**Sistemele integrate cu pompe de căldură pot reduce emisiile 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 reprezintă o tehnologie care integrează pompele de căldură cu panouri fotovoltaice, echipamente de stocare a energiei termice și instrumente de control inteligente. Acestea reprezintă o tehnologie curată, care poate fi utilizată pentru încălzirea și răcirea clădirilor, având numeroase aplicații.

Acest articol reprezintă o sinteză a analizei principalelor studii identificate în literatura de specialitate privind utilizarea pompelor de căldură în vederea reducerii emisiilor de gaze cu efect de seră de tipul CO2 și gazele HFC, contribuind la impactul direct sau indirect asupra sănătății populației. Din punct de vedere științific emisiile sunt evaluate cu ajutorul efectului antropogenic al gazelor cu efect de seră (Bayer et al.2012). Dioxidul de carbon este al doilea cel mai important gaz cu efect de seră, care influențează direct procesul de încălzire globală (Levihn, 2014, Marotzke, 2014, Vallero, 2014; Stern & Kaufman, 2014).

In calitate de convertor de energie sistemele integrate cu pompe de căldură pot acoperi zona de căldură și electricitate mult mai eficient decât echipamentele clasice de tipul centralelor termice care funcționează cu gaz natural sau păcura și boilerele electrice. Ele preiau cea mai mare parte a energiei necesare funcționării sistemului din surse regenerabile de energie de tipul aerului, apei sau energiei geotermale. De asemenea, electricitatea este nesesară pentru funcționarea pompei de căldură poate fi generată cu ajutorul surselor regenerabile de energie, de exemplu cu ajutorul panourilor fotovoltaice.

Principiul de funcționare al pompelor de căldură se bazează pe ciclul evaporare-compresiune, care este cel mai uzual ciclu utilizat în practică, având la bază ciclul Carnot (Greenpeace, 2023; Decuypere et al., 2023). In acest ciclu un refrigerant este utilizat pentru transportul căldurii. In cazul clasic refrigerantul aflat în stare lichidă pătrunde în evaporator unde se evaporă ca urmare a absoarbției de căldură de la sursa de căldură. Fluidul evaporat intră în compresor, unde în urma compresiei își mărește temperatura și presiunea. Vaporii aflați la presiune înaltă ajung în condensator, unde căldura este cedată sistemului de încălzire, iar fluidul este condensat și revine în stare lichidă. Etapa finală are loc în vasul de expansiune, unde are loc o reducere a presiunii, și a temperaturii refrigerantului, acesta fiind pregătit să reia ciclul cu prima etapă din evaporator (figura 1).



**Figura 1 Schema de principiu a funcționării pompei de căldură**

**Sursă: Paraschiv T. (2023)**

Pompele de căldură utilizează energia termică prezentă în aer, apă sau sol pentru a încălzi sau răci o locuință, o clădire comercială, un grup de blocuri sau cartiere . Astfel, principalele tipuri de pompe de căldură sunt: aer-aer (aer condiționat reversibil) (Sopha et al., 2010), aer-apă, apă-apă, sol-apă (Staiger& Tantau, 2015; Karytsas & Theodoropoulou, 2014).

Pentru a fi atât eficiente, cât și sustenabile sistemele integrate cu pompe de căldură trebuie să țină cont de o serie de factori:

* Energia electrică utilizată reprezintă o sursă de energie primară;
* Refrigerantul utilizat în pompa de căldură;
* Calitatea tehnică a construcției pompei de căldură, în special la nivelul circuitului refrigerantului;
* Modul de operare al sistemului cu pompă de căldură, în special parametrii de intrare și ieșire și posibilitatea de reciclare a refrigerantului.

Eficiența energetică a pompelor de căldură este estimată cu ajutorul indicatorului coeficient de performanță (COP). Coeficientul de performanță este calculat ca un raport între energia termică rezultată la ieșirea din pompa de căldură și energia electrică utilizată pentru funcționarea pompei de căldură. Acesta are de obicei valori cuprinse între 2 și 5, fiind mult mai mare decât eficiența energetică a centralelor alimentate cu gaz natural sau a boilerelor electrice (Habibi& Hakkaki, 2019; Corbert et al., 2023; Heinonen et al., 2015). Cu cât COP este mai ridicat, cu atât pompa consumă mai puțin, adică are randamentul mai bun, și este mai rentabilă din punct de vedere economic.

Emisiile de CO2 generate de pompa de căldură pot fi estimate prin ponderarea cantității de electricitate consumată pentru funcționarea pompei de căldură cu echivalentul emisiilor de CO2, care este specific fiecărei surse de energie primară (UBA, 2019). Din punctul de vedere al emisiilor de gaze cu efect de seră (de exemplu, dioxidul de carbon), datorită integrării panourilor fotovoltaice în sistem (Penaloza et al., 2022) - deci a unei surse de energie regenerabilă- acestea sunt foarte reduse. Totuși și în acest caz trebuie avut în vedere faptul că emisiile de gaze cu efect de seră ale sistemului integrat cu pompe de căldură depind nu numai de sursa de generare a energiei electrice necesare funcționarii pompei de căldură, cât și de refrigerantul utilizat pentru ciclul pompei de căldură

Acest sistem tehnologic integrat cu pompe de căldură și panouri fotovoltaice poate contribui semnificativ la decarbonizarea sectorului construcțiilor sau a sectoarelor industriale (European Commission, 2019; European Council, 2023).

Astfel, studiile de specialitate indică faptul că sistemele integrate cu pompe de căldură au emisii foarte reduse de CO2, dacă sunt alimentate cu energia generată de panouri fotovoltaice (Thomaßen et al., 2021) și au o eficiență energetică semnificativ superioară sistemelor clasice de încălzire-răcire.

**Bibliografie**

Bayer P., Saner D., Bolay S., Rybach L., Blum P., (2012), Greenhouse gas emission savings of ground source heat pump systems in Europe: A review, *Renewable Sustainable Review*, 16(2), Feb., pp: 1256–1267, Elsevier Ltd., https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.09.027.

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.

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 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)

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>

Heinonen J., Laine J., Pluuman K., Säynäjoki E-S., Soukka R. and Junnila S. (2015), Planning for a Low Carbon Future? Comparing Heat Pumps and Cogeneration as the Energy System Options for a New Residential Area, *Energies,* Vol.8(9), pp: 9137-9154, ID: 2009751, https://research.aalto.fi/en/publications/planning-for-a-low-carbon-future-comparing-heat-pumps-and-cogeneration-as-the-energy-system-options-for-a-new-residential-area(72c8ce8b-39d7-4002-a20e-67a75d2e09bc)/export.html.

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>

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

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>

Levihn, F. (2014): CO2 Emissions Accounting. Whether, how, and when different allocation methods should be used. *Energy*, Vol. 68, pp: 811–818, DOI: 10.1016/j.energy.2014.01.098, <https://econpapers.repec.org/article/eeeenergy/v_3a68_3ay_3a2014_3ai_3ac_3ap_3a811-818.htm>

Marotzke, J. (2014), Klimamodelle und Globale Erwärmung, *Physik in unserer Zeit*, Vol.45(3), pp: 118-125, DOI: 10.1002 / piuz.201401363,http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/piuz.201401363/full.

Paraschiv T. (2023) Studiu A3 Studiu privind analiza pieței din România a sistemelor integrate bazate pe pompe de căldură, sisteme termice de stocare și sisteme inteligente de control și a principalilor stakeholderi, proiectul „The potential for starting and developing a business for integrated technology based on heat pumps, thermal energy storage and smart control systems in order to enable the decarbonization în Romania”.

Penaloza D, Mata E, Fransson N, Friden H, Samperio A, 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

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

Staiger, R., Tantau, A. (2015): Energy efficiency model for small/medium geothermal heat pump systems, *Review Management & Marketing*, Vol.10(1), pp: 12-33, 2015, ISSN 1842-0206.

Stern, D. & Kaufmann, R. (2014), Anthropogenic and natural causes of climate change*, Climatic Change*, 122(1-2), Nov., pp: 257–269, DOI: 10.1007/s10584-013-1007-x

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

UBA (2019) Schätzung der Umweltkosten in den Bereichen Energie und Verkehr. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/hgp\_umweltkosten\_0.pdf,

Vallero, D. (2014), *Fundamentals of air pollution*, 5th eds., eBook ISBN: 9780124046023; 9780124017337, Academic Press