Module 3: Heat production

Module 3.3
KAPCSOLT HŐ- ÉS VILLAMOSENERGIA-TERMELÉS (CHP)

SHaKE – Sharing Heat and Knowledge on Energy Communities
Erasmus+ KA220-HED Cooperation Partnerships in Higher Education
Developing institutions: Universitat Jaume I de Castellón
Authors: Ghad Alarnaout-Alarnaout, Dr. Adrián Mota-Babiloni
Date: May 2026
Version 1.1

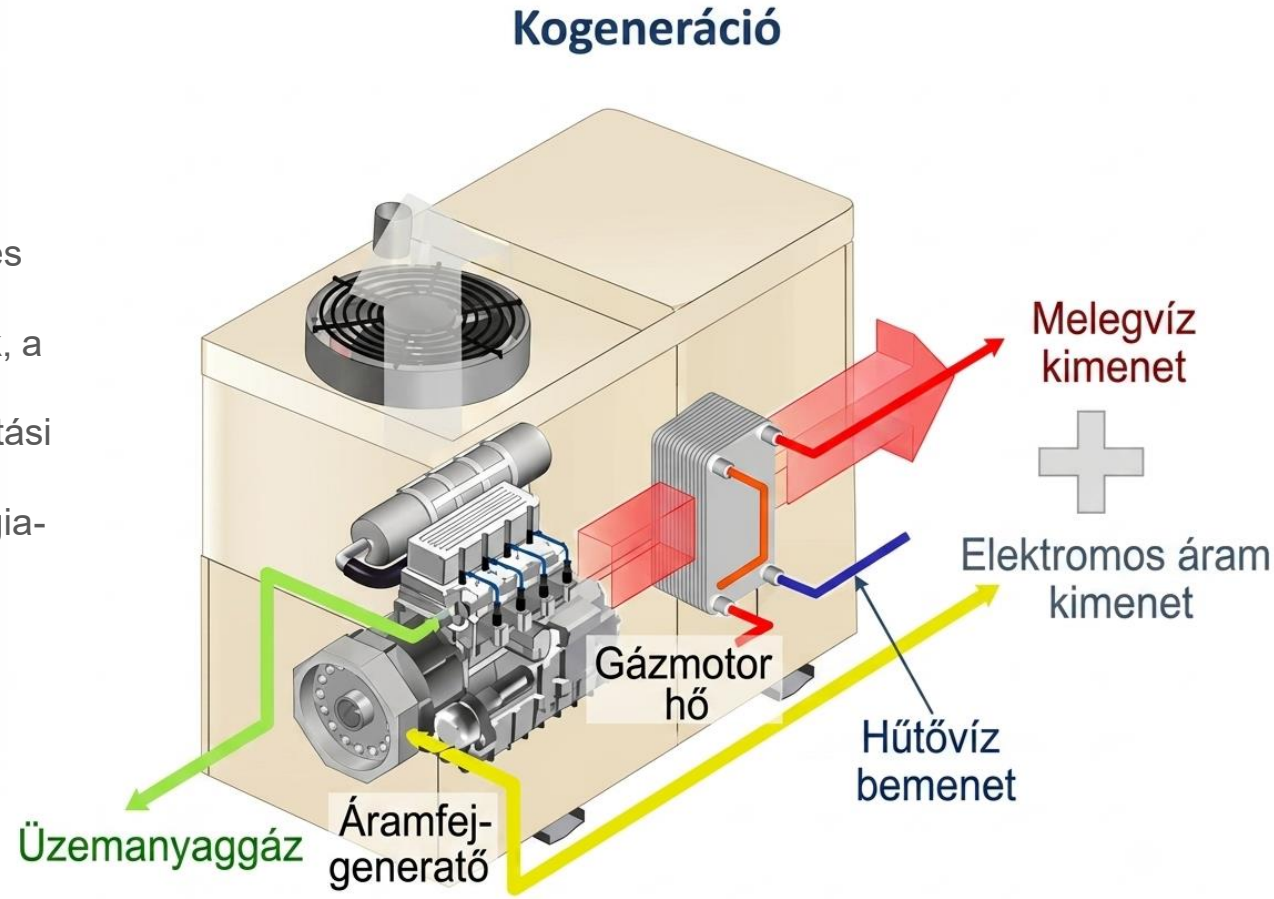
SHaKE
Sharing Knowledge on Energy Communities



2.1. BEVEZETÉS A CHP RENDSZEREIBE

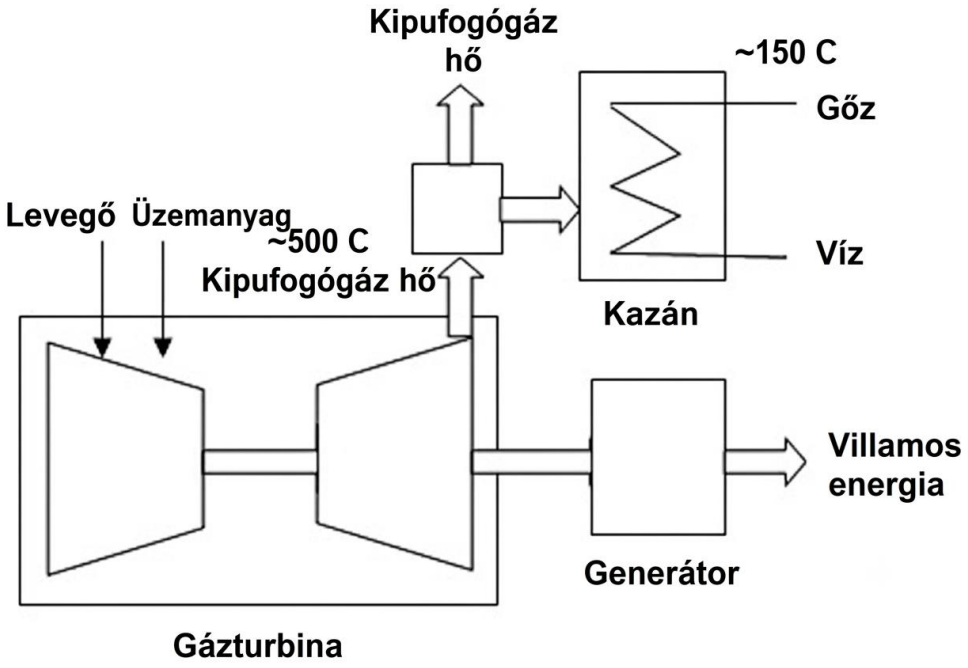
CHP

- Villamos energia és hasznos hő egyidejű előállítása egyetlen tüzelőanyag-forrásból.
- Javítja az összesített energiahatékonyságot a külön történő hő- és villamosenergia-termeléshez képest.
- A gyakran alkalmazott technológiák közé tartoznak a gázturbinák, a gőzturbinák és a belső égésű motorok.
- A hő hasznosítható távfűtéshez, ipari folyamatokhoz vagy háztartási célokra.
- Széles körben alkalmazzák az iparban, kórházakban és távenergia-rendszerekben.



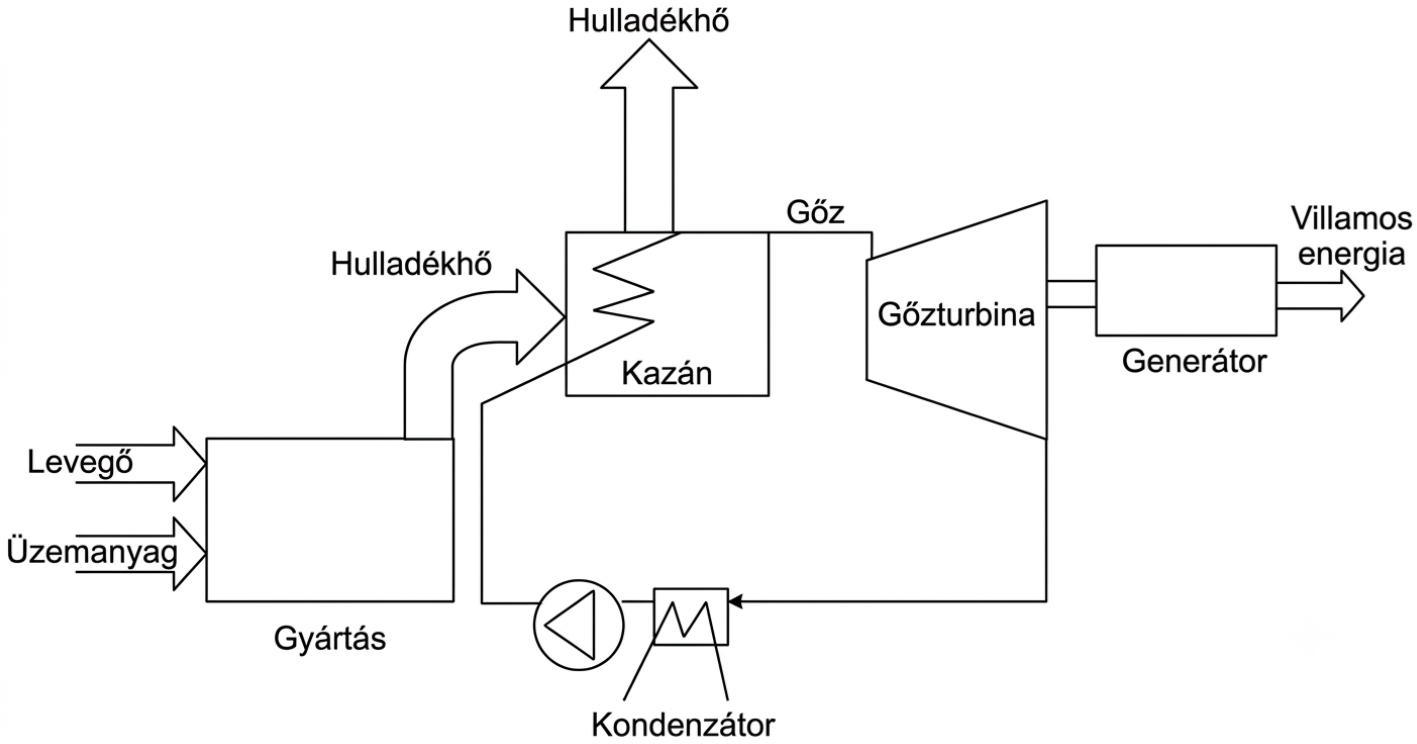
Yanmar. (n.d.). Cogeneration systems. https://www.yanmar.com/global/energy/cogeneration_systems/

2.1. BEVEZETÉS A CHP RENDSZEREIBE



Primer oldali kapcsolt energiatermelési ciklus (felső ciklus)

- A hő segítségével állít elő villamos energiát, majd hasznosítja a hulladékhőt.



Utólagos (alsó fokozatú) kapcsolt energiatermelési ciklus

- A rendszer elsősorban hőt hasznosít, majd a hulladékhőt villamosenergia-termelésre használják fel.

Jahanzaib, M., Pasha, R. A., & Suleman, M. (2010). A kogeneráció egy lehetőség az ipari energia-megtakarításra.

2.1. BEVEZETÉS A CHP RENDSZEREIBE

Számos CHP-technológiát fejlesztettek ki, amelyeket két fő csoportba sorolnak:

Rugalmas egységek:
Ezek a rendszerek a hőigény függvényében képesek módosítani a villamosenergia- és hőtermelés arányát. Az egységek az alábbi üzemmódokban működhetnek:

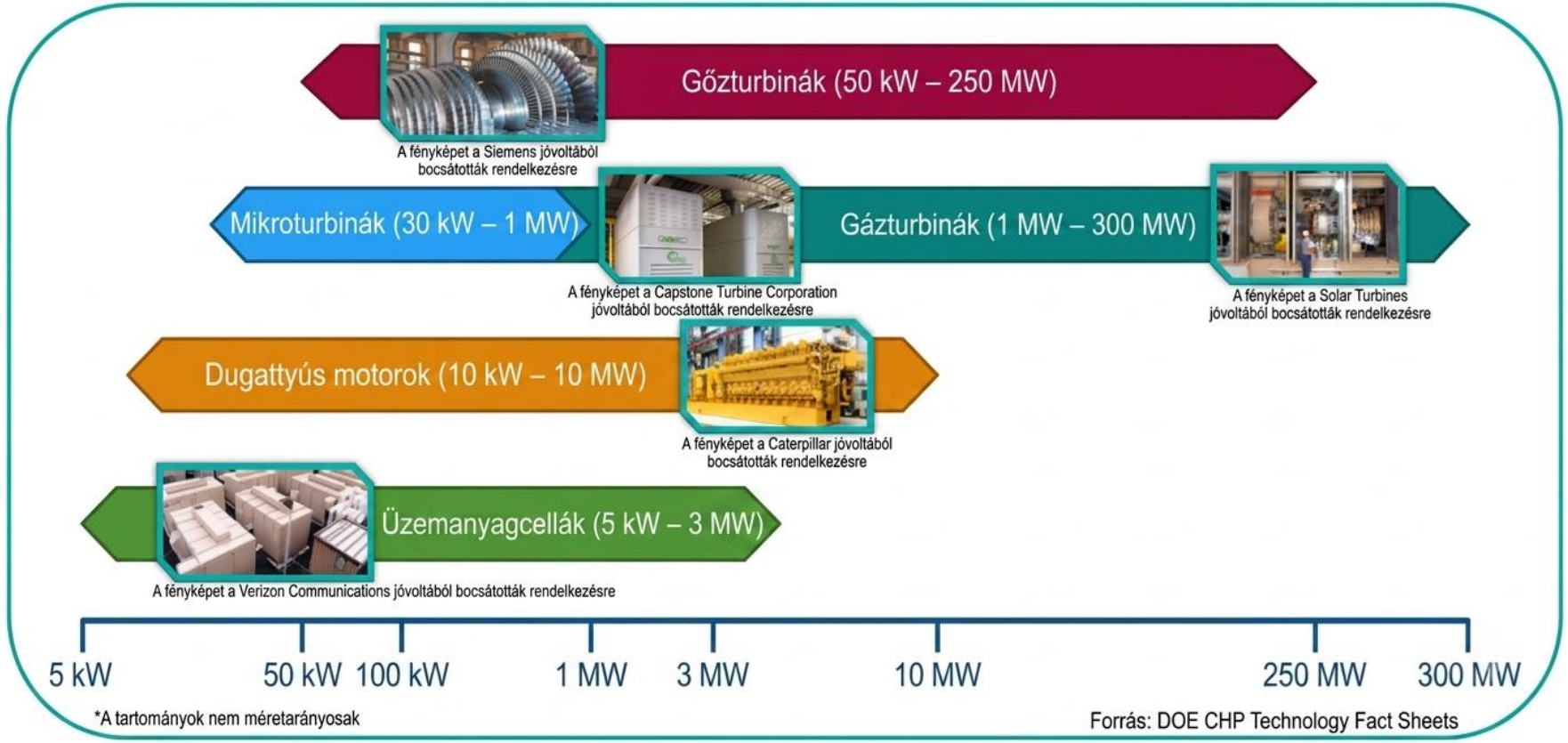
- **Teljes kapcsolt energiatermelési (kogenerációs) üzemmód:** Maximális hőtermelés.
- **Teljes kondenzációs üzemmód:** Maximális villamosenergia-termelés, hasznos hőtermelés nélkül. A működés az aktuális hőigénytől függ.

Fix hőtermelésű egységek:
Ezek a rendszerek az igényektől függetlenül, állandó mértékben termelnek hőt. Ha nincs szükség hőre, a felesleg a környezetbe távozik.

European Commission. (2017). Reporting instructions for CHP: Reference year 2016 onwards. Retrieved from https://ec.europa.eu/eurostat/documents/38154/42195/Final_CHP_reporting_instructions_reference_year_2016_onwards_30052017.pdf

2.1. BEVEZETÉS A CHP RENDSZEREIBE

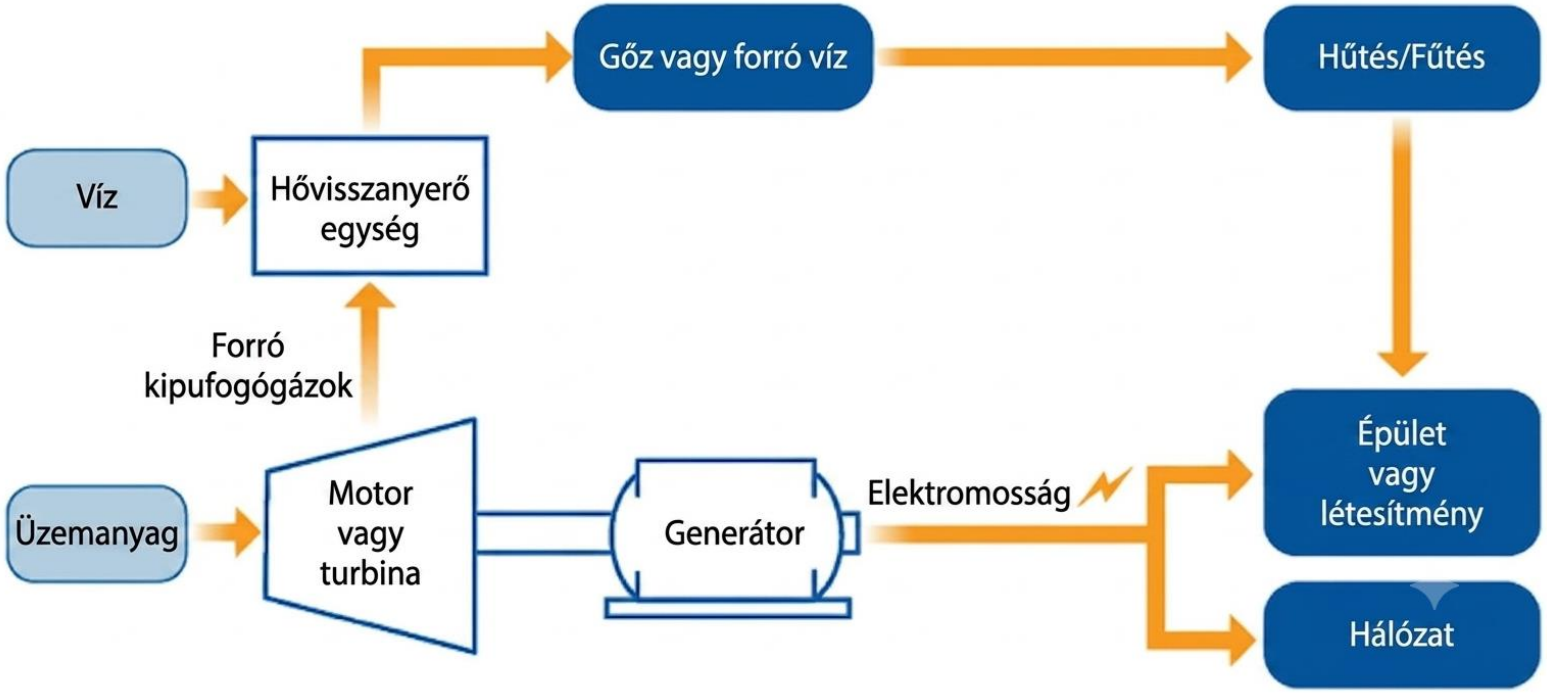
A különböző CHP technológiák típusai a teljesítménytartományok függvényében:



Epperson és Jane. (nem ismert). Kombinált hő- és energiatechnológia ma Üdvözlöm: Melisa Adrien-EETM-Ohio Moderátor: Jane Epperson-US DOE CHP TAP 2. www.energy.gov/chp

2.1. BEVEZETÉS A CHP RENDSZEREIBE

- Üzemanyag-ellátás: A rendszert valamilyen üzemanyag – leggyakrabban földgáz, biomassza vagy hidrogén – működteti.
- Áramtermelés: Az üzemanyag motorban vagy turbinában ég el, és meghajt egy generátort, amely villamos energiát állít elő.
- Hőhasznosítás: A melléktermékként keletkező hő elvesztegetése helyett (ahogyan az a hagyományos erőműveknél történik) egy hőcserélő hasznosítja a füstgázok és a folyamat során keletkező hő energiáját.
- Hőenergia-felhasználás: A kinyert hőt melegvíz-ellátásra, fűtésre vagy ipari gőz előállítására hasznosítják.
- Magas hatásfok: Mivel a rendszer egyetlen üzemanyagforrásból egyszerre állít elő villamos energiát és hőt, hatásfoka elérheti a 80–90%-ot (szemben a külön-külön történő előállítás esetén jellemző 40–50%-kal).



EnergyLink. (nem ismert). Hogyan működik a CHP. Letöltve: 2024. november 18-án https://goenergylink.com/blog/how-chp-works/

2.1. BEVEZETÉS A CHP RENDSZEREIBE

Fő paraméterek

Elektromos teljesítmény): $\dot{P}_e = \frac{\dot{Q}_{\text{üzemanyag}} \times \eta_{generátor}}{Beáramló\ folyadék\ hőmérséklete}$

Hőenergia($\dot{Q}_t$): $\dot{Q}_t = \dot{m} \times C_P \times (T_{ki} - T_{be})$

Általános hatásfok (η_x): $\eta_x = \frac{\dot{P}_e + \dot{Q}_t}{\dot{Q}_{\text{üa}}} \times 100$

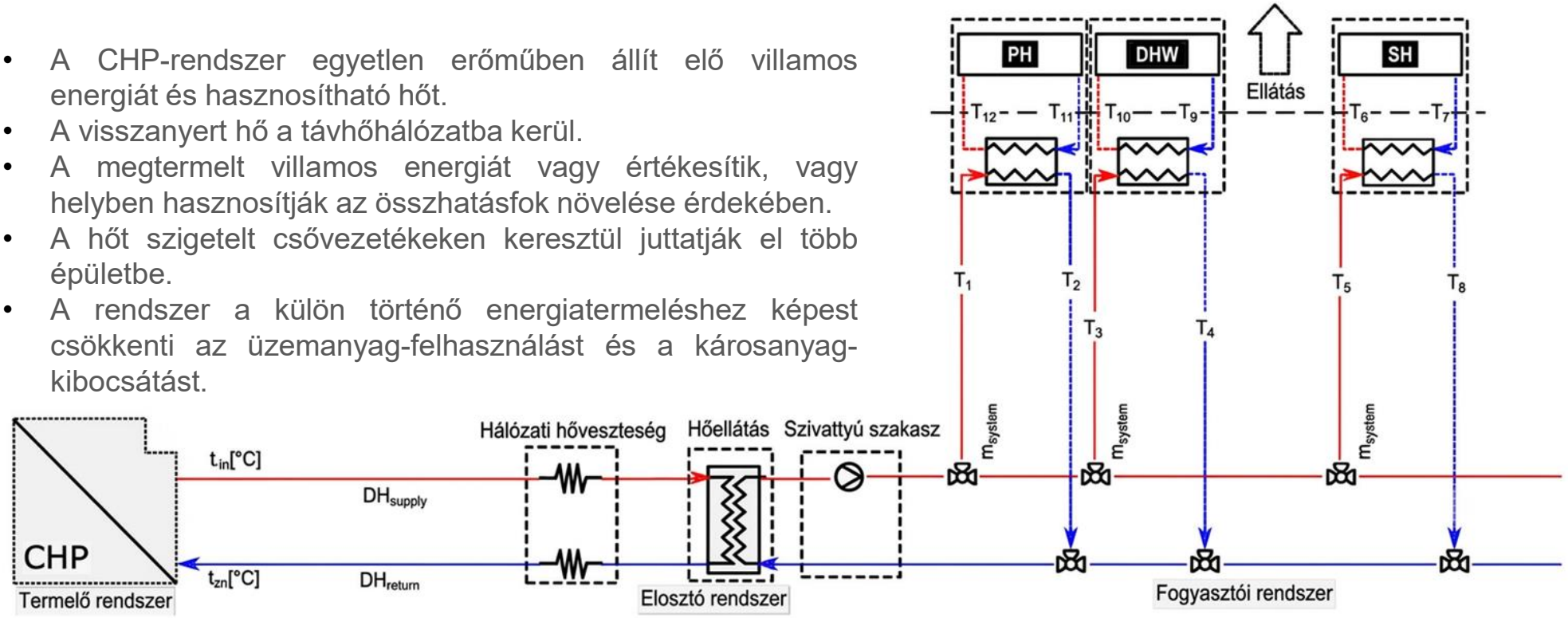
Hő-villamosenergia arány(C/E): $\frac{C}{E} = \frac{\dot{Q}_t}{\dot{Q}_e}$

Terhelési tényező: $TL = \frac{P_{\text{átlag}}}{P_{\max}}$

2.2. A CHP RENDSZEREK SZEREPE A HŐTERMELÉSBEN ÉS INTEGRÁCIÓJUK KÜLÖNBÖZŐ TECHNOLÓGIÁKBA, PÉLDÁUL TÁVHŐBE

CHP csatlakozás és integrációja a távhőbe

- A CHP-rendszer egyetlen erőműben állít elő villamos energiát és hasznosítható hőt.
- A visszanyert hő a távhőhálózatba kerül.
- A megtermelt villamos energiát vagy értékesítik, vagy helyben hasznosítják az összhatásfok növelése érdekében.
- A hőt szigetelt csővezetékeken keresztül juttatják el több épületbe.
- A rendszer a külön történő energiatermeléshez képest csökkenti az üzemanyag-felhasználást és a károsanyag-kibocsátást.

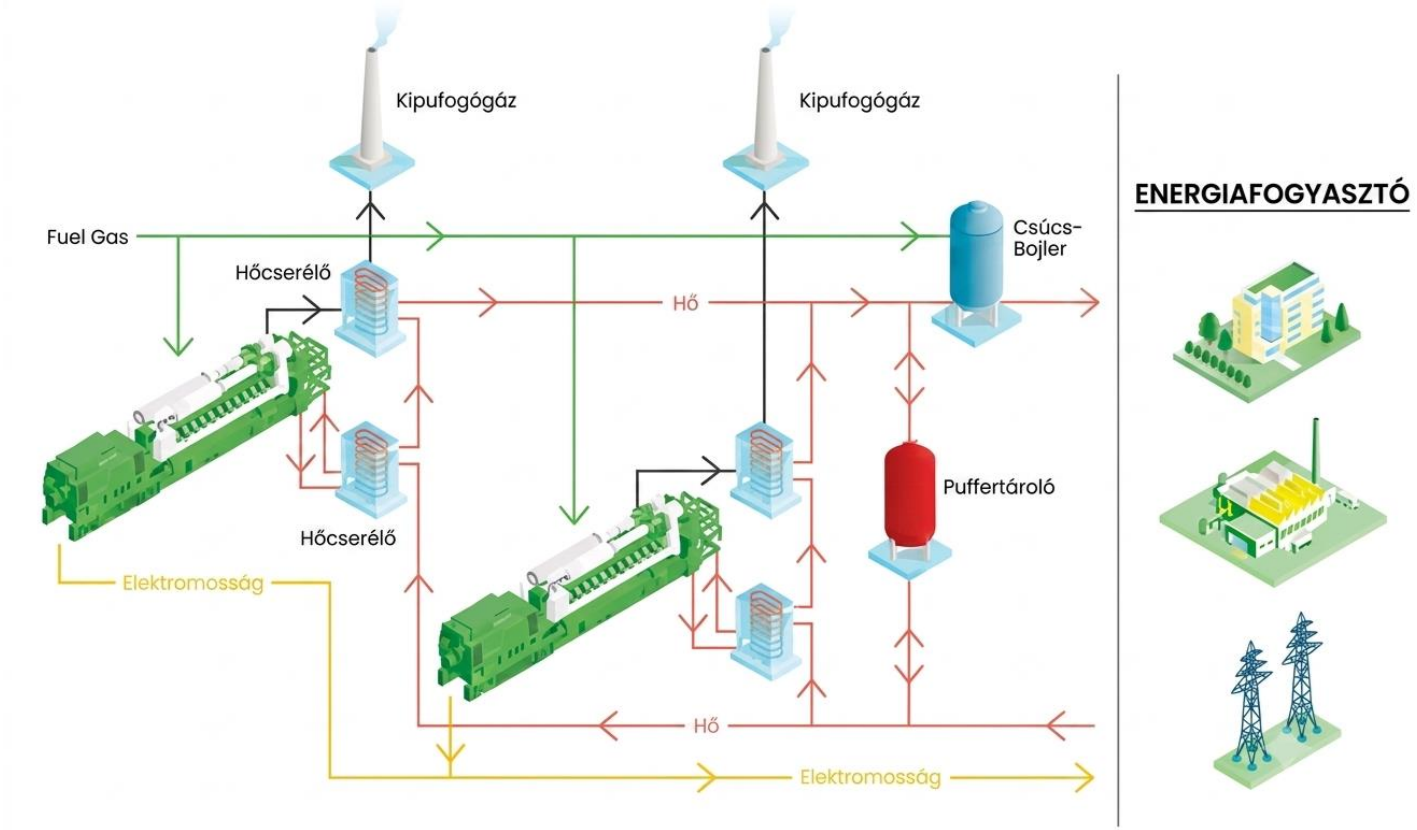


Barco-Burgos, J., Bruno, J. C., Eicker, U., Saldaña-Robles, A. L., & Alcántar-Camarena, V. (2022). Áttekintés a magas hőmérsékletű hőszivattyúk integrációjáról a távfűtési és hűtési hálózatokba. Energia, 239. https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.122378

2.2. A CHP RENDSZEREK SZEREPE A HŐTERMELÉSBEN ÉS INTEGRÁCIÓJUK KÜLÖNBÖZŐ TECHNOLÓGIÁKBA, PÉLDÁUL TÁVHŐBE

CHP integrációja a kereskedelmi és ipari épületekbe

- Helyszíni telepítésű kapcsolt hő- és villamosenergia-termelő (CHP) rendszer kereskedelmi vagy intézményi épületekben történő energiaellátáshoz.
- Egyidejűleg állít elő villamos energiát és hasznosítható hőt az épület igényeinek kielégítésére.
- A hőenergia helyiségek fűtésére, használati melegvíz-ellátásra vagy abszorpciós hűtésre hasznosítható.
- Csökkenti a hálózatból történő villamosenergia-vásárlást és javítja az energiahatékonyságot.
- Egyenletes hőigény esetén (pl. kórházak, szállodák, egyetemek) működik a leghatékonyabban.

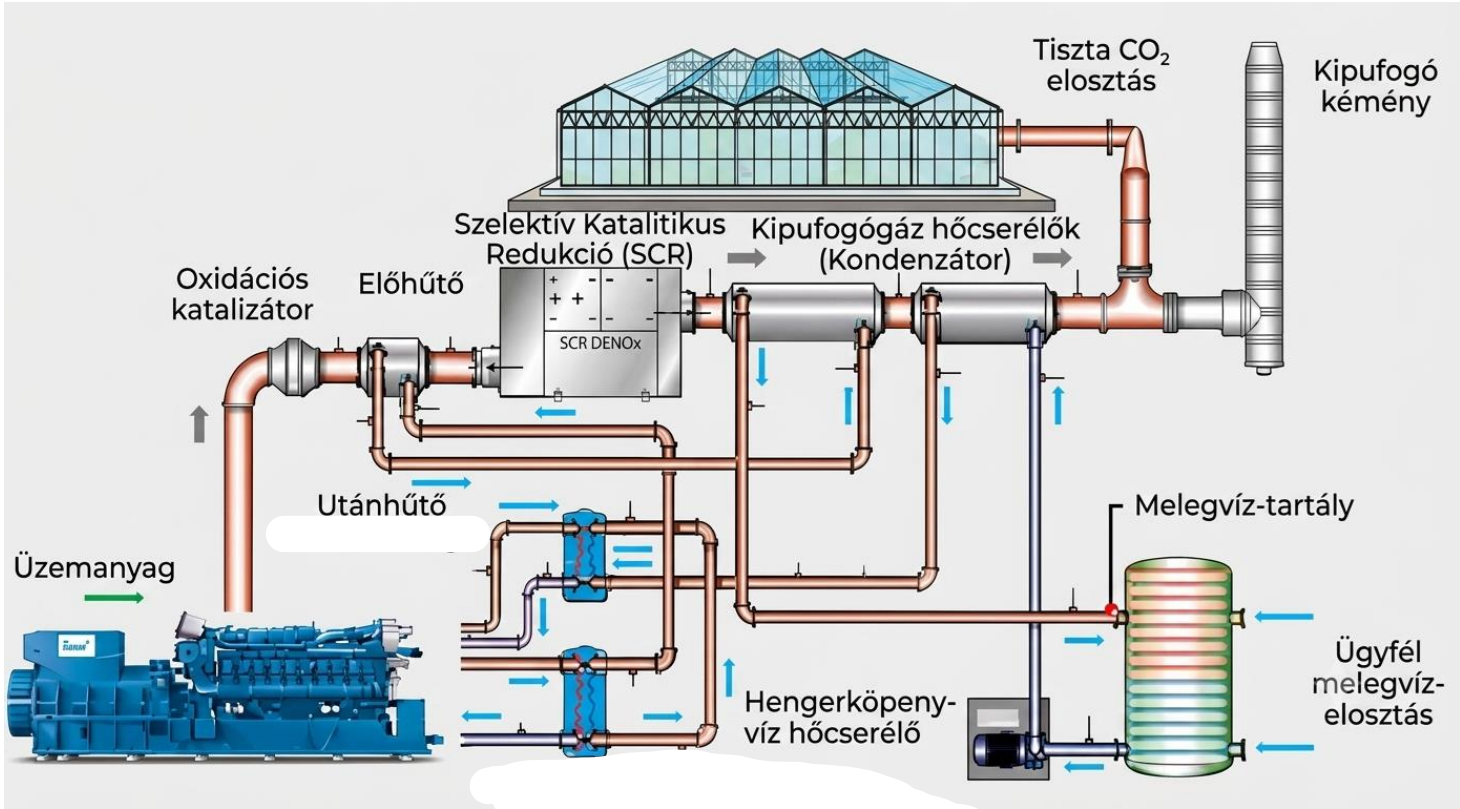


Jenbacher. (n.d.). Commercial & industrial buildings. https://www.jenbacher.com/en/energy-solutions/industries/commercial-industrial-buildings/

2.2. A CHP RENDSZEREK SZEREPE A HŐTERMELÉSBEN ÉS INTEGRÁCIÓJUK KÜLÖNBÖZŐ TECHNOLÓGIÁKBA, PÉLDÁUL TÁVHŐBE

A CHP integrációja az üvegházakba

- A helyszínen telepített kapcsolt hő- és villamosenergia-termelő (CHP) egység látja el a növényházat villamos energiával és hővel.
- A hulladékhő a növények számára optimális termesztési hőmérséklet fenntartására szolgál.
- A füstgázból származó CO_2 leválasztható és felhasználható a növények dúsítására.
- Javítja az energiahatékonyságot és csökkenti a fűtéshez szükséges tüzelőanyag-felhasználást.
- Stabil klímaszabályozást tesz lehetővé az egész éves növénytermesztéshez..

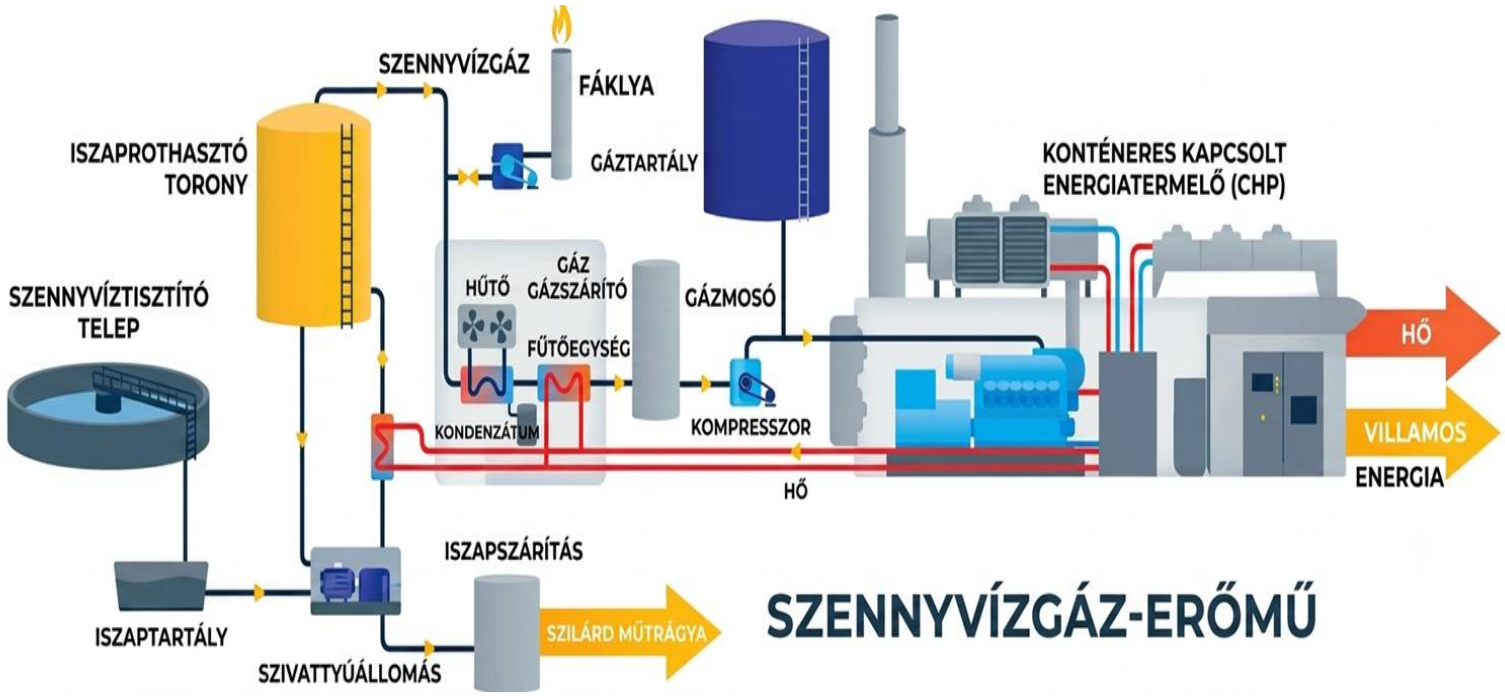


Edina. (n.d.). Glasshouse CHP. https://www.edina.eu/sectors/glasshouse-chp

2.2. A CHP RENDSZEREK SZEREPE A HŐTERMELÉSBEN ÉS INTEGRÁCIÓJUK KÜLÖNBÖZŐ TECHNOLÓGIÁKBA, PÉLDÁUL TÁVHŐBE

CHP integrációja a szennyvíztelepbe

- A CHP-rendszer az iszap anaerob lebontása során keletkező biogázt hasznosítja.
- Villamos energiát állít elő az üzem működtetéséhez és a helyszíni igények kielégítésére.
- A visszanyert hőt a rothasztó hőmérsékletének fenntartására használják fel.
- Csökkenti a külső energiafelhasználást és az üzemeltetési költségeket.
- Javítja a tisztítótelep általános energia-önellátottságát.



Edina. (n.d.). Glasshouse CHP. https://www.edina.eu/sectors/glasshouse-chp

2.2. A CHP RENDSZEREK SZEREPE A HŐTERMELÉSBEN ÉS INTEGRÁCIÓJUK KÜLÖNBÖZŐ TECHNOLÓGIÁKBA, PÉLDÁUL TÁVHŐBE

A CHP rendszerek által előállított hőtípusok

- Melegvíz: Helyiségek fűtésére és használati melegvíz-ellátásra.
- Gőz: Ipari folyamatokban vagy távfűtésben történő felhasználásra.
- Alacsony hőmérsékletű hő: Előmelegítésre, szárításra vagy abszorpciós hűtésre.
- Technológiai hő: Közvetlen hőfelhasználás ipari rendszerekben.
- Hőenergia abszorpciós hűtőberendezésekhez: Trigenerációhoz (hő-, villamosenergia- és hűtésellátás).

2.3. A CHP TECHNOLÓGIA ELŐNYEI

A kogeneráció általános előnyei:

1. Energiahatékonyság
2. Kibocsátás-csökkentés
3. Rugalmasság
4. Energiabiztonság
5. Csökkentett üzemeltetési költségek

2.4. A CHP ÉS DHN INTEGRÁCIÓJÁNAK MŰKÖDÉSI ÉS MŰSZAKI KIHÍVÁSAI

- Működési rugalmasság

Keresletváltozékonyság: A távfűtési hálózatok ingadozó hőigényűek; a kapcsolt hőtermelőknek (CHP) a stabil, teljes terhelésű működést részesítik előnyben → fejlett szabályozásra és tartalék megoldásokra van szükség.

- Hálózati interakció:

A kapcsolt hőtermelőknek egyensúlyban kell tartaniuk a hő- és villamosenergia-igényt → összetett, különösen a megújuló energiaforrások esetében.

- Infrastruktúra integráció

Utólagos telepítési kihívások: Gyakran szükség van a csövek, hőcserélők és tartályok korszerűsítésére.

- Hőmérséklet/nyomás illesztés:

Az eltérések extra berendezéseket igényelnek → magasabb költségek és bonyolultság.

- Rendszer megbízhatósága

Kettős függőség: A kapcsolt hőtermelő meghibásodása mind a hő-, mind az energiatermelést befolyásolja → magas karbantartási igényt igényel.
Szükséges tartalékok: A tároló vagy segédrendszerek növelik a költségeket, de biztosítják a folytonosságot.

- Üzemanyag és kibocsátások

Üzemanyag-ellátás: A folyamatos üzemanyag-hozzáférés kritikus fontosságú (földgáz, biomassza). Kibocsátás-szabályozás: Meg kell felelni a CO_2, NOx, PM határértékeknek → gázmosókra, szűrőkre vagy tiszta égésre van szükség.
Megújuló energiaforrások integrációja: A biogáz vagy a hulladékhő üzemanyag-minőségi és kibocsátási tervezést igényel.

2.4. A CHP ÉS DHN INTEGRÁCIÓJÁNAK MŰKÖDÉSI ÉS MŰSZAKI KIHÍVÁSAI

- **Rendszer megbízhatósága**

Kettős függőség: A kapcsolt hő- és villamosenergia-termelő üzem meghibásodása mind a hő-, mind az energiatermelést befolyásolja → magas karbantartási igényt igényel.
Tartalékok szükségesek: A tároló vagy segédrendszerek növelik a költségeket, de biztosítják a folytonosságot.

- **Üzemanyag és kibocsátások**

Üzemanyag-ellátás: A folyamatos üzemanyag-hozzáférés kritikus fontosságú (földgáz, biomassza).
Kibocsátásszabályozás: Meg kell felelni a CO_2, NOx, PM határértékeknek → gázmosókra, szűrőkre vagy tiszta égésre van szükség.
Megújuló energiaforrások integrációja: A biogáz vagy a hulladékhő üzemanyag-minőségi és kibocsátástervezést igényel.

2.5. A CHP ENERGIAHATÉKONYSÁGA, GAZDASÁGOSSÁGA ÉS KÖRNYEZETI HATÁSA A FŰTÉSTERMELÉSBEN

CHP Típus	Elektromos hatékonyság (%)	Hőhatékonyság (%)	Teljes hatékonyság (%)
Gázmotor	35–42 %	45–50 %	80–90 %
Gázturbina	25–35 %	40–50 %	70–85 %
Kombinált ciklus (GT + ST)	45–55 %	30–40 %	80–90 %
Micro-CHP (lakóegység)	12–20 %	60–70 %	80–85 %
Biomassza CHP	20–30 %	40–50 %	60–80 %
Gőz CHP (ipari)	10–15 %	60–75 %	70–85 %

2.5. A CHP ENERGIAHATÉKONYSÁGA, GAZDASÁGOSSÁGA ÉS KÖRNYEZETI HATÁSA A FŰTÉSTERMELÉSBEN

Gazdaság

Eset példa:

Gázturbina működik 7,800 óra/évet

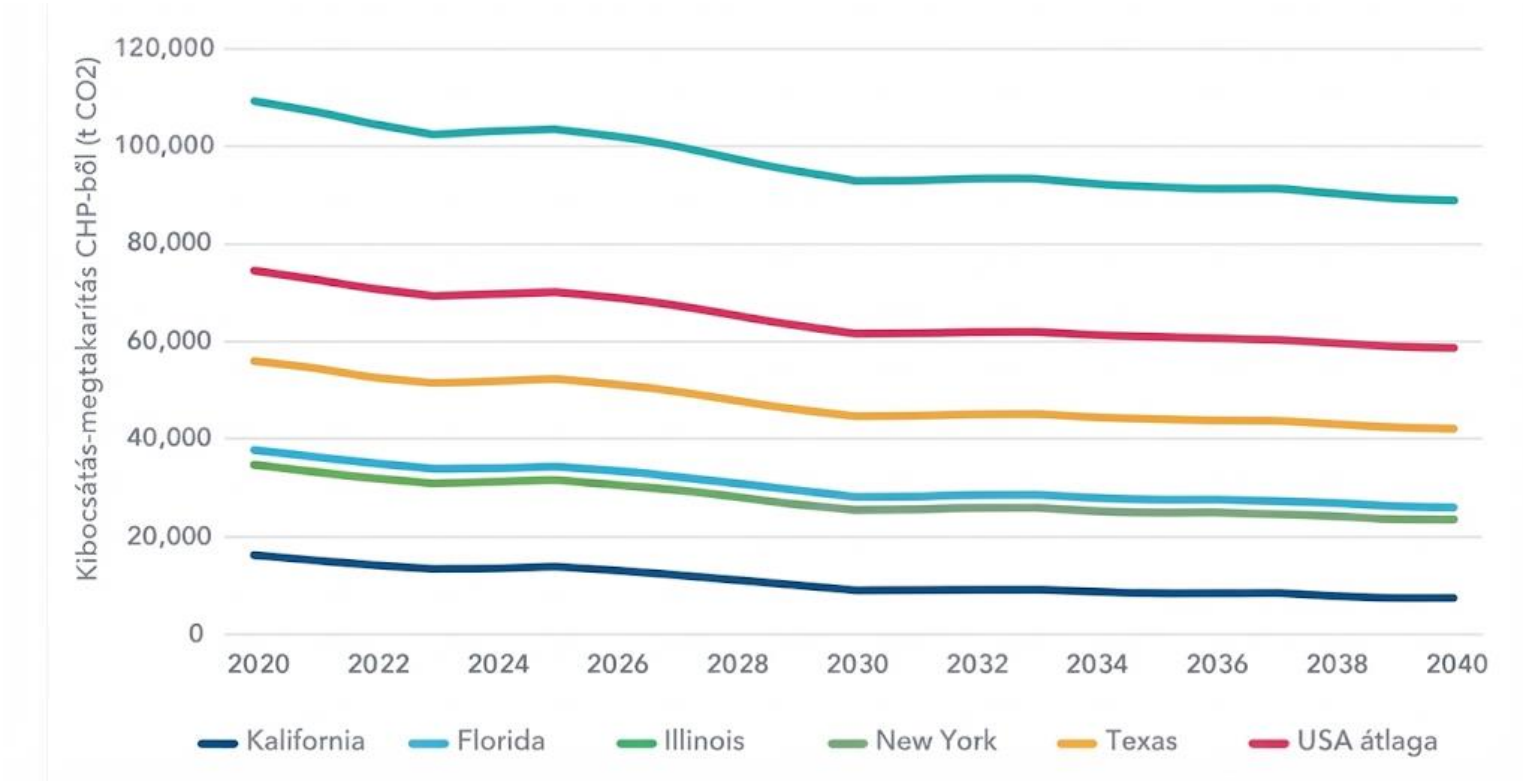
Éves összemegtakarítás	**1,650,000$**
Becsült tőkeköltség	**9,075,000$**
Egyszerű megtérülés	**5,5 Év**

$$\text{Megtérülési idő} = \frac{\text{Kezdeti beruházás}}{\text{Éves megtakarítás}}$$

Epperson, & Jane. (n.d.). Combined Heat and Power Technology Today Welcome: Melisa Adrien-EETM-Ohio Moderator: Jane Epperson-US DOE CHP TAP 2. www.energy.gov/chp

2.5. A CHP ENERGIAHATÉKONYSÁGA, GAZDASÁGOSSÁGA ÉS KÖRNYEZETI HATÁSA A FŰTÉSTERMELÉSBEN

Környezeti hatás



$$E_{CO_2} = \frac{Q_{\text{üzemanyag}} \times \text{Kibocsátási tényező}}{\text{Az üzemanyag fűtőértéke}}$$

ICF. (nem ismert). CHP: Kibocsátáscsökkentés energiamegtakarítás mellett. Letöltve: 2024. november 18-án https://www.icf.com/insights/energy/chp-reducing-emissions

SHaKE
Sharing Knowledge on Energy Communities

CC BY

Thank you!

Module 3.3 – Combined Heat and Power
SHaKE – Sharing Heat and Knowledge on Energy Communities

https://www.shakeproject-dhc.eu/

Developed by Universitat Jaume I de Castellón

Dr. Adrián Mota-Babiloni | mota@uji.es
Ghad Alarnaot-Alarnaout | alarnaot@uji.es

MŰEGYETEM 1782

UNIVERSITAT JAUME I

MINES PARIS | PSL

Co-funded by
the European Union

