

## 2.4 | Energetikai fafelhasználás 2.6 | kapcsolt energiatermelésre

*Tárgyszavak: kapcsolt energiatermelés; biomassa; Spilling motor; gazdaságossági elemzés.*

A biomassa felhasználása villamos áram és hő együttes gazdaságos előállítására növekszik. Ennek érett technológiája van és a folyamat jól szabályozható. Felmerül a kérdés, hogy milyen a kis fatüzelésű kombinált erőművek gazdaságossága. Ebből a szempontból vizsgáltak 100–1000 kW villamos teljesítményű berendezéseket.

### Kockázati tényezők

A gazdaságosságot minden lényeges tényező jelenlegi és a jövőben várható értékének figyelembevételével lehet megítélni. A paraméterek alakulását hosszú időre előre nehéz megbecsülni, mivel azokat a politikai célok változása és a globális energiapolitikai helyzet befolyásolja. Ennek következtében módosulhatnak a hő- és áramoldali követelmények, valamint a költség- és árviszonyok. A kockázatok felmérésére az egyes paramétereket bizonyos sávban variálják, és matematikai módszerekkel költségfüggvényeket állítanak fel. Az így végzett gazdaságossági számítások maximális hibája  $\pm 25\%$  lehet.

A szükséges vizsgálatoknak a következőkre kell kiterjedniük:

- Olyan helyzetek azonosítása, amikor áram és hő kapcsolt előállítása célszerű.
- Gazdaságossági elemzések egyes változatokra, figyelembe véve a helyi körülményeket (pl. szállítási lehetőségek).
- Tervezési és megvalósítási változatok kidolgozása.

Az elemzések során gondolni kell arra, hogy a különféle biomassa paraméterei igen eltérők lehetnek.

### Energiamérleg a felhasználónál

A felhasználónál a fa kiszárításához hő szükséges. Az áramigényt nem szükséges részletesen kiszámítani, mivel a biomasszából előállított áramot az

országos hálózatba betáplálják. Egy kombinált erőmű fával való üzemeltetésénél figyelembe kell venni, hogy a faszárítás az üzemeltetés feltétele és az erre felhasznált hő ára mint kiadás jelentkezik.

A fának mint tüzelőanyagnak az árát átlagosan 0,005 EUR/kWh értékkel lehet figyelembe venni. Ez megfelel 1 m<sup>3</sup> légszáras (kb. 40% nedvességtartalmú) fa kb. 15 eurós árának. Nagyobb nedvességtartalom esetén a tüzelőanyag költségei természetesen nagyobbak lesznek.

## Kapcsolt energiatermelés fatüzeléssel

Biomasszával (fával) működő kapcsolt energiatermelésű erőmű esetében a következő technológiai lehetőségek vannak:

- a fagáz energetikai felhasználása;
- gőztermelés fatüzelésű kazánban és áramtermelés gőzturbinával;
- gőztermelés fatüzelésű kazánban és áramtermelés Spilling gőzmotorral.

Kutatásokat végeznek más technológiai megoldások kifejlesztésére, de ezek közül még egyik sem érett gyakorlati felhasználásra.

A fagáz energetikai felhasználása 1000 kW-nál kisebb berendezésekben még nem megoldott.

Gőz előállítására hagyományos, de fatüzelésre is alkalmas kazánok használhatók. 300 kW-tól 50 MW-ig terjedő skálán különféle kazánok kaphatók a kereskedelemben. Ilyen berendezések létesítésénél gondolni kell azonban a fa tárolására. Mintegy 30–60 napos készlettel kell számolni az évszaktól és az időjárási viszonyoktól függően, ami nem mindig oldható meg. Ha csak felaprított faanyagot használnak, akkor elesnek ugyan az aprítási költségek, de több pénzt kell kiadni az anyagért.

Áramtermelésre 360–1200 kW teljesítményű gőzturbinákat alkalmaznak. A beruházási költségek 1250 és 1950 EUR/kW között vannak.

A vizsgálatok három berendezésmoddellre és négyféle méretre terjedtek ki. Ezek adatait az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat

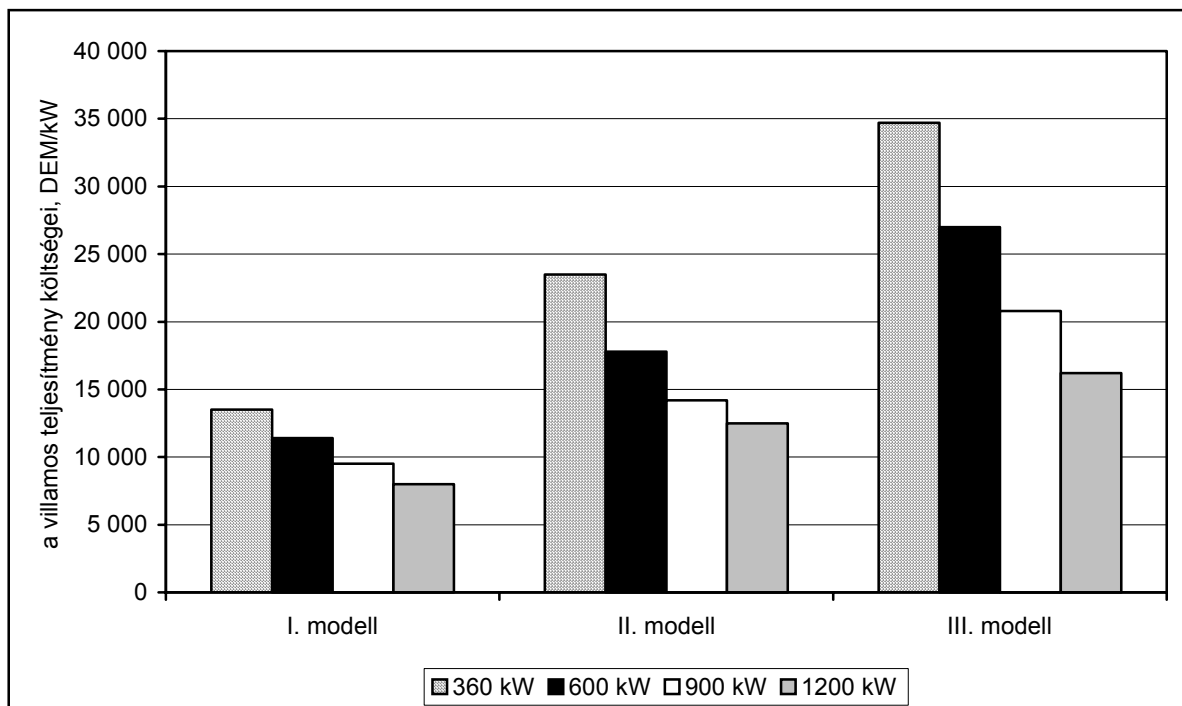
A vizsgált gőzturbinás erőműmodellek paraméterei

Modell	Gőznyomás	Gőzhőmérséklet	Teljesítmény – áram/hő			
			T1	T2	T3	T4
I.	30 bar	350 °C	360 kW <sub>e</sub> 1,8 MW <sub>t</sub>	600 kW <sub>e</sub> 3,1 MW <sub>t</sub>	900 kW <sub>e</sub> 4,6 MW <sub>t</sub>	1200 kW <sub>e</sub> 6,2 MW <sub>t</sub>
II.	20 bar	270 °C	360 kW <sub>e</sub> 4,6 MW <sub>t</sub>	600 kW <sub>e</sub> 7,6 MW <sub>t</sub>	900 kW <sub>e</sub> 11,5 MW <sub>t</sub>	1200 kW <sub>e</sub> 15,3 MW <sub>t</sub>
III.	6 bar	220 °C	360 kW <sub>e</sub> 8,4 MW <sub>t</sub>	600 kW <sub>e</sub> 14,0 MW <sub>t</sub>	360 kW <sub>e</sub> 21,0 MW <sub>t</sub>	1200 kW <sub>e</sub> 28,0 MW <sub>t</sub>

A modellek mindegyikén az a törekvés látszik, hogy a friss gőz paramétereit (nyomás és hőmérséklet) lehetőleg alacsony értéken tartsák, hogy kedvező hatásfok legyen elérhető. Minden modellnél állandó turbinateljesítményhez különböző követelmények adódnak a folyamat egyes elemeire és az áramtermelő turbina fajlagos gőzigényére vonatkozóan.

A három modellre és a különböző villamos teljesítményű berendezésekre szimulációs számításokat végeztek, amelyek eredményeit az 1. ábra mutatja. Ezekből a következő következtetéseket lehet levonni:

- A nagyobb hőteljesítményű modellek gazdaságosabbak a kisebb teljesítményűeknél, elsősorban a jobb hőhasznosítás folytán.
- A berendezés nagyságával együtt a gazdaságosság is nő.
- Az állami hálózatba való betáplálás nélkül csak a II. és III. modell, ezek közül is csak a T2-T4 berendezésnagyság gazdaságos.
- 40%-os betáplálás esetén mind a három modell T2-T4 nagyságú berendezései gazdaságosak.



1. ábra Fatüzelésű kombinált gőzturbinás erőművek fajlagos beruházási költségei

A fatüzelésre alkalmassá tett hagyományos kazánokhoz áramtermelésre gőzturbina helyett gőzmotorok (ún. Spilling motorok) is kapcsolhatók. A német piacon 2000-ben kapható Spilling motorok alkalmazásával szintén három erőműmodellt és három berendezésnagyságot vizsgáltak meg (2. táblázat).

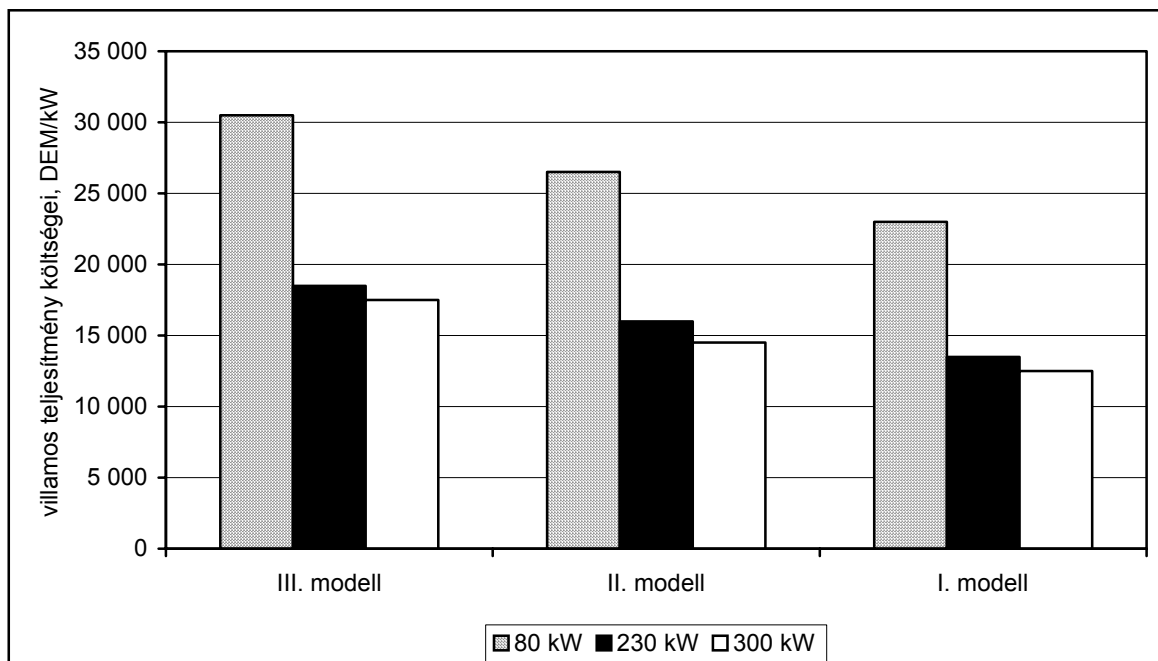
A jelenleg kapható gőzmotorok teljesítménye 30 és 500 kW között van. A fajlagos költségek 1300-2550 EUR/kW. A vizsgált modellek gőzparamétereit is tartalmazza a 2. táblázat.

2. táblázat

A vizsgált Spilling motoros erőműmodellek paramétereit

Modell	Gőznyomás	Gőzhő- mérséklet	Teljesítmény – áram/hő		
			S1	S2	S3
I.	30 bar	350 °C	80 kW <sub>e</sub> 0,52 MW <sub>t</sub>	230 kW <sub>e</sub> 1,5 MW <sub>t</sub>	300 kW <sub>e</sub> 1,9 MW <sub>t</sub>
II.	20 bar	270 °C	80 kW <sub>e</sub> 0,7 MW <sub>t</sub>	230 kW <sub>e</sub> 2,0 MW <sub>t</sub>	300 kW <sub>e</sub> 2,6 MW <sub>t</sub>
III.	6 bar	220 °C	80 kW <sub>e</sub> 0,9 MW <sub>t</sub>	230 kW <sub>e</sub> 2,6 MW <sub>t</sub>	300 kW <sub>e</sub> 3,5 MW <sub>t</sub>

A 2. ábrán a 80, 230 és 300 kW villamos teljesítményű modell fajlagos beruházási költségei láthatók. Ezek a számítások is azzal a feltételezéssel készültek, hogy az előállított áramot teljes egészében az országos hálózatba táplálják be, és a termelt hőenergiát hasznosítani tudják (pl. a fa szárítására).



2. ábra Fatüzelésű kombinált gőzmotoros erőművek fajlagos beruházási költségei

A vizsgálatokból az alábbi következtetéseket lehet levonni:

- A nagyobb hőteljesítményű modellek gazdaságosabbak, mint a kisebb hőteljesítményűek.

- A nagyobb berendezések gazdaságosabbak, mint a kisebbek.
- Az országos hálózatba való betáplálás nélkül gazdaságos működés nem lehetséges.
- A gőzmotoros erőmű beruházási költségei hasonló teljesítményű gőzturbinás berendezéssel szemben kisebbek. A megtérülési idő a hőenergia racionális hasznosításától függ.

## **Következtetés**

Megállapítható tehát, hogy a fa energetikai hasznosítása kapcsolt energiatermelésre szolgáló berendezésen akár gőzturbinával, akár Spilling motorral, a keletkezett hőenergia kihasználásán múlik. Ha ez nem lehetséges vagy faanyag nem áll igen kedvező áron rendelkezésre, a fatüzelésű erőművek gazdaságosan nem létesíthetők.

**(Dr. Garai Tamás)**

Schlott, S.: Energetische Holznutzung für die Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung. = VDI-Berichte, 2002. 1693. sz. p. 61–71.

Teislev, B.: Wood-chips gasifier combined heat and power. = VDI-Berichte, 2002. 1670. sz. p.131–141.