fotovoltaic dimensionat;
- energia totală produsă de sistem, măsurată în [kWh/an]; puterea instalată a sistemului fotovoltaic măsurată în kWp
- o analiză cost-beneficiu prin estimarea costurilor de implementare pentru fiecare sistem fotovoltaic în parte.



De asemenea pentru fiecare obiectiv care aparţine U.A.T. Braşov a fost realizată o analiză individuală în care s-a studiat puterea aprobată prin ATR (în locaţiile unde ATR-urile au fost disponibile). Această analiză a fost comparată cu puterea rezultată în cadrul simulării energetice pentru a se obţine o soluţie optimă pentru implementarea sistemului fotovoltaic.

Astfel pentru fiecare entitate publică care aparţine U.A.T. Braşov a fost realizat un raport care conţine toate datele necesare estimate pentru realizarea unui sistem fotovoltaic care să utilizeze potenţialul solar şi să îmbunătăţească eficienţa energetică a clădirilor.

În funcţie de locaţie şi de consum centralele fotovoltaice pot compensa între 50 şi 95% din energia electrică consumată, restul energiei produse putând fi livrată în reţeaua de distribuţie a energiei electrice şi compensată conform legislaţiei în vigoare.

1.2 Legislaţia aplicabilă

Având în vedere legislaţia actuală cererea de prosumator poate fi făcută simultan cu cererea de spor de putere, reducându-se astfel timpul aprobării cererii.

Pentru sistemele studiate am avut în vedere următoarele acte normative emise de ANRE pentru prosumatori:

- Ordinul ANRE nr. 228/2018 pentru aprobarea Normei tehnice "Condiţii tehnice de racordare la reţelele electrice de interes public pentru prosumatorii cu injecţie de putere activă în reţea.
- Ordin ANRE nr. 132/2020 privind modificarea şi completarea Normei tehnice "Condiţii tehnice de racordare la reţelele electrice de interes public pentru prosumatorii cu injecţie de putere activă în reţea", aprobată prin Ordinul preşedintelui Autorităţii Naţionale de Reglementare în Domeniul Energiei nr. 228/2018.
- Ord. 19/2022 pentru aprobarea Procedurii privind racordarea la reţelele electrice de interes public a locurilor de consum şi de producere aparţinând prosumatorilor/ 02.03.2022 MO 222/07.03.2022, Abroga Ordinul 15/2021.
- Ord. 15/2022 pentru aprobarea Metodologiei de stabilire a regulilor de comercializare a energiei electrice produse în centrale electrice din surse regenerabile cu putere electrică instalată de cel mult 400 kW pe loc de consum aparţinând prosumatorilor/ 23.02.2022 MO 215/ 04.03.2022.
- Legea 10/1995 în construcţii cu toate modificările ulterioare.
- Se recomandă verificarea legislaţiei la momentul implementării proiectului luând în considerare dese modificări operate în ultima perioadă în legislaţia specifică.

CAPITOLUL 2.

Recomandări privind performanța minim considerată a componentelor (echipamentelor principale) instalației de producere energie electrică prin panouri fotovoltaice

2.1 Panouri fotovoltaice:

- Eficiența panourilor trebuie să fie: > 20% pentru panouri monocristaline din siliciu; Condiții standard de testare (STC): radiație solară 1000 W/m²; masa aerului AM 1,5; temperatura celulei 25°C.

2.2 Invertoare:

- ✓ conforme cu prevederile Ordinilor ANRE nr. 228/2018 și nr. 132/2020;
- ✓ eficiență europeană > 97%;
- ✓ tensiune de ieșire în c.a. 400 V (invertoare trifazate)

CAPITOLUL 3

Echiparea generală propusă și componenta unui sistem fotovoltaic

Pentru realizarea și amplasarea sistemelor fotovoltaice sunt propuse următoarele cerințe minime tehnice și de calitate, recomandări făcute la punctul 2:

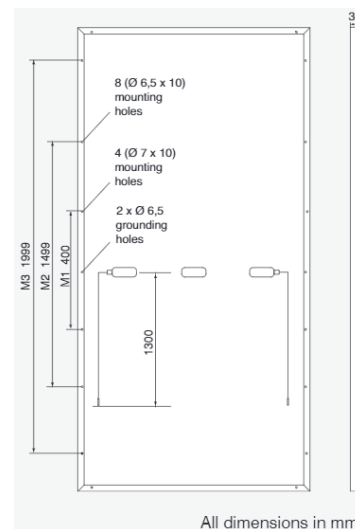
- ✓ Panouri Fotovoltaice cu montare pe acoperiș înclinat;
- ✓ Suporturi pentru montare panouri fotovoltaice;
- ✓ Invertoare trifazate;
- ✓ Tablou electric invertoare (TE-INV);
- ✓ Cabluri și conectori de legătură;
- ✓ Conectare la instalația de paratrăsnet/ „, existentă.

Amplasarea panourilor urmează a fi corelată cu instalațiile și echipamentele existente pe acoperiș (instalație paratrăsnet, cos de fum, ventilatoare, etc.) pentru fiecare clădire în funcție de particularitățile existente.

Energia produsă de panourile fotovoltaice este destinată consumului intern și surplusul livrat în rețeaua distribuitorului de energie electrică.

3.1 Caracteristici recomandate - Panouri Fotovoltaice:

- Tehnologie: celule solare monocristaline;
- Putere panou: 540 Wp;
- Eficienta conversie fotovoltaică: minim 20,89 %;
- Domeniu temperatură de funcționare: (-40 ...+85)°C
- Dimensiuni: 2.279 x 1.134 x 35 mm
- Greutate: 28,5 kg
- Conectare electrică panouri:
 - ✓ paralel, astfel ca tensiunea maximă la ieșire să nu depășească 1.500V CC;
 - ✓ serie, astfel încât curentul maxim să nu depășească 15A;
- Panourile sunt dotate cu două cabluri de conexiune cu lungime de 1,3m și secțiune de 4 mmp.
- Număr panouri: 22.524 x 540 Wp = 12,16 MWp



3.2 Caracteristici recomandate - structura pentru montarea panourilor fotovoltaice:



- structură metalică ușoară din aliaj de aluminiu, furnizor K2 Systems – tip MiniRail;
- potrivită și adaptată pentru acoperișuri înclinate cu învelitoare din tablă trapezoidală (panou sandwich), țiglă;
- structură potrivită pentru acoperișuri
- cu o înclinare de 5° până la 75°;

3.3 Caracteristici recomandate invertoare



- ✓ Invertoarele sunt produse de companii acreditate. În cadrul proiectelor urmează a fi utilizate cele mai recente tehnologii ale acestui tip de echipamente cu puteri instalate de 3, 5, 6, 8, 10, 20, 25 kW, tip „invertor string”.
- ✓ tehnologie de fabricație: electronică de putere, în comutație pe 3 faze fără transformator;
- ✓ tensiune de intrare: maximum 1.100V CC (recomandat între 500V-800V);
- ✓ tensiune de ieșire: trifazată 400 V;
- ✓ eficiență maximă: 98.6% / 98.4%, frecvența 50Hz

3.4 Considerații teoretice – invertor

- Invertorul convertește energia produsă de câmpul de panouri fotovoltaice curent continuu în energie de curent alternativ compatibilă cu rețeaua electrică. Legătura dintre acesta și rețeaua internă a Beneficiarului se va face prin intermediul unui tablou general PV care va fi conectat ulterior în tabloul electric general al Beneficiarului.
- Invertorul nu necesită o alimentare a serviciilor interne proprii, având ventilație naturală. Acesta se va alimenta pe durata nopții din tabloul electric în sens invers, dacă va fi nevoie, consumul pe timp de noapte fiind de 1 W.
- Invertoarele sunt trifazate și vor respecta cerințele și normele tehnice în vigoare ale operatorului de distribuție din zona Beneficiarului (parametrii energetici și de calitate, protecție la insularizare etc.) cât și ale Transelectrica privind calitatea energiei electrice furnizate în rețea, respectiv condițiile de funcționare ale unei instalații fotovoltaice racordate la RED – ord. ANRE 208/2018.
- Având gradul de protecție IP65 acesta se va monta în exterior, pe un suport metalic sau interior în funcție de proiectul tehnic.
- Montarea invertorului se va realiza conform specificațiilor date de producător în manualul de instalare.
- Invertorul va reporni la 15 minute după prezența tensiunii în rețeaua internă a unității publice respective, conform codului rețelei ANRE (EN-50549).

3.5 Funcțiile invertoarelor:

- **Limitarea puterii active** - invertorul poate limita puterea activă produsă și injectată în rețeaua electrică la comanda operatorului, preluând datele de consum de la accesoriile opționale (ex. Janitza UMG 508);
- **Injectarea de putere reactivă** – invertorul poate produce sau consuma putere reactivă la comanda operatorului sau după o curbă caracteristică prestabilită;
- **Recuplarea după un defect** – după dispariția unui defect produs în rețea, invertorul poate porni la puterea maximă rapid sau la 10% din puterea nominală pe minut până ajunge la limita maximă de putere;
- **Protecția la insularizare** – această funcție detectează formarea insularizării instalației fotovoltaice pe durată sau după un defect și deconectează invertorul de la rețea.

3.6 Sistemul de monitorizare/ operare al centralei

Informațiile preluate de la invertor vor fi transmise către un portal de monitorizare și ulterior prin internet către portalul producătorului de invertoare. Astfel, Beneficiarul centralei fotovoltaice poate face atât monitorizarea cât și operarea instalației, beneficiind de toate informațiile necesare.

3.7 Cabluri și conectori de legătură:

Conexiunea între panourile fotovoltaice se realizează cu cablu inclus, cu o secțiune de 1x4 mmp.



3.8 Conectarea la instalația de paratrăsnet și echipotentializare existentă

- Investiția trebuie prevăzută cu instalație exterioară de protecție împotriva trăsnetului IEPT dacă nu există.
- Instalația este alcătuită dintr-o rețea de captare montată pe acoperiș. Conductoarele de captare sunt realizate din conductor de oțel zincat OLZn Ø10 mm și montate pe acoperiș la 10 cm deasupra acestuia. Conductoarele de coborâre sunt realizate din conductor OLZn Ø10 mm. Acestea sunt conectate la priza de pământ prin intermediul racordurilor de verificare (piese de separație) montate pe fațada clădirii).
- Sistemul de montare al panourilor fotovoltaice va fi conectat la instalația de paratrăsnet de pe fațada clădirii cu conductor din oțel zincat OLZn Ø10 mm, păstrând distanța minimă de separație față de toate elementele de 0.5 m.

Întreaga rețea de elemente nou instalate pe fațadă va fi conectată la instalația de paratrăsnet și echipotentializare conform fișelor tehnice aferente fiecărui echipament în parte.

3.9 Conectarea la rețeaua internă a consumatorului și la rețeaua de distribuție locală existentă

Soluția tehnică de conectare a instalației fotovoltaice la instalația electrică interioară a Beneficiarului va fi descrisă în proiectul tehnic. Puterea produsă de centrala fotovoltaică va fi repartizată corespunzător pe barele de distribuție astfel încât să acopere prioritar consumul intern.

3.10 Studiu umbrire

Amplasarea panourilor și studiile de umbrire trebuie să ia în considerare: evitarea luminatoarelor, coșurilor de fum și a elementelor care pot produce umbriri, proiectarea căilor de acces care vor facilita curățarea și mentenanța panourilor, respectiv distribuția cât mai uniformă a acestora.

3.11 Calcule și estimare economică

În raportul de simulare energetică, raportul de performanță (PR) (performance ratio) – este calculat conform IEC 61724:2017. Pe baza acestui raport s-a estimat un cost mediu de 800 euro/kW având în vedere prețurile din piață la nivelul lunilor februarie-martie 2022.

Conform simulării energetice realizate aceste costuri pot fi amortizate într-o perioadă de până la 5 ani.

Înainte de a începe proiectarea unui sistem fotovoltaic, se recomandă întocmirea unei expertize tehnice privind rezistența acoperișului/acoperișurilor analizate conform legislației naționale și locale privitoare la urbanism, după caz.

CAPITOLUL 4

Procesul de contractare, realizare, punere in funcţiune si operare comercială a sistemului fotovoltaic:

- Pentru a realiza sisteme performante de un nivel de calitate satisfăcător firmele care realizează sisteme fotovoltaice trebuie sa dispună de personal calificat conform legislaţiei in vigoare.
- Firmele ofertante trebuie să fie atestate ANRE (grad corespunzător racordului electric existent) astfel încât sa poată realiza racordarea sistemului fotovoltaic la reţea.
- Proiectul tehnic trebuie întocmit conform cerinţelor operatorului de reţea/distribuitoare de energie cu respectarea normelor ANRE pentru prosumatori si dimensionare optima a puterii instalate in panouri si invertoare.
- Proiectul tehnic trebuie să cuprindă o simulare energetică inclusă în proiect (pentru estimarea producţiei de energie pentru furnizorul de energie).
- Firmele executante trebuie sa finalizeze proiectul sistemului fotovoltaic cu: probe și punerea in funcţiune, întocmirea dosarului de utilizare, depunerea lui la operatorul de reţea, obţinerea certificatului de racordare. Finalizarea proiectului se face la semnarea contractului de furnizare de către autoritatea contractantă.
- **Pentru proiecte de calitate satisfăcătoare cerinţele de mai sus trebuie incluse in caietul de sarcini al autorităţii contractante.**

CAPITOLUL 5

CONCLUZII SI RECOMANDĂRI:

Concluzii :

- Pentru calculul economic al sistemului fotovoltaic se va avea in vedere un cost de 800 euro/kWp (conform preţurilor din piaţa la nivelul lunilor februarie-martie 2022) acolo unde există structuri de clădire. Acest preţ se va actualiza in funcţie de condiţiile si momentul implementării sistemului fotovoltaic pentru prosumator.
- Acolo unde nu există structuri de acoperiş, pentru calculul economic al sistemului fotovoltaic se va avea in vedere un cost suplimentar de 150-250 euro/kWp (conform preţurilor din piaţa la nivelul lunilor februarie-martie 2022) pentru structura metalica suplimentara tip "car-port". Acest preţ se va actualiza in funcţie de condiţiile si momentul implementării sistemului fotovoltaic pentru prosumator.
- Pe baza acestui raport principal am realizat rapoarte pentru fiecare unitate studiată aparţinând U.A.T. Braşov.
- Conform analizei tehnice din capitolul 1, fiecare din aceste rapoarte este realizat pe baza simulărilor energetice realizate în funcţie de caracteristicile amplasamentului studiat, fiind anexe la raportul de faţă și pot fi studiate individual.
- Având la bază raportul principal, pentru fiecare clădire publică care aparţine U.A.T. Braşov raportul individual conţine:
 - ✓ analiza locaţiei cu potenţialul solar,

- ✓ situația ATR
 - ✓ performanța energetică
 - ✓ costuri estimative (analiza cost-beneficiu)
 - ✓ simulare energetică.
- **Pentru proiecte de calitate satisfăcătoare toate cerințele de la capitolul 4, trebuie incluse în caietul de sarcini al autorității contractante.**
- Pentru a se putea estima potențialul SRE pentru clădirile aparținând U.A.T. Braşov toate rapoartele menționate mai sus au fost centralizate.

Evaluare finală

Conform calculelor, centralizatorul clădirilor cu potențial SRE aparținând U.A.T. Braşov, în condiții de instalare la putere optimă obținem **o energie anuală de 3.327 MWh cu o economie de aproximativ 723 tone CO₂/an**, iar în cazul utilizării potențialului maxim obținem o energie anuală de **8.283 MWh cu o economie de aproximativ 1773 tone CO₂/an**, ceea ce înseamnă un aport semnificativ pentru îmbunătățirea sistemului energetic local.

Recomandări:

Pentru realizarea optimă și calitativă a unui sistem fotovoltaic se va ține cont de necesarul de energie al consumatorului existent și de situația acoperișului clădirii. Firmele care execută trebuie să realizeze o analiză prealabilă a locației, în teren și o măsurătoare a energiei consumate astfel încât sistemul proiectat să fie dimensionat corespunzător.

Nota: RAT Braşov – propunere

- ✓ În cadrul analizelor s-a realizat suplimentar o evaluare a unor posibile investiții în producție de energie electrică prin sisteme fotovoltaice pentru RAT Braşov.
- ✓ Măsura va fi evaluată prin Planul de Acțiune pentru Climă și Energie Durabilă ca și o contribuție la reducerea emisiilor de CO₂.
- ✓ Această analiză arată potențialul energiei solare pentru punctele de alimentare a stațiilor de încărcare autovehicule electrice deținute de RAT Braşov și este realizată într-un raport separat.

Note:

Acest raport este realizat având în vedere documentația existentă (ATR-uri, planuri estimative ale clădirilor existente) și nu scutește constructorul și ofertantul de a realiza o analiză, și măsurători în teren pentru a propune un sistem fotovoltaic dimensionat corect, de a veni cu îmbunătățiri sau modificări conform situației analizate în teren.

Acest raport nu obligă constructorul și ofertantul pentru a folosi echipamentele utilizate ci propune nivelul minim calitativ pentru aceste echipamente.

Întocmit:

DM SOLAR PROJECT SRL
Ing. Munteanu Daniel



TOMORROW

www.citiesoftomorrow.eu

Tomorrow is a Horizon 2020 funded project, aiming at empowering local authorities to lead the transition towards low-carbon, resilient and more liveable cities. In the framework of the project, six cities will develop 2050 transition roadmaps together with citizens and other local stakeholders and serve as pilot for the transition of European territories.

CONTACT

office@abmee.ro, contact@citiesoftomorrow.eu