**Promovarea sistemelor integrate cu pompe de căldură în vederea reducerii emisiilor de gaze cu efect de seră**

Autor: Adrian Tanțău

Directorul Proiectului “The potential for starting and developing a business for integrated technology based on heat pumps (HP), thermal energy storage and smart control systems in order to enable the decarbonization in Romania”, finanțat de EEA and Norway Grants 2014-2021, Fund for Bilateral Relations, Contract: 132.477/ 16.12.2022

 **Sinteză peer review**

 Sistemele integrate bazate pe pompe de căldură, stocarea energiei termice și sisteme inteligente de control pot contribui semnificativ la procesul de decarbonizare și implicit la reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră cu impact semnificativ asupra schimbărilor climatice.

 In acest context Uniunea Europeană este principalul actor internațional care și-a stabilit ținte foarte clare de a deveni o zonă neutră din punct de vedere climatic până în anul 2050. Strategia asociată acestui demers este formulată în cadrul Pactului Verde European, iar principalele soluții constau în decarbonizarea accelerată a tuturor sectoarelor economice și o reducere semnificativă a emisiilor de gaze cu efect de seră până în anul 2030. Comisia Europeană contribuie substanțial la implementarea de noi proiecte pentru sursele regenerabile de energie, iar în acest context se estimează și instalarea a 10 milioane de pompe de căldură în următorii cinci ani (European Commission, 2019; European Commission, 2021; European Council, 2023).

 In cadrul sistemelor integrate bazate pe pompe de căldură, acestea transferă energia termică de la un mediu cu temperatură mai joasă la altul cu temperatură mai înaltă, consumând în cadrul acestui proces o cantitate redusă de electricitate.

 Acestea au devenit din ce în ce mai utilizate drept soluții eficiente pentru încălzire și răcire în diferite aplicații.

Se remarcă faptul că în Europa, țările nordice au atins rate din ce în ce mai ridicate de utilizare a pompelor de căldură utilizate pentru încălzirea clădirilor și anume 60% în Norvegia, și 40% în Suedia și Finlanda (IEA, 2022; Penaloza et al., 2022, Sopha et al., 2010). Sistemele integrate cu pompe de căldură în combinație cu generarea energiei din surse de energie regenerabile, devin din ce în ce mai accepate ca fiind o soluție eficeintă pentru decarbonizarea sistemelor de încălzire și răcire (Greenpeace, 2023; Reid, & Ellsworth-Krebs, 2021; Thomaßen et al., 2021; Habibi & Hakkaki-Fard, 2019; Renaldi et al., 2017).

 In literatura de specialitate este dezbătută din ce în ce mai intens tematica acceperării procesului de implementare a sistemelor integrate cu pompe de căldură și a modalităților de accelerare a acestui proces.

 Pentru a avea o imagine clară asupra principalilor factori care contribuie la promiovarea sistemelor integrate cu pompe de căldură trebuiesc analizați și factorii cu acțiune restrictivă care chiar se opun implementării acestui proces (Decuypere et al., 2022). Studiul coordonat de Decuypere este axat asupra intermediarilor și proprietarilor de locuințe și a modalitățiilor prin care aceștia pot contribui la promovarea pompelor de căldură:

* Intermediarii ar trebui ajutați și sprijiniți de decidenții politici în recomandarea pompelor de căldură proprietarilor privați;
* Intermediarii are trebui să fie informați, îndrumați și sensibilizați cu privire la instalațiile de pompe de căldură actualizate;
* Proprietarii de locuințe trebuiesc sensibilizați prin furnizarea de informații necomplexe într-un loc centralizat și accesibil;
* Se impune faciliarea transferului de cunoștințe între intermediarii care deservesc aceeași consumatori.

Educația vocațională și trainingurile de specialitate pentru înțelegerea și promovarea avantajelor oferite de sistemele integrate bazate pe pompe de căldură sunt factori decisivi pentru implementarea acestor sisteme integrate reprezintă și rezultatele studiului elaborat de Gleeson (Gleeson, 2016). Acesti factori stau chiar la baza modalităților de promovare a pompelor de căldură identificate de echipa de experți coordonată de Decuypere.

În acest proces o importanță deosebită o are evidențierea cât mai clară și accesibilă, la un număr extins de actori, a avantajelor oferite de aceste sisteme integrate. Sistemele integrate cu pompe de căldură oferă o serie de avantaje dintre care sunt evidențiate următoarele:

* Pompele de căldură sunt mai eficiente din punct de vedere energetic decât sistemele tradiționale de încălzire, care folosesc combustibili fosili, gaze natural sau păcură), deoarece utilizează o cantitate mai mică de energie pentru a transfera căldura dintr-o sursă externă (aerul, apa sau solul) în clădiri. Coeficientul de performanță –COP-al acestuia are valori cuprinse între 2 și 5);
* Pompele de căldură reduc amprenta de carbon și impactul asupra mediului față de sistemele de încălzire pe bază de combustibili fosili, deoarece prin comparație ele emit mai puține emisii de gaze cu efect de seră;
* Pompele de căldură reduc poluarea locală, mai ales dacă energia electrică necesară funcționării acestora provine din surse regenerabile;
* Pompele de căldură pot fi folosite atât în procese de încălzire, cât și de răcire, iar pompele de căldură apă-apă sunt eficiente și pentru temperaturi exterioare foarte coborâte;
* Chiar dacă investiția pentru implementarea pompelor de căldură este mai mare decât în cazul sistemelor clasice de încălzire, costurile de operare ale sistemelor integrate bazate pe pompe de căldură sunt mai mici, fiind mai rentabile pe termen lung;
* Pompele de căldură extrag energie din mediu (aer, apă sau sol) ceea ce generează economii importante de energie fată de sistemele clasice de încălzire și răcire. (Gradziuk et al., 2022; Janhunen, et al., 2022; Olympios, et al., 2022; Fan et al. 2021; Smith et al., 2021; Sivagami& Jothi Swaroopan, 2020; Fischer& Madani, 2017; Sanner, 2017; Moghaddam et al., 2016).

Dintre factorii care au o acțiune restrictivă și chiar acționează ca niște bariere în calea implementarii sistemelor integrate bazate pe pompe de căldură sunt evidențiați următorii:

- Lipsa de cunoștiinte în domeniu și de educație;

- Costul inițial ridicat al sistemelor integrate bazate pe pompe de căldură prin comparație cu sistemele de încălzire tradiționale;

- Dificultatea generată de modificările care apar în cazul implemenatării unui sistem integrat bazat pe pompe de căldură într-o clădire existentă. De exemplu, în cazul apartamentelor pentru obținerea unei eficiențe ridicate este necesară implementarea încălzirii prin pardonseală;

- Limite tehnologice pentru anumite tipuri de pompe de căldură în anumite condiții climaterice (de exemplu, temperaturi exterioare foarte scăzute)

- Dificultăți în obținerea autorizațiilor și aprobărilor în cazul sistemelor integrate bazate pe pompe de căldură sol-apă (Bai et al., 2022; Gaur et al., 2021; Kircher& Zhang, 2021; [Karytsas](https://0410q2v0x-y-https-www-webofscience-com.z.e-nformation.ro/wos/author/record/16187595)& [Choropanitis](https://0410q2v0x-y-https-www-webofscience-com.z.e-nformation.ro/wos/author/record/6357849), 2017; Kelly et al., 2016).

Principalii factori care pot accelera procesul de implementare a sistemelor integrate bazate pe pompe de căldură pot fi grupați în grupa factorilor stimulativi și cea a politicilor obligatorii (Kern, 2019, Lillemo et al., 2013). In ceea ce privește politicile care pot favoriza implementarea sistemelor integrate cu pompe de căldură studiile efectuate în Canada au evidențiat faptul că conștientizarea politicilor voluntare este în general scăzută, ceea ce pune un accent suplimentar asupra politicilor obligatorii (Corbet et al,. 2023). Totuși există și studii care consideră eficiente măsurile de creștere a percepției cetățenilor față de importanța pompelor de căldură în vederea creșterii acceptanței acestora pentru implementarea de sisteme integrate bazate pe pompe de căldură (Kokoni& Leach, 2021; Karytsas& Theodoropoulou, 2014).

 In ceea ce privește politicile de stimulare a implementării de sisteme integrate bazate pe pompe de căldură remarcăm faptul că:

- Politicile guvernamentale ar trebui să ofere stimulente financiare sub formă de subvenții sau reduceri de taxe pentru proprietarii de locuințe care instalează pompe de căldură (Meles& Ryan, 2022);

- Politicile de promovare a standardelor de eficiență energetică pentru clădiri, ar trebui să includă pompele de căldură ca soluții ecologice și eficiente.

Totuși, la nivel european pentru clădirile noi sau pentru cele care intră în renovare majoră există deja standarde NZEB (nearly zero energy building), care sunt obligatorii și care pot fi completate cu promovarea sisteme integrate de încălzire și răcire bazate pe tehnologia pompelor de căldură.

In România, la nivel guvernamental se poate iniția un program de înlocuire a sistemelor de încălzire învechite și ineficiente cu pompe de căldură. Acest program ar trebui să ofere proprietarilor de clădiri subvenții sau împrumuturi cu dobândă redusă pentru a acoperi costurile de instalare a pompelor de căldură. In cadrul acest demers ar putea fi deschis un nou capitol chiar și pentru companii care doresc să implementeze sisteme integrate bazate pe pompe de căldură, la Fondul de Modernizare, coordonat de Ministerul Energiei.

O altă linie care ar pute contribui decisiv la implementarea sistemelor integrate bazate pe pompe de căldură în România ar consta în sprijinul guvernamental pentru dezvoltarea producției locale de pompe de căldură prin facilitarea accesului companiilor producătoare la finanțare și sprijinirea cercetării și dezvoltării în acest domeniu.

**Bibliografie**

Bai, S., Li, F., & Xie, W. (2022). Green but Unpopular? Analysis on Purchase Intention of Heat Pump Water Heaters in China. *Energies*, 15(7), 2464. <https://doi.org/10.3390/en15072464>

Corbett M., Rhodes E., Pardy A., Long Z., (2023) Pumping up adoption: The role of policy awareness in explaining willingness to adopt heat pumps in Canada, Energy Research & Social Science, 96, , 102926

Decuypere, R., Robaeyst, B., Hudders, L., Baccarne, B., & Van de Sompel, D. (2022). Transitioning to energy efficient housing: Drivers and barriers of intermediaries in heat pump technology. *Energy Policy*, 161, 112709. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2021.112709>

European Commission (EC). (2019) Available online: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal\_en (accessed on 20 Februar 2023).

European Commission (2021). 'Fit for 55': delivering the EU's 2030 Climate Target on the way to climate neutrality, 14.07.2021, COM(2021) 550 final. Available online: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX%3A52021DC0550>

European Council (2023) Available online: <https://www.consilium.europa.eu/en/policies/green-deal/fit-for-55-the-eu-plan-for-a-green-transition/> (accessed on 28 April 2023)

Fan, Y., Zhao, X., Han, Z., Li, J., Badiei, A., Akhlaghi, Y. G., & Liu, Z. (2021). Scientific and technological progress and future perspectives of the solar assisted heat pump (SAHP) system. *Energy*, 229, 120719. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.120719>

Fischer, D., & Madani, H. (2017). On heat pumps in smart grids: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 70, 342-357. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.11.182>

Gaur, A. S., Fitiwi, D. Z., & Curtis, J. (2021). Heat pumps and our low-carbon future: A comprehensive review. *Energy Research & Social Science*, 71, 101764. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2020.101764>

Gleeson, C. P. (2016). Residential heat pump installations: the role of vocational education and training. *Building Research & Information*, 44(4), 394-406. h[ttps://doi.org/10.1080/09613218.2015.1082701](https://doi.org/10.1080/09613218.2015.1082701)

Gradziuk, P., Siudek, A., Klepacka, A.M., Florkowski, W.J., Trocewicz, A., & Skorokhod, I. (2022). Heat Pump Installation in Public Buildings: Savings and Environmental Benefits in Underserved Rural Areas. Energies, 15*(21*), 7903. <https://doi.org/10.3390/en15217903>

Greenpeace (2023) Available online: <https://www.greenpeace.org/romania/articol/8320/cum-functioneaza-o-pompa-de-caldura-si-de-ce-ar-trebui-sa-ti-pese/> (accessed on 24 April 2023)

Habibi M., Hakkaki-Fard A. (2019) , Long-term energy and exergy analysis of heat pumps with different types of ground and air heat exchangers, Int. J. Refrig. 100, 414–433, <https://doi.org/10.1016/j.ijrefrig.2019.02.021>

International Energy Agency (2022). The future of heat pumps – world energy outlook special report. Available online: https://iea.blob.core.windows.net/assets/4713780d-c0ae-4686-8c9b-29e782452695/TheFutureofHeatPumps.pdf (Accessed 20th May 2023)

Janhunen, E., Vimpari, J., & Junnila, S. (2022). Evaluation of the financial benefits of a ground-source heat pump pool with demand side management: Is smart profitable for real estate? *Sustainable Cities and Society*, 78, 103604. https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103604

[Karytsas, S](https://0410q2v0x-y-https-www-webofscience-com.z.e-nformation.ro/wos/author/record/16187595)., & [Choropanitis, I](https://0410q2v0x-y-https-www-webofscience-com.z.e-nformation.ro/wos/author/record/6357849). (2017). [Barriers against and actions towards renewable energy technologies diffusion: A Principal Component Analysis for residential ground source heat pump (GSHP) systems](https://0410q2v0x-y-https-www-webofscience-com.z.e-nformation.ro/wos/woscc/full-record/WOS%3A000407185900020). *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 78, 252–271. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.04.060>

Karytsas, S., & Theodoropoulou, H. (2014). Public awareness and willingness to adopt ground source heat pumps for domestic heating and cooling. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 34, 49-57. DOI: 10.1016/j.rser.2014.02.008

Kelly, J.A., Fu, M., & Clinch, J.P. (2016). Residential home heating: The potential for air source heat pump technologies as an alternative to solid and liquid fuels. *Energy Policy*, 98, 431-442, <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.09.016>.

Kern F., , Rogge K., Howlett M, (2019) Policy mixes for sustainability transitions: new approaches and insights through bridging innovation and policy studies, Res. Policy 48, 10, 103832, <https://doi.org/10.1016/j.respol.2019.103832>

Kircher, K. & Zhang, K. (2021). Heat purchase agreements could lower barriers to heat pump adoption. *Applied Energy*, 286, 116489. https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2021.116489

Kokoni, S., & Leach, M. (2021). Policy mechanisms to support heat pump deployment: A UK case study based on techno-economic modelling. *Renewable and Sustainable Energy Transition*, 1, 100009. https://doi.org/10.1016/j.rset.2021.100009

Lillemo, S.C., Alfnes, F., Halvorsen, B., & Wik, M. (2013). Households' heating investments: the effect of motives and attitudes on choice of equipment. *Biomass and Bioenergy*, 57, 4-12.

Meles, T. & Ryan, L. (2022). Adoption of renewable home heating systems: An agent-based model of heat pumps in Ireland. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 169, 112853. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112853>

[Moghaddam, I.](https://0410q2v0x-y-https-www-webofscience-com.z.e-nformation.ro/wos/author/record/772189), [Saniei, M](https://0410q2v0x-y-https-www-webofscience-com.z.e-nformation.ro/wos/author/record/2223966)., & [Mashhour, E](https://0410q2v0x-y-https-www-webofscience-com.z.e-nformation.ro/wos/author/record/2210125). (2016). [Improvement of energy performance employing electrical heat pump in scheduling a residential energy hub](https://0410q2v0x-y-https-www-webofscience-com.z.e-nformation.ro/wos/woscc/full-record/WOS%3A000393838000006). *International Transactions on Electrical Energy Systems*, 26(12), 2618–2642. <https://doi.org/10.1002/etep.2224>

Olympios, A., Sapin, P., Freeman, J., Olkis, C., & Markides, C. (2022). Operational optimisation of an air-source heat pump system with thermal energy storage for domestic applications. *Energy Conversion and Management*, 273, 116426. https://doi.org/10.1016/j.enconman.2022.116426

Peñaloza, D., Mata, É., Fransson, N., Fridén, H., Samperio, Á., Quijano, A., & Cuneo, A. (2022). Social and market acceptance of photovoltaic panels and heat pumps in Europe: A literature review and survey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 155, 111867. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111867>

Reid, L., & Ellsworth-Krebs, K. (2021). Demanding expectations: Exploring the experience of distributed heat generation in Europe. *Energy Research & Social Science*, 71, 101821. https://doi.org/10.1016/j.erss.2020.101821

Renaldi, R., Kiprakis, A., & Friedrich, D. (2017). An optimisation framework for thermal energy storage integration in a residential heat pump heating system. *Applied Energy*, 186, 520–529. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.02.067>

Sanner, B. (2017). Ground Source Heat Pumps–history, development, current status, and future prospects. In 12th IEA Heat Pump Conference (pp. 1-14).

Sivagami, P., & Jothi Swaroopan, N. (2020). Smart methodology for performance improvement of energy sources for home application. *Microprocessors and Microsystems*, 74, 103042. https://doi.org/10.1016/j.micpro.2020.103042

Smith, M., Bevacqua, A., Tembe, S., & Lal, P. (2021). Life cycle analysis (LCA) of residential ground source heat pump systems: A comparative analysis of energy efficiency in New Jersey. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 47, 101364. <https://doi.org/10.1016/j.seta.2021.101364>

Sopha, B., Klöckner, C., Skjevrak, G., & Hertwich, E. (2010). Norwegian households’ perception of wood pellet stove compared to air-to-air heat pump and electric heating. *Energy Policy, 38*(7), 3744-3754

Thomaßen, G., Kavvadias, K., & Navarro, J. (2021). The decarbonisation of the EU heating sector through electrification: A parametric analysis. *Energy Policy*, *148*, 111929.