

7. Kapcsolt hő- és villamosenergia-termelés

1. Kapcsolt hő- és villamosenergia-termelés

A kapcsolt energiatermelés lehetőségét a hő teremti meg vagy egész évben fennálló *ipari-technológiai* hőigénnyel, vagy a fűtési szezonban fennálló fűtési és egész évben fennálló használati melegvíz, együtt *lakossági-kommunális távhő*-igénnyel. Az ipari-technológiai hőigény a termeléstől, a távhő-igény a külső levegő hőmérséklettől (fűtés) és a fogyasztói szokásoktól (hmv) függ.

A kapcsolt energiatermelés fűtőerőmű-blokkban történik, aminek *két típusa* különböztethető meg:

◆ *Gőz munkaközegű*, ellennyomású és kondenzációs (részleges vagy teljes hőkiadással) fűtőerőmű-blokk:

A gőzkörfolyamat hulladékhője (ellennyomású) és a fűtési gőzelvétel/ek/ hője (kondenzációs) távhő-igényt elégít ki, miközben az ellennyomású blokk villamos teljesítménye kisebb, mint – az azonos kezdő jellemzőjű – kondenzációs blokké, valamint a fűtési gőzelvételekkel a kondenzációs blokk villamos teljesítménye (a kondenzátorban, a környezetbe távozó hulladékhővel együtt) csökken.

◆ *Füstgáz munkaközegű*, gázturbinás és gázmotoros fűtőerőmű-blokk:

- A gázturbina füstgáz hulladékhőjének hasznosítása forróvíz-kazánban (távhő), vagy gőzkazánban (technológiai hő), vagy a gőzkazánban a hozzákapcsolódó ellennyomású vagy kondenzációs fűtő gőzturbinával?

- A gázmotor kenőolaj és hűtővíz (~50 %) valamint a füstgáz (~50 %) hulladékhőjének hasznosítása forró- vagy melegvízes hőellátó rendszerben.

1./ A kapcsolt energiatermelés a közvetlen hő- és villamosenergia-termeléshez képest általában tüzelőhő-megtakarítást eredményez

$$Q_{üQ+E} < Q_{üQ} + Q_{üE},$$

azaz a fűtőerőmű-blokkban előállított hő- és villamos energia tüzelőhője kisebb, mint a külön-külön, forróvíz-kazánban előállított hő és a hőerőműben előállított villamos energia tüzelőhőjének összege. *A tüzelőhő-megtakarítást adott tüzelőanyagnál ma már a legjobb hatásfokú közvetlen hő- és villamosenergia-termeléshez képest (best practice) érdemes meghatározni!*

A földgáz tüzelőanyagú forróvíz-kazánban előállított távhő legjobb hatásfoka 0,94, a gázturbinás kombinált gáz-gőz erőműben előállított villamos energia legjobb hatásfoka 0,58, ezért *a földgáz tüzelőanyagú kapcsolt energia-termelés csak akkor jár tüzelőhő-megtakarítással, ha a villamosenergia-termelés fajlagos tüzelőhő-felhasználása $q_{üE} < 2,788 J_{ü}/J_E$, ill. hatásfoka $\eta_E > 0,359 J_E/J_{ü}$.*

A szén (szilárd biomassza, hulladék) tüzelőanyagú forróvíz-kazánban előállított távhő legjobb hatásfoka 0,88, a széntüzelésű gőzerőműben előállított villamos energia legjobb hatásfoka 0,42, ezért *a szén (szilárd biomassza, hulladék) tüzelőanyagú kapcsolt energia-*

termelés csak akkor jár tüzelőhő-megtakarítással, ha a villamosenergia-termelés fajlagos tüzelőhő-felhasználása $q_{üE} < 3,517 J_{ü}/J_E$, ill. hatásfoka $\eta_E > 0,284 J_E/J_{ü}$.

1.1./ A villamos energia gázturbinás kombinált gáz-gőz erőműben (háromnyomású hőhasznosító gőzkazán, kondenzációs gőzturbina) $\bar{\eta}_E = 56$ % átlagos hatásfokkal ($\bar{q}_E = 1,79$ kJ_ü/kJ_e), míg a hő földgázkazánban $\bar{\eta}_Q = 92$ % átlagos hatásfokkal ($\bar{q}_Q = 1,09$ kJ_ü/kJ_{th}) állítható elő. Tehát *2,88 kJ_ü földgáz-tüzelőhőből 1 kJ_e villamos energia és 1 kJ_{th} hő állítható leghatékonyabban külön-külön elő.*

A legjobb gázmotor $\bar{\eta}_E = 40$ % átlagos hatásfokkal ($\bar{q}_E = 2,5$ kJ_ü/kJ_e), állítja elő a villamos energiát, miközben 80 %-os átlagos (kenőolaj, hűtővíz, füstgáz) hőhasznosítási hatásfokkal 1,2 kJ_{th}/kJ_e, ami a távhő 10 %-os elfogadott hőveszteségével 1,08 kJ_{th}/kJ_e fogyasztónál hasznosítható hőt jelent. A hazai gázmotorok többsége azonban $\bar{\eta}_E = 32-34$ % átlagos hatásfokú ($\bar{q}_E = 3,13-2,95$ kJ_ü/kJ_e), a hő nagyobb részarányával (1,7-1,55 kJ_{th}/kJ_e, távhő elfogadott veszteségével 1,53-1,39 kJ_{th}/kJ_e). *A hazai gázmotorok többsége – a legjobb hatásfokú közvetlen hő- és villamosenergia-termeléshez képest – tehát nem eredményez földgáz tüzelőhő-megtakarítást.*

A legjobb (nyílt ciklusú) gázturbina $\bar{\eta}_E = 33$ % átlagos hatásfokkal ($\bar{q}_E = 3,03$ kJ_ü/kJ_e), állítja elő a villamos energiát, miközben 80 %-os átlagos (füstgáz) hőhasznosítási hatásfokkal 1,62 kJ_{th}/kJ_e, ami 10 %-os hőveszteséggel 1,46 kJ_{th}/kJ_e hasznosítható távhőt jelent. Tehát *a gázturbinás kapcsolt energiatermelés sem eredményez földgáz tüzelőhő-megtakarítást*, miközben egységnyi villamos energia mellett másfél egységnyi távhőt kell hasznosítani.

A legjobb kombináció (gázturbina és elvételes-kondenzációs gőzturbina több budapesti és a debreceni fűtőerőműben) *már földgáz tüzelőhő-megtakarítást is eredményez*: a kiadott hőteljesítménytől függően $\bar{\eta}_E = 38-44$ % átlagos hatásfokkal ($\bar{q}_E = 2,63-2,27$ kJ_ü/kJ_e) állítja elő a villamos energiát, 0,7-1,3 kJ_{th}/kJ_e hasznosítható távhő mellett.

A legjobb gázmotoros és gázturbinás kapcsolt energiatermelés tehát minimális (0,3-0,6 kJ_ü/kJ_e) *földgáz tüzelőhő-megtakarítást eredményez, de a megvalósult hazai kapcsolt energiatermelés többségénél nincs földgáz tüzelőhő-megtakarítás, miközben egységnyi villamos energia mellett általában kb. (1,3-1,5) egységnyi távhőt kell hasznosítani a fűtési szezonban és nyáron.*

A megállapításból következik, hogy *a legjobb hatásfokú egyedi gázfűtés és kombinált gáz-gőz erőmű villamosenergia-termelése kevesebb földgázt használ fel, mint amit a kapcsolt energiatermelő fűtőblokk és forróvíz-kazán kooperációja* (a távhő 10 % elfogadott hővesztesége mellett), s ezért *drágább a földgáz-tüzelőanyagú távfűtés az egyedi földgázfűtésnél.*

1.2./ *A távhőellátás versenyképességét az olcsó, hazai tüzelőanyagú, kapcsolt energiatermelés (alap-) és a földgáz-tüzelésű forróvíz-kazán (csúcshőforrás) kooperációja teremti meg.*

A primer energiahordozók ára a jövőben monoton nő a „láthatóan” fogyó készletük és a fejlődő/feltörekvő nagy országok (pl. Kína, India, Brazília) növekvő energiaigénye között, nyíló olló miatt. *Legdrágább primer energiahordozó a* (legnagyobb fűtőértékű, legkisebb

CO₂-kibocsátású) földgáz marad, és hosszú távon valószínűleg realizálódik a GAZPROM törekvése: a földgáz ára másfélszer jobban nő, mint a villamos energia átlagára. *A hazai hő- és villamos energetika egyrészt a hatékonyabb (első lépésben fűtési) energiaigényekkel, másrészt hazai forrású, olcsóbb tüzelőanyagok és karbon-mentes (semleges) technológiák alkalmazásával tehető versenyképesebbé.*

A nagyvárosokban koncentráltan keletkező kommunális (és ipari) hulladék (54-134 PJ/év) a nagyvárosok, a kisebb városok környékén természetű biomassza (a mezőgazdasági melléktermékekkel együtt, 96-130 PJ/év) a kisvárosok távhőellátó rendszereiben az *alaphőforrás tüzelőanyaga* lehet. A gazdaságos potenciál hazánkban rendelkezésre áll (a 2006. évi végfelhasználás szerint hő, ipari hulladék 53 PJ/év, aminek nagy része távhő). *Korszerű, a hazai biomasszához illeszkedő, környezetbarát, az eddigi eljárásokat kombináló technológiák szükségesek.* A kommunális hulladékot hasznosító technológiák továbbfejlesztett változatai beszerezhetők Németországból, Hollandiából és Ausztriából, a biomassza technológiák pedig főleg a skandináv országokból.

2./ *A kapcsolt hő- és villamosenergia-termelés CO₂-megtakarításánál ma már meg kell különböztetni a karbon- (CO₂-) mentes (és -semleges) valamint a CO₂-kibocsátású primer tüzelőhő-megtakarítást.*

2006-ban Magyarország primerenergia-felhasználása (kerekítve) 1163 PJ/év volt, amiből a felhasznált végenergia 750 PJ/év a három, **korlátozott alternatívitású**, szekunder energiahordozó bontásában:

- hő (425 PJ/év átalakítási veszteség nélkül),
- üzemanyag (196 PJ/év, 150 PJ/év nem energetikai célú felhasználással és átalakítási veszteséggel),
- villamos energia (129 PJ/év, 263 PJ/év átalakítási veszteséggel).

A hő 8 %-a (32,9 PJ/év) származott karbon-mentes tüzelőhőből (megújuló), így 92 %-nak (392,1 PJ/év) volt CO₂-kibocsátása, aminek közel 87 %-a (340 PJ/év) földgáz volt. (A földgáz 301,9 PJ/év valamint hő, ipari hulladék (52,7 PJ/év) 72 %-ának (38,1 PJ/év) összege).

Az üzemanyagnak nem volt kimutatható karbon-semleges tüzelőhője.

A termelt villamos energia, ill. a villamos energia tüzelőhő-felhasználásának 42 %-a (54,3, ill. 165,8 PJ/év) karbon-mentes (vagy semleges) tüzelőhőből (nukleáris, megújuló és egyéb) származott, így csak 58 %-ának volt CO₂-kibocsátása.

Tehát a hő 80 %-ának tüzelőhőjét (340 PJ/év), a CO₂-kibocsátású villamos energia tüzelőhőjének 60 %-át (136,3 PJ/év) földgáz adja. Ezért hazánkban *a kapcsolt energiatermelés primer tüzelőhő-megtakarítását és CO₂ kibocsátás-megtakarítását – e részarányokkal – a hő és villamos energia szekunder energiahordozóra, földgáz tüzelőanyagra kell meghatározni*, kihagyva a karbon-mentes (és semleges) technológiákat továbbá az üzemanyag tüzelőhőjét.

3./ *A fűtőerőmű tüzelőanyaga dönti el a kapcsolt energiatermelés gazdaságosságát, a távhő versenyképességét, a CO₂-kibocsátás csökkenését. Ha a fűtőerőmű tüzelőanyaga földgáz, akkor a távhő nem versenyképes, a földgáz helyett más, kevésbé „nemes”, jóval*

olcsóbb – a hazai adottságoknak megfelelően – biomassza (hulladék, szén) **tüzelőanyagú fűtőerőmű teszi a távhőt versenyképessé.** Ez a földgázár elmúlt tízévi és további várható növekedésének a következménye. A hulladékok évi hazai tüzelőhője (54-134 PJ/év) elvileg kielégíti a jelenlegi és a hőigény-csökkenés miatt kisebb távhőigényeket, ártalmatlanításuk, deponálандó térfogatuk csökkentése pedig környezetvédelmi szükség. Ezért **a távhő versenyképessége hazánkban a fűtőerőművek tüzelőanyag-váltásával érhető csak el.** (Az ÁFA csökkentés piacidegen eszköz.)

Földgáznál a távhő üzemi egységköltsége annál kisebb, minél nagyobb a villamosenergia-termelés hatásfoka, a villamos energia átvételi ára, tehát legkedvezőbb a gáz- és gőzturbinás kombinált, gázmotoros, végül a gázturbinás fűtőerőmű. A földgázár növekedésével a kapcsoltan termelt távhő (és villamos energia) üzemi egységköltsége is nő.

4./ A hazai energiapolitika az elmúlt tíz évben és jelenleg is a villamos energia kötelező átvételi árával kb. 80 %-ban a földgáz-alapú, gázmotoros kapcsolt energiatermelést és 20 %-ban a megújuló energiaforrásokat támogatja, bár *mindig csak a megújulókkal magyarázza a támogatást.* Tehát nagyrészt azt a gázmotoros kapcsolt energiatermelést támogatta, támogatja, amely nem eredményez földgáz-megtakarítást a jó hatásfokú, földgáz tüzelőanyagú közvetlen hő- és villamosenergia-termeléshez képest. *A támogatott lakossági gázár, a földgáz-alapú kapcsolt energiatermelés következménye a drágább földgáz-alapú távhőellátás,* amiről egyre több fogyasztó kíván leválni akkor, amikor **a hazai** (kommunális hulladék, biomassza) **tüzelőanyagú kapcsolt energiatermelés érdekében a távhő részarányát érdemes lenne továbbnövelni** (lásd falufűtések Ausztriában). Ismét sikerül „szembe menni” a fejlett világgal, amit „fokoz” az Alkotmánybíróság „hozzáértő döntése” is: joga van a fogyasztónak leválni a távhőről, igaz hőjének egy részét a szomszédos, „nem szabályozható” távhő-fogyasztók fogják majd előállítani, s így megfizetni.