3. modul: Hőtermelés

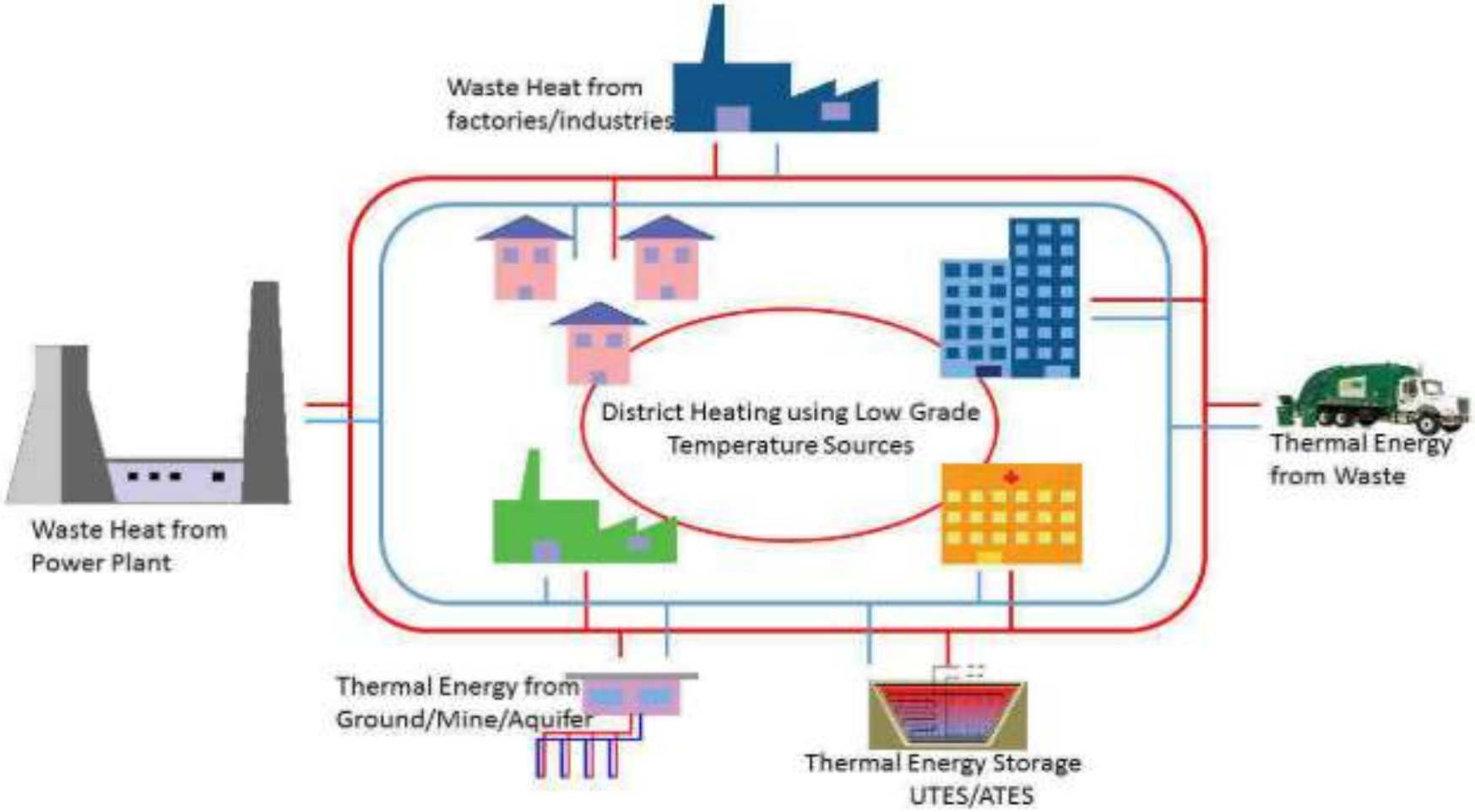
Intenzív szakmai továbbképzéshez készült változat

SHaKE – Sharing Heat and Knowledge on Energy Communities_x000B_Erasmus+ KA220-HED Felsőoktatási együttműködési partnerségek_x000B_Kidolgozó intézmények: Universitat Jaume I de Castellón_x000B_Szerzők: Ghad Alarnaout-Alarnaout, Dr. Adrián Mota-Babiloni_x000B_Dátum: 2026. július_x000B_1.1-es verzió

SHaKE
Sharing Knowledge on Energy Communities



HULLADÉKHŐ ÚJRAHASZNOSÍTÁSA



Niessink, R. J. M. (2024, 6 de November). Heat networks low temperature households (district heating). Energy.nl. https://energy.nl/data/heat-networks-low-temperature-households-district-heating/

HULLADÉKHŐ OSZTÁLYOZÁSA

A hőmérséklet-tartományok szerinti részletesebb osztályozás a dián megadott forrásban található:

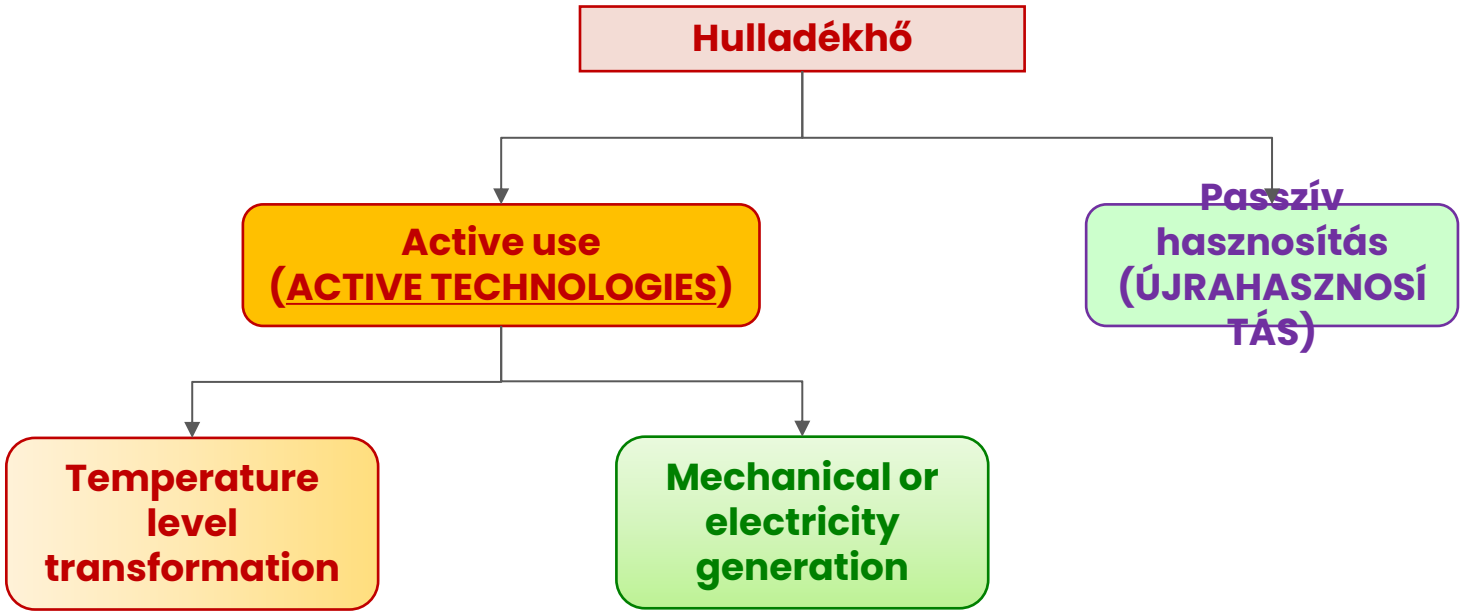
Ultra-low-grade (T_{amb}-60)	Low-grade (60-100 °C)	Medium-grade (100-400 °C)	High-grade (>400 °C)
• Data centers • Energy storage system • HVAC facility • Waste water sewage • Geothermal • Biologic descomposition • Solar thermal	• Internal combustion engine (jacket coolant) • Industrial process stream (manufacturing) • Hidrothermal • Anaerobic digestion	• Internal combustion engine (exhaust gas) • Power plant exhaustIndustrial process stream (chemical & food) • Geothermal (volcanic areas • Fermentation processes	• Industrial process stream (iron & steel) • Power plant exhaust (gas turbine) • Inceneration processes

Oh, J., Han, U., Jung, Y., Kang, Y. T., & Lee, H. (2024). Advancing waste heat potential assessment for net-zero emissions: A review of demand-based thermal energy systems. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 202, 114693. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rser.2024.114693

HULLADÉKHŐ-VISSZANYERÉSI ÉS -HASZNOSÍTÁSI TECHNOLÓGIÁK

HULLADÉKHŐ ÉRTÉKNÖVELŐ HASZNOSÍTÁSA

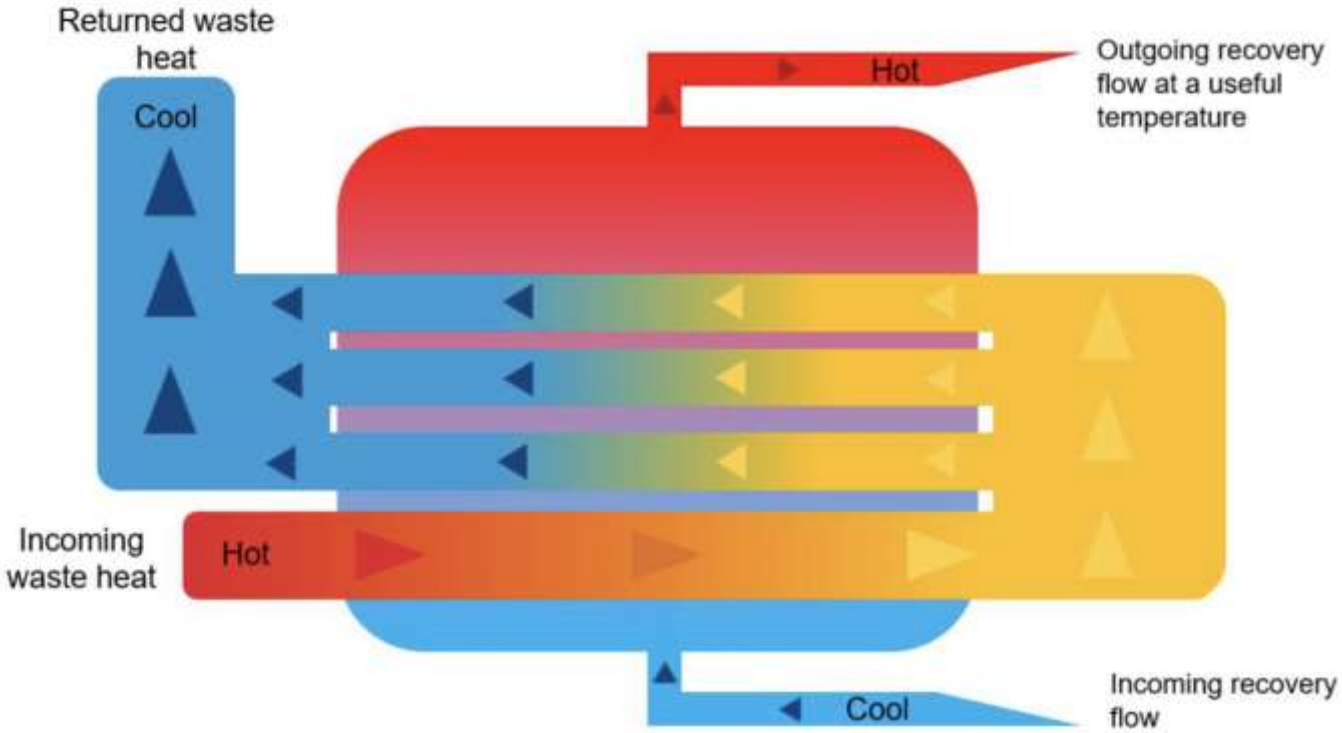
Ahogy korábban említettük, a hulladékhő visszanyerésére leggyakrabban hőcserélőket használnak. A visszanyert hő közvetlenül újrahasznosítható, vagy aktív technológiákkal más hőmérsékletszintű hőenergiává, illetve mechanikai vagy villamos energiává alakítható.



HULLADÉKHŐ-VISSZANYERÉSI ÉS -HASZNOSÍTÁSI TECHNOLÓGIÁK

ÚJRAHASZNOSÍTÁS

Hőhasznosító gőzfejlesztő (HRSG): a forró füstgázok hulladékhőjét gőz előállítására hasznosító hőcserélő.



Ove Arup & Partners Limited. (2024). Waste heat recovery: An introductory guide (Final report). Scottish Enterprise; Scottish Government. https://www.scottish-enterprise.com/media/efunpssc/waste-heat-recovery-guide.pdf

HULLADÉKHŐ-VISSZANYERÉSI ÉS -HASZNOSÍTÁSI TECHNOLÓGIÁK

ÚJRAHASZNOSÍTÁS

Gazdaságosító (economizer): füstgázokból vagy technológiai közegekből visszanyert hővel vizet vagy levegőt előmelegítő hőcserélő.

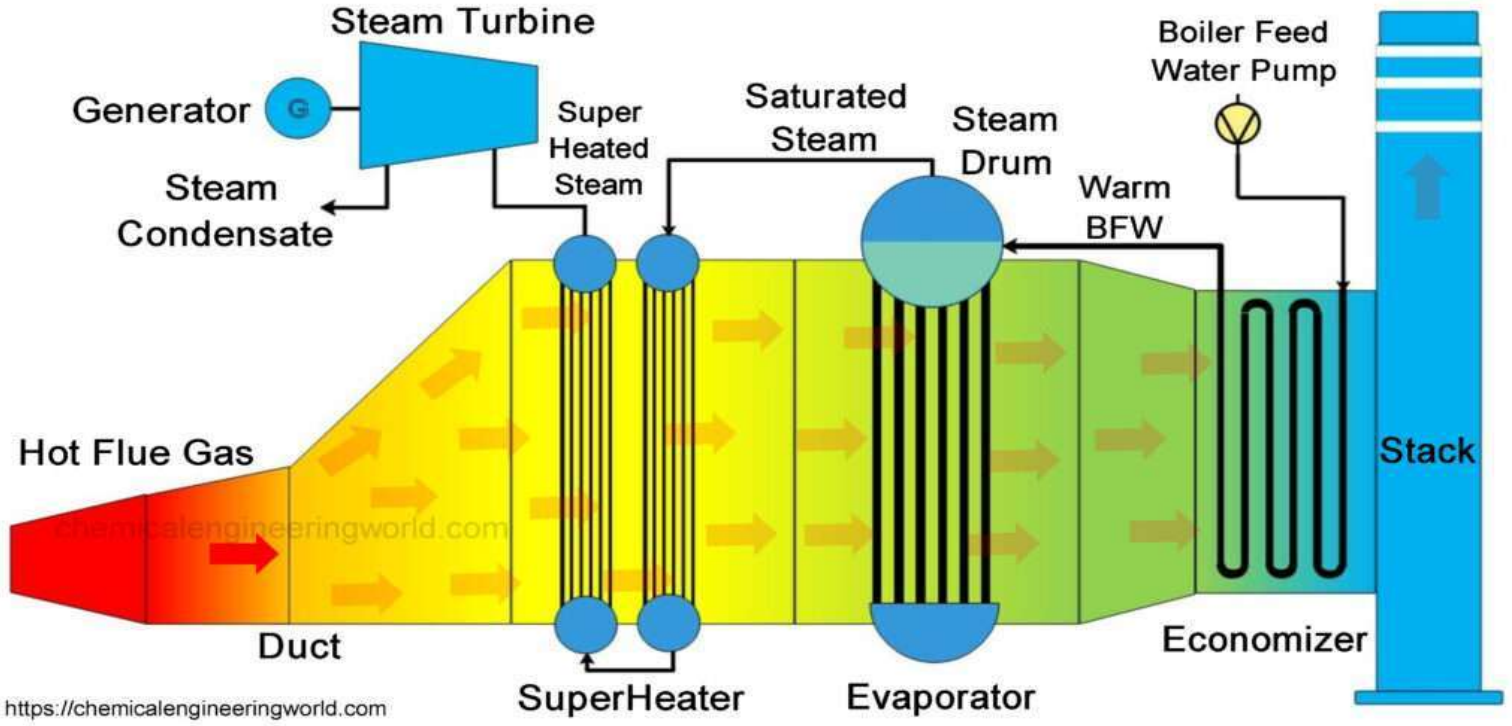


Ove Arup & Partners Limited. (2024). Waste heat recovery: An introductory guide (Final report). Scottish Enterprise; Scottish Government. https://www.scottish-enterprise.com/media/efunpssc/waste-heat-recovery-guide.pdf

HULLADÉKHŐ-VISSZANYERÉSI ÉS -HASZNOSÍTÁSI TECHNOLÓGIÁK

ÚJRAHASZNOSÍTÁS

Hőhasznosító kazánok: a gázkazánhoz hasonló berendezések, amelyek földgáz helyett hulladékhővel melegítenek egy hasznos közeget, rendszerint vizet.



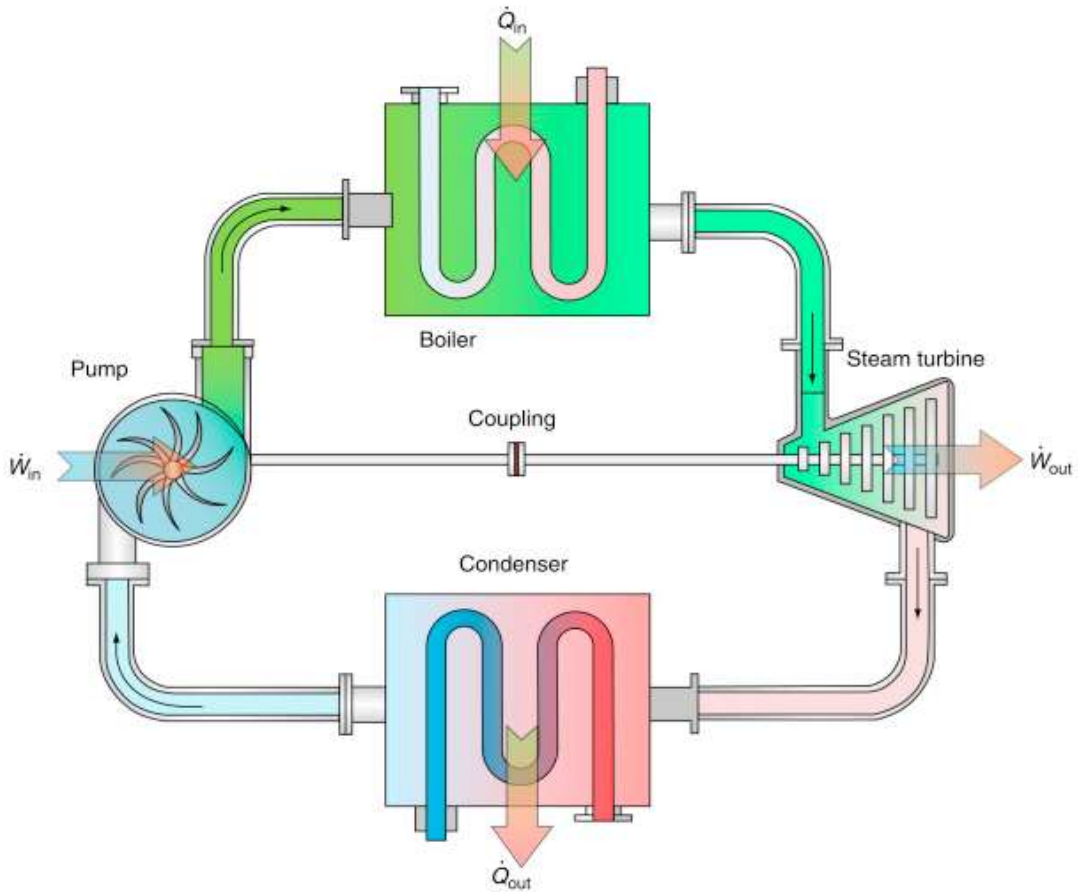
Ove Arup & Partners Limited. (2024). Waste heat recovery: An introductory guide (Final report). Scottish Enterprise; Scottish Government. https://www.scottish-enterprise.com/media/efunpssc/waste-heat-recovery-guide.pdf

HULLADÉKHŐ-VISSZANYERÉSI ÉS -HASZNOSÍTÁSI TECHNOLÓGIÁK

AKTÍV TECHNOLÓGIÁK (HULLADÉKHŐBŐL VILLAMOS ENERGIA)

Rankine-körfolyamat

- Szerves munkaközeggel alakítja a hulladékhőt villamos vagy mechanikai energiává.
- Alacsony és közepes hőmérsékletű hőforrásokhoz alkalmazható.
- Mérsékelt hőmérsékleten hatékonyabb a hagyományos gőzkörfolyamatoknál.
- Gyakran használják ipari hulladékhő-hasznosításban és megújulóenergia-rendszerekben.



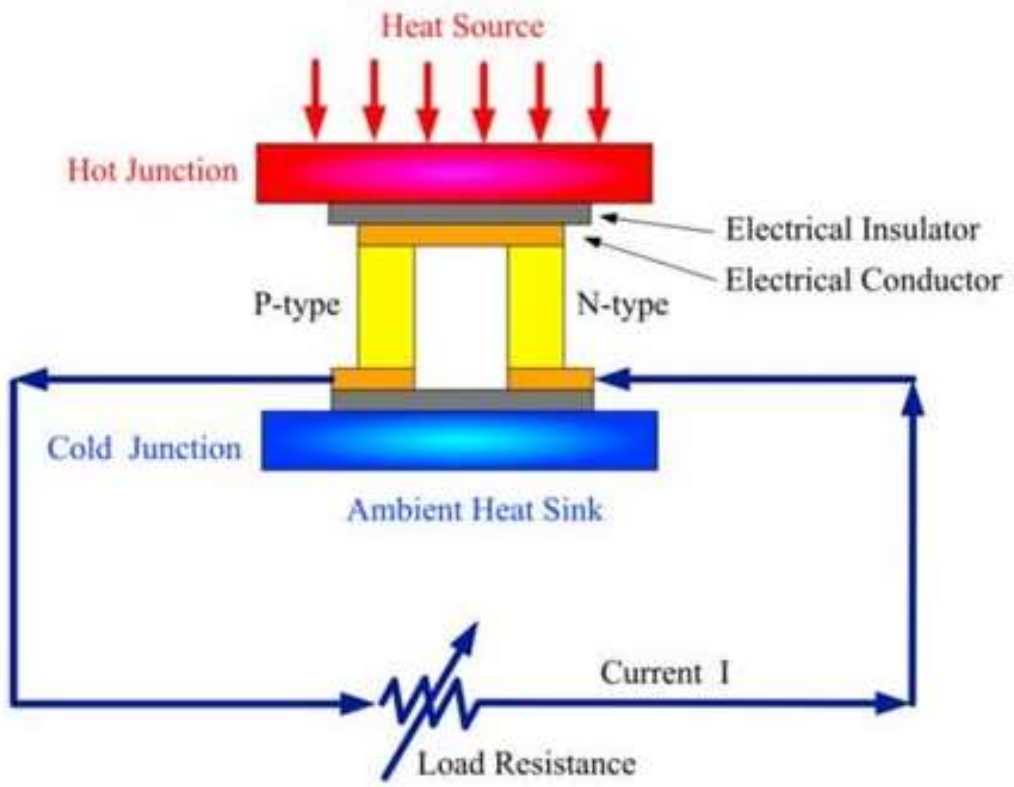
Dincer, I. (2018). 1.6 Exergy. In I. Dincer (Ed.), Comprehensive Energy Systems (pp. 212–264). Elsevier. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809597-3.00106-1

HULLADÉKHŐ-VISSZANYERÉSI ÉS -HASZNOSÍTÁSI TECHNOLÓGIÁK

AKTÍV TECHNOLÓGIÁK (HULLADÉKHŐBŐL VILLAMOS ENERGIA)

Termoelektromos

- A termoelektromos hatással közvetlenül alakítja a hőt villamos energiává.
- Nincs mozgó alkatrésze, ezért csekély karbantartást igényel.
- Hatásfoka kisebb az ORC-rendszereknél.
- Kis teljesítményű villamosenergia-termelésre alkalmas hulladékhőből.



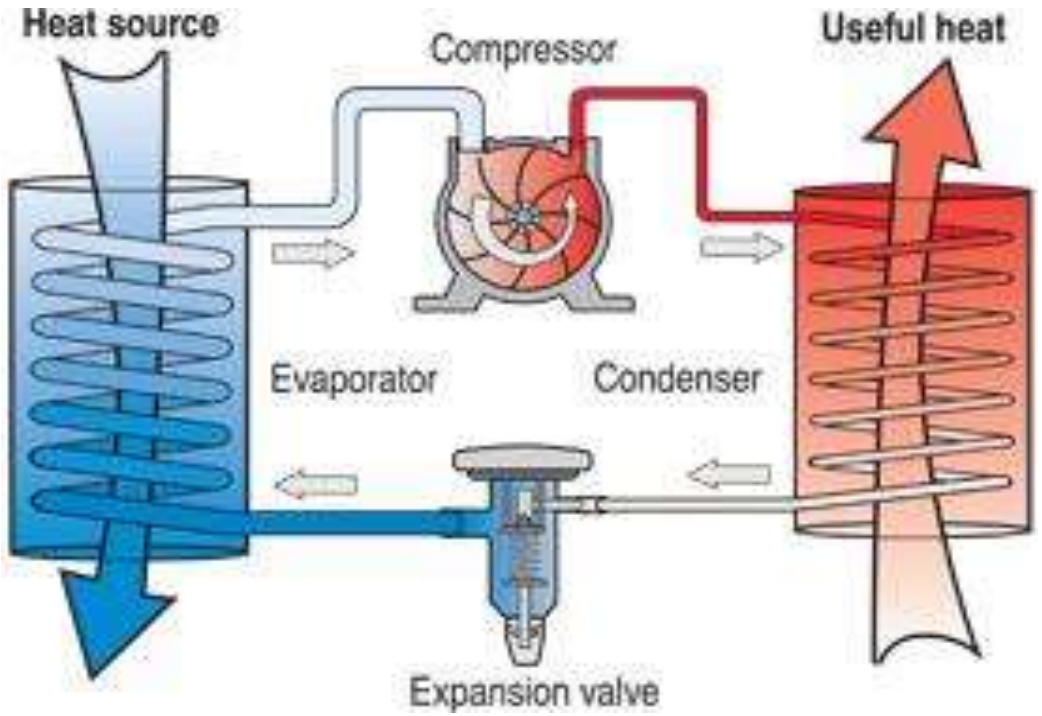
Sugiartha, N., & Negara, P. (2018). Technical Feasibility Evaluation on The Use of A Peltier Thermoelectric Module to Recover Automobile Exhaust Heat. Journal of Physics: Conference Series, 953, 012090. https://doi.org/10.1088/1742-6596/953/1/012090

HULLADÉKHŐ-VISSZANYERÉSI ÉS -HASZNOSÍTÁSI TECHNOLÓGIÁK

1.2.3. AKTÍV TECHNOLÓGIÁK (HULLADÉKHŐBŐL HŰTÉS VAGY FŰTÉS)

Hőszivattyú

- A hulladékhőt magasabb, fűtésre hasznosítható hőmérsékletszintre emeli.
- Leggyakrabban gőzkompressziós körfolyamaton alapul.
- Az alacsony hőmérsékletű hulladékhő újrahasznosításával javítja az energiahatékonyságot.
- Széles körben használják az iparban és az épületfűtésben.



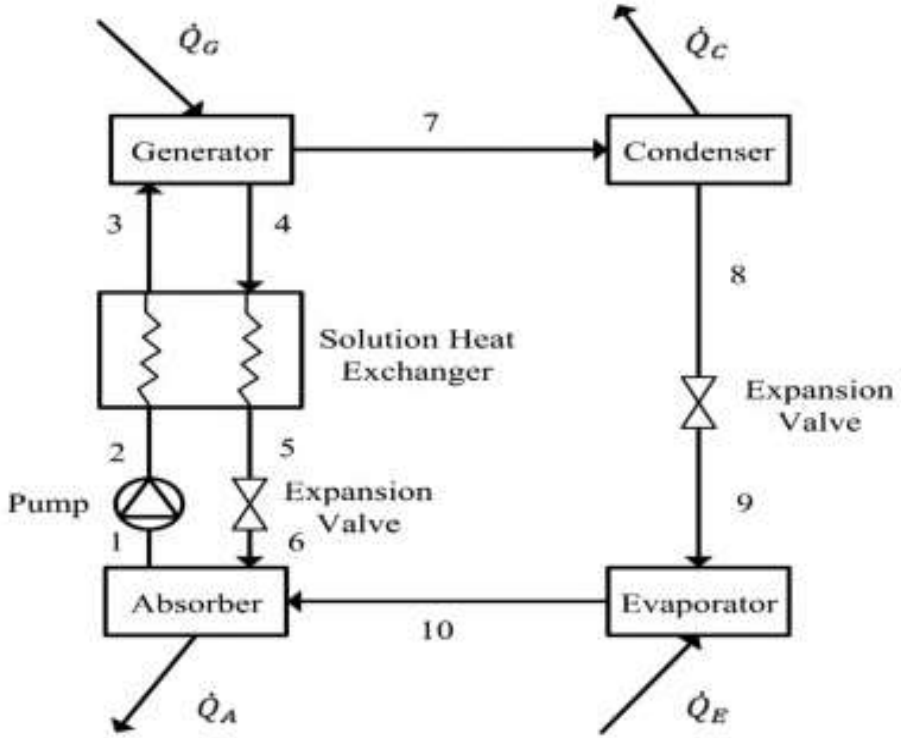
IEA. (2022). The future of heat pumps. International Energy Agency. Retrieved February 21, 2025, from https://www.iea.org/reports/the-future-of-heat-pumps/executive-summary

HULLADÉKHŐ-VISSZANYERÉSI ÉS -HASZNOSÍTÁSI TECHNOLÓGIÁK

AKTÍV TECHNOLÓGIÁK (HULLADÉKHŐBŐL HŰTÉS VAGY FŰTÉS)

Abszorpciós rendszer

- Hővezérelt rendszerek, amelyek mechanikai kompresszió helyett hőt használnak.
- A hulladékhőt magasabb hőmérsékletszintre emelhetik.
- Akkor megfelelőek, ha rendelkezésre áll hőenergiaforrás.
- Ipari hulladékhő-hasznosításban és kapcsolt energiatermelésben alkalmazzák.



El Haj Assad, M., Nazari, M. A., Ehyaei, M. A., & Rosen, M. A. (2021). Chapter 11 - Heat pumps and absorption chillers. In M. E. H. Assad & M. A. Rosen (Eds.), Design and Performance Optimization of Renewable Energy Systems (pp. 163–180). Academic Press. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821602-6.00013-4

HULLADÉKHŐ-VISSZANYERÉSI ÉS - HASZNOSÍTÁSI TECHNOLÓGIÁK

AKTÍV TECHNOLÓGIÁK (GŐZKOMPRESSZIÓS HŐSZIVATTYÚ)

Gőzkompressziós hőszivattyúk (VCHP)

•Az alacsony hőmérsékletű hulladékhőt visszanyerik és magasabb hőmérsékletre emelik.

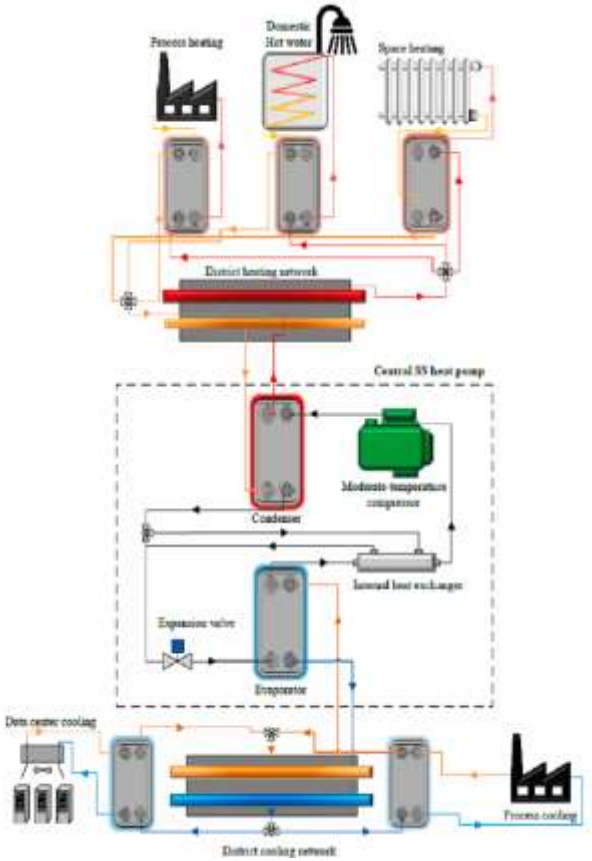
•Kulcsszerepük van a hőellátás villamosításával megvalósuló dekarbonizációban.

•Számos területen alkalmazhatók (pl. távfűtésben).

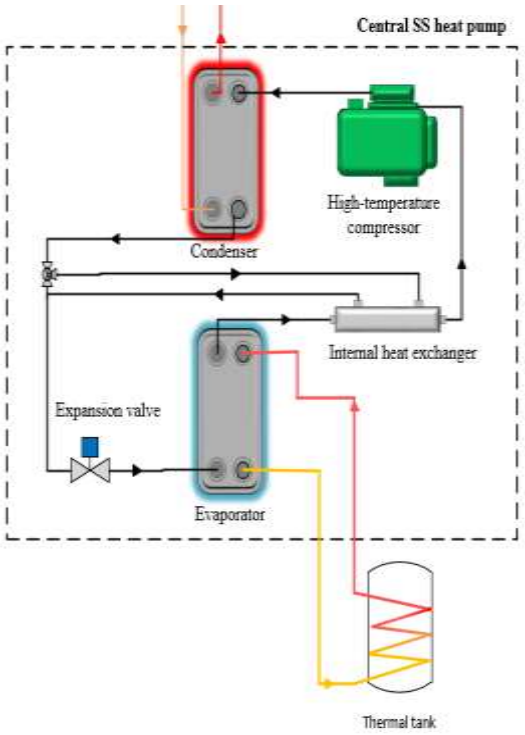
•**COP = kondenzátor hőteljesítménye / kompresszor teljesítményfelvétele (jellemzően 2–6).**

•A hulladékhő használata a hőmérséklet-emelés csökkentésével növeli a COP-t.

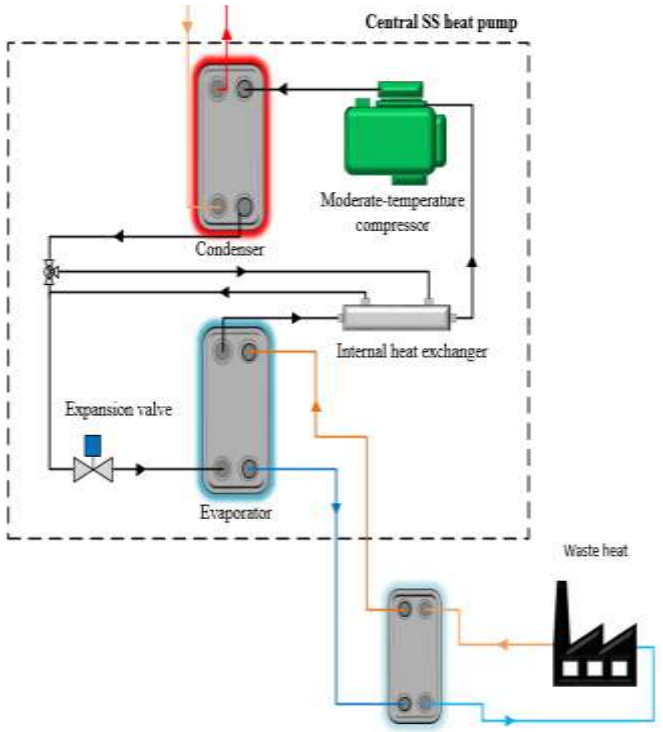
HŐSZIVATTYÚ-KAPCSOLÁSOK KÜLÖNBÖZŐ HULLADÉKHŐFORRÁSOKHOZ



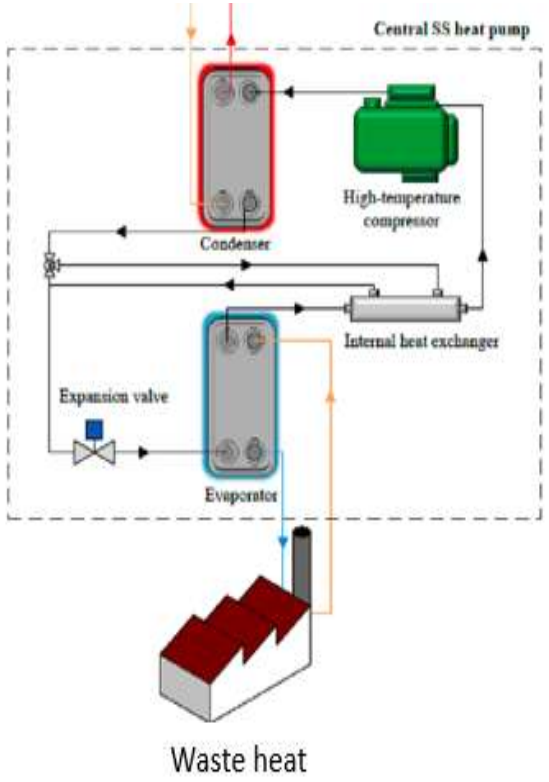
Zárt kör szekunder hőhordozó közeggel



Tárolórendszerek (hőtároló tartályok)



Közbenső hőcserélő (közvetett rendszer)



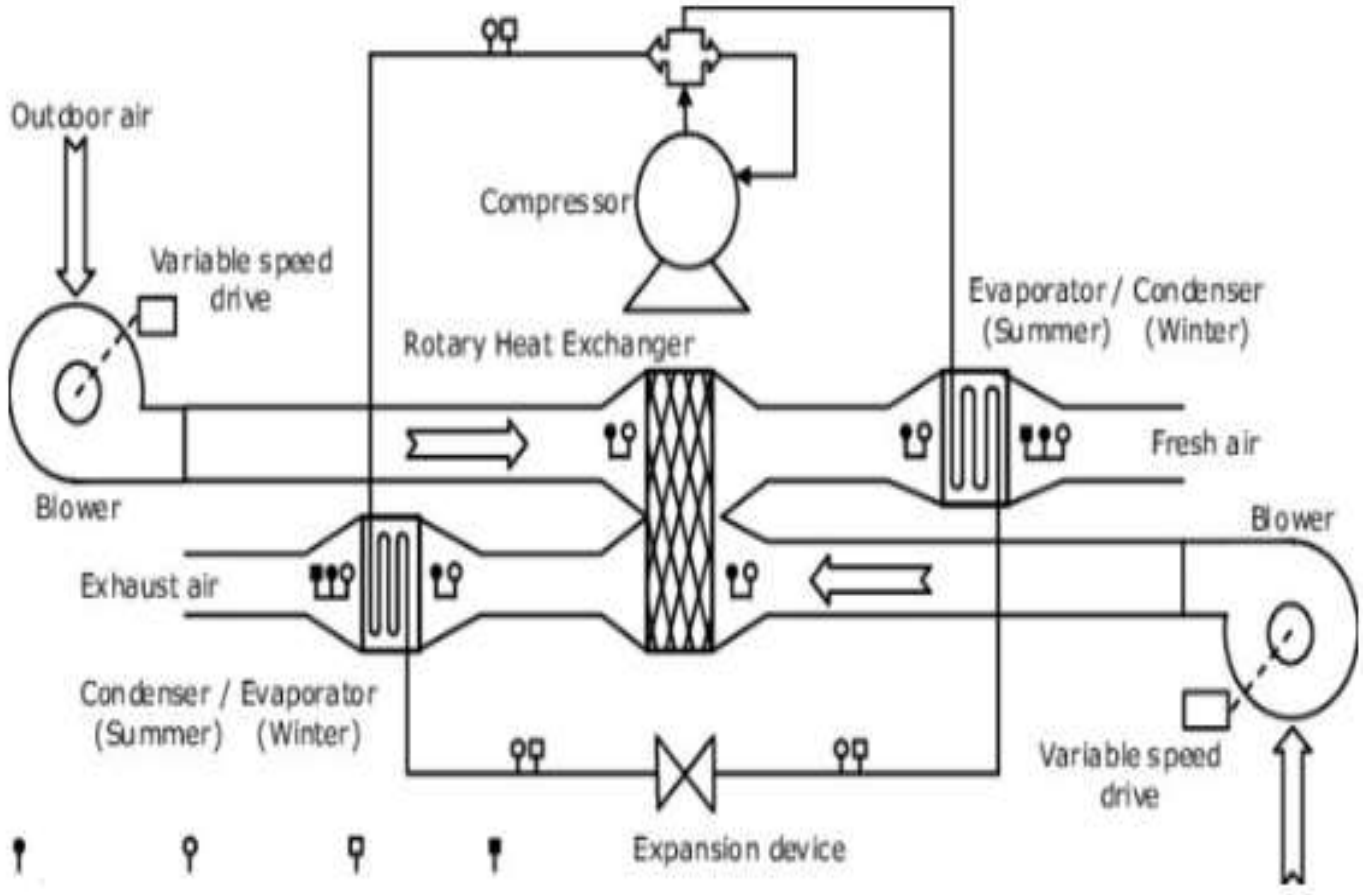
Közvetlen csatlakozás a primer körhöz

Alarnaot Alarnaout, G., Navarro-Esbrí, J., & Mota-Babiloni, A. (2024). Operational, economic, and carbon footprint feasibility of a moderately-high-temperature heat pump as an alternative to conventional boilers in various scenarios. Energy Conversion and Management, 309, 118424. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.enconman.2024.118424

HŐSZIVATTYÚ-KAPCSOLÁSOK KÜLÖNBÖZŐ HULLADÉKHŐFORRÁSOKHOZ

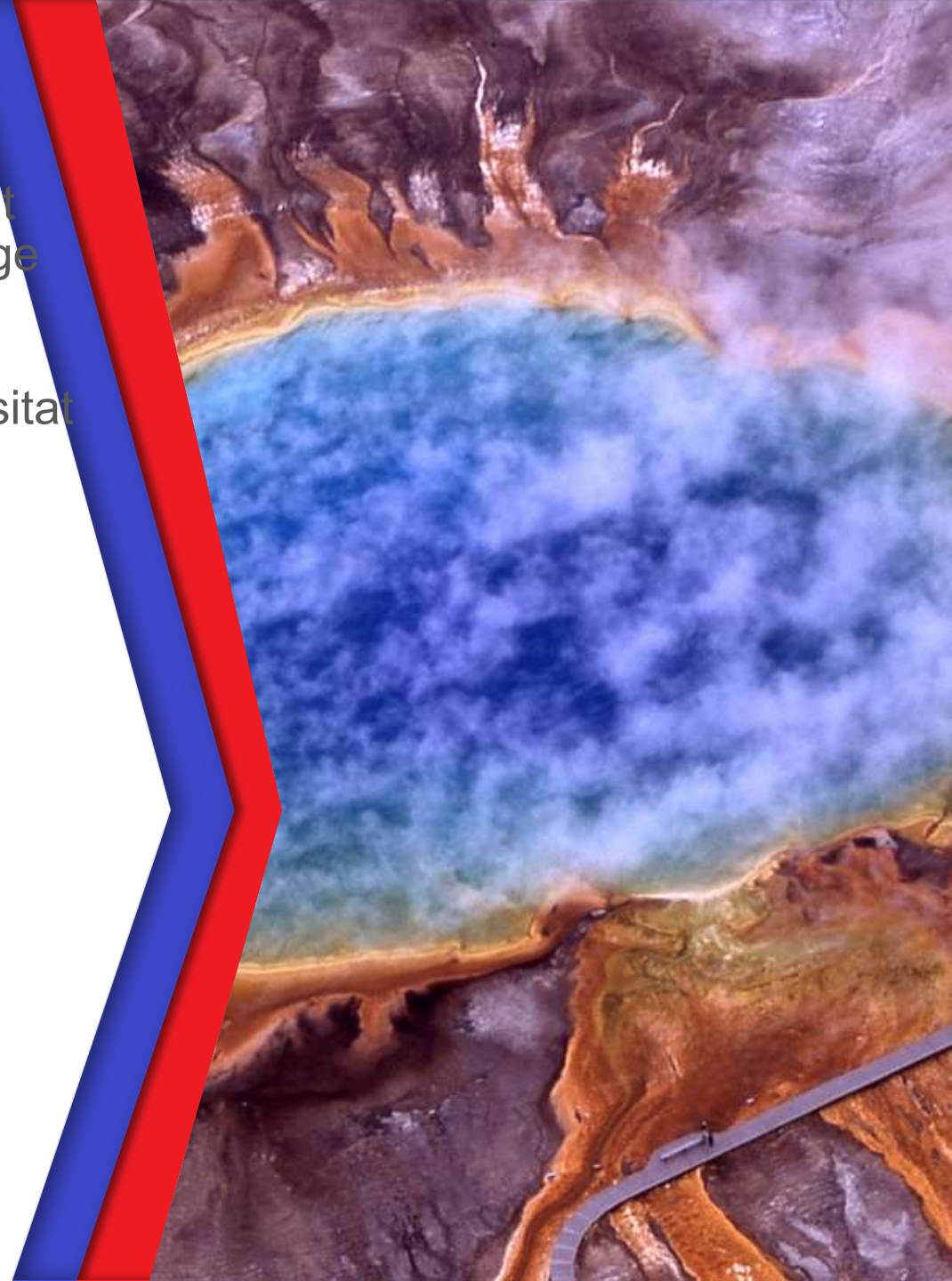
Integráció levegő- vagy gázáramokkal

- Integráció szellőzőlevegős rendszerekkel az épületgépészeti hővisszanyeréshez.
- Elszívott levegő (pl. épületekből vagy ipari folyamatokból) hőforrásként használható.
- Hővisszanyerés kazánok, kemencék és tüzelőberendezések füstgázából.
- Frisslevegő-előmelegítés hőszivattyúval a fűtési igény csökkentésére.
- Gyakori hővisszanyerős szellőztetésben (ERV) és ipari légkezelőkben.



Žandeckis, A., Klavina, K., Dzikevics, M., Kirsanovs, V., & Žogla, G. (2015). Solutions for Energy Efficient and Sustainable Heating of Ventilation Air: A Review. Journal of Engineering Science and Technology Review, 8, 98–111. https://doi.org/10.25103/jestr

Köszönjük a figyelmet!_x000B__x000B_Module 3 – Heat production_x000B_SHaKE – Sharing Heat and Knowledge on Energy Communities_x000B__x000B_https://www.shakeproject-dhc.eu/_x000B__x000B_Kidolgozó intézmények: Universitat Jaume I de Castellón_x000B_Szerzők: Ghad Alarnaout-Alarnaout, Dr. Adrián Mota-Babiloni_x000B__x000B_



MŰEGYETEM 1782

UNIVERSITAT JAUME I

MINES PARIS | PSL

Co-funded by the European Union