



MEGÚJULÓ ÉS KAPCSOLT TÁVHŐTERMELÉS PO- TENCIÁLBECSLÉSE



Megújuló és kapcsolt távhőtermelés potenciál- becslése

REKK

2020

A tanulmány a Magyar Távhőszolgáltatók Szakmai Szövetsége (MaTáSzSz) megbízásából készült.

Kutatásvezető: Kerekes Lajos és Mezősi András

A kutatásvezető e-mailcíme: lajos.kerekes@rekk.hu; andras.mezosi@rekk.hu

Szerzők: Dézsi Bettina, Kácsor Enikő, Kerekes Lajos, Mezősi András, Rácz Viktor, Szajkó Gabriella

2020. február

© REKK Alapítvány
Tel.: +36-1-482-5153
E-mail: rekk@rekk.hu

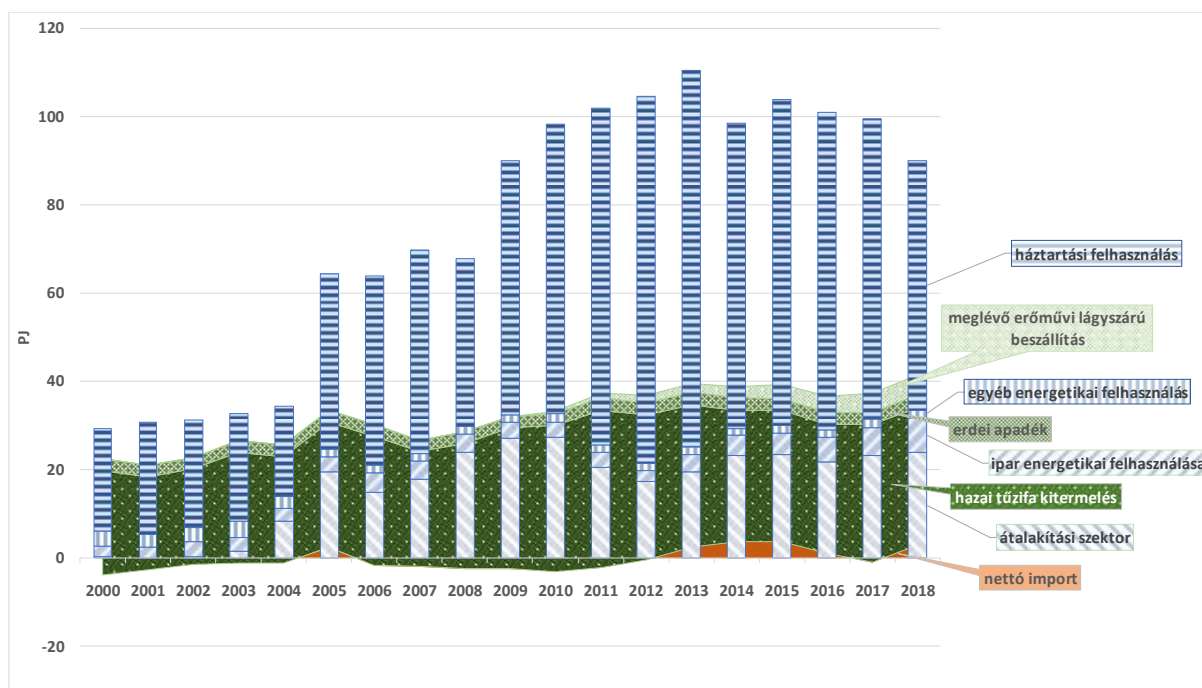
VEZETŐI ÖSSZEFOGLALÓ

1. A megújuló energiaforrások és kapcsolt termelés magas (50% feletti) arányára alapozott ún. hatékony távfűtés megteremtése mára beépült az Európai Unió elvárások és célkitűzései közé. A hatályos szabályozás szerint a tagállamok „megkísérlik a megújuló forrásokból, valamint a hulladék hőből és a hulladék hűtőenergiából származó energia távfűtésben és távhűtésben való részarányát (...) a 2021–2025-ös és a 2026–2030-as időszak folyamán legalább évi 1 százalékponttal növelni”.
2. Magyarország Nemzeti Energia- és Klímaterve (NEKT) a bruttó végső energiafogyasztáson belül 21%-os, a fűtési-hűtési ágazatban 28,7%-os, a távhő szektorban 60%-ot meghaladó megújuló arány elérését célozta meg 2030-ra. A NEKT ezzel összhangban egy évtized leforgása alatt 33 PJ-ra növelné a távhőtermelési célú megújuló energiafelhasználást, mely szinte teljes egészében biomasszából származna. Ez rendkívül erőteljes biomassza-igénynövekedést eredményezne, ami erdészeti eredetű biomasszára alapozva a jelenlegi tűzifa felhasználás mellett már messze felülmúlná a fenntarthatóan kitermelhető mennyiséget.
3. A Nemzeti Energiastratégia (NES) éppen ezért sokkal óvatosabban közelít a távhőszektor „zöldítéséhez”: azt elsősorban a „leginkább karbonsemleges technológiákkal” tervezi megvalósítani, és csak a fennmaradó hőigények kielégítésében támaszkodna a fenntarthatósági kritériumokat kielégítő biomassza felhasználásra. A NES-ben megfogalmazott távhőszektorral kapcsolatos célok mindazonáltal meglehetősen ambiciózusak: a dokumentum szerint középtávon legalább azon települések távhőrendszerei, ahol a települési szinten hálózatra adott távhő mennyisége eléri a 100.000 GJ-t, a vonatkozó uniós irányelv szerinti „hatékony távfűtés/távhűtés” kategóriájába kell esniük.
4. A hatékony távhőrendszerek kialakításának lehetőségeit vizsgáló korábbi potenciálbecslések a NES-hez hasonlóan diverzifikált (kapcsolt és megújuló) technológiai mixben látták a megoldást. Az uniós elvárásokat kielégítő mértékű megújuló alapú és kapcsolt távhőtermelés biztosítása a 2015-ös vizsgálatok szerint a meglévő kapcsolt kapacitások megőrzését, mintegy 50-100 MW geotermikus távhőtermelő kapacitás hozzáadását, és 265-370 MW biomassza kapacitás kiépítését követelné meg.
5. Az utóbbi 5 évben megvalósított, vagy megkezdett geotermikus és biomassza alapú projektek összes tervezett kapacitását tekintve geotermikus oldalon a szükségesnek ítélt növekedés teljesülni látszik, biomassza oldalon azonban áthidalhatatlannak tűnik az elvárások és a realitás közötti szakadék. A KEHOP merev és túlbürokratizált lebonyolítási rendje, a korábbi becsléseket messze meghaladó beruházási költségek, a biomassza földgázzal szembeni árelőnyének csökkenése, és a távhőárszabályozási anomáliák „megugorhatatlan” akadálynak bizonyultak a fejlesztők számára.
6. Jelen tanulmány célja, hogy felmérje a legnagyobb hazai távhőkörzetekben hasznosítható megújuló (biomassza és geotermikus) alapú távhőtermelési potenciált, és megvizsgálja, hogy a hatékony (jelentős részben megújuló energiaforrásokon, hulladékhőn, és kapcsolt termelésen alapuló) távhőrendszerek kialakításához szükséges beruházások megvalósítása milyen technológiai összetételben, milyen energiahordozókra alapozva, és milyen

költségszinten lehetséges. A korábbi, elsősorban műszaki szemléletű, az egyes távhőrendszerekben elhelyezhető kapacitások számszerűsítésére koncentrálnak potenciálvizsgálatokat jelen elemzés a szóban forgó megújuló energiaforrások rendelkezésre állásának vizsgálatával, az egyes beruházások megvalósíthatóságának közgazdasági szempontok alapján történő vizsgálatával, és a különböző távfőtermelési technológiák relatív versenyképességének értékelésével egészíti ki.

Biomassza

7. A biomassza fűtőművek magas beruházási költségű, de a legtöbb távhőrendszerhez jól illeszthető, széles mérettartományban megépíthető, kiforrott technológiát képviselő, az uniós tagállamokban igen elterjedt hőtermelő létesítmények. Közvetlen környezeti hatásuk a modern tisztítási technológiának köszönhetően mérsékelt (bár károsanyag emissziójuk a földgáztüzelésű berendezéseket meghaladja), de a tüzelőanyag beszállítások közötti terhelése és légszennyezése, illetve a tüzelőanyag telephelyen belüli mozgatásának zajhatása és helyigénye miatt a megfelelő telephely kiválasztása városi környezetben nagy körültekintést igényel.
8. A biomassza tüzelés a fosszilis tüzelőanyagokhoz képest hosszú távon fenntartható és hosszú távon karbonsemleges technológia. A biomassza energia rövid távú karbonsemlegességével kapcsolatban azonban aggályok merülnek fel, és ennek következtében a technológia klímavédelmi megítélése jelenleg nem egyöntetűen pozitív, ami a szabályozás további szigorodásának kockázatát hordozza magában. A biomassza kitermelése és szállítása ugyanakkor bizonyos mértékű emisszióval jár, ezért az uniós szabályozás mára jelentős mértékben megszigorította a biomasszából származó tüzelőanyagokkal szemben megkövetelt fenntarthatósági és üvegházhatásúgázkibocsátás-megtakarítási kritériumokat.
9. Az utóbbi években komoly aggályok merültek fel a hazai tűzifa-kitermelés és felhasználás fenntarthatóságával kapcsolatban is: a felhasználási statisztikák a 2000-es évek második felétől nem csak a kitermelési statisztikákat haladják meg, hanem az erdőterületek éves folyó növekményét is. A helyzet tisztázásáig azt kell feltételeznünk, hogy a hazai erdei biomassza felhasználás közelíti, vagy meghaladja a fenntartható szintet. A tűzifa termelési és felhasználási statisztikákban mutatkozó drasztikus eltérések okának vizsgálata és magyarázata és a jövőben rendelkezésre álló tűzifamennyiségek felmérése elengedhetetlen feltétele egy megalapozott, hosszútávon fenntartható távhőcélú biomassza hasznosítási program végrehajtásának.



10. A fenti aggályok mellett nagyon fontos hangsúlyozni, hogy a fenntarthatósági kritériumokat szem előtt tartó energetikai, különösen a távhő célú felhasználás legitimitása nem megkérdőjelezhető. A kitermelt faállomány jelentős része ipari fának nem alkalmas: a tűzifa-ként nyilvántartott fatömeg csak energiatermelésre, lemez- vagy papírgyártásra alkalmas. A tűzifaapríték energetikai hasznosításán belül pedig - a fásszárú biomassza készletek korlátosságára is tekintettel - a távhő célú hasznosítás határozottan preferálandó a lakossági, vagy tisztán villamos energia célú nagyerőművi tűzifa felhasználással szemben, annak jóval magasabb energetikai hatásfoka, nagyobb mértékű elkerült ÜHG kibocsátása, és kisebb nettó karbonlábnyoma okán.
11. A készletek korlátossága és a fenntarthatósági problémák elkerülése érdekében célszerű lehet továbbá a számottevő energetikai potenciállal rendelkező mezőgazdasági melléktermékek hasznosítási lehetőségeit is mélyebben vizsgálni. A lágyszárú biomassza esetében tisztázni kell a talajvédelmi, agrártechnológiai elvárásokat. A mezőgazdasági melléktermékek begyűjtésével és tárolásával kapcsolatos nehézségek, illetve a tüzeléstechnikai problémák enyhítése elengedhetetlen feltétele annak, hogy ezen biomassza források energetikai hasznosításában előrelépés történjen. A mezőgazdasági melléktermékek a logisztikai lehetőségek miatt különösen alkalmasak lehetnek ipari hőtermelésre vagy ipari hőcentrumokkal kombinált távhő termelésre. A mezőgazdasági energiaültetvények térnyeréséhez átfogó állami agrárstratégiára volna szükség.
12. A fatüzelésű távhőtermelő berendezések létesítésén dolgozó engedélyesek az utóbbi évek folyamatos drágulását követően jelenleg alacsony biomassza árakkal és faapríték-túlkínálattal találkoznak, ami a fenntarthatósági aggályok ellenére erősödő gazdasági hajtóerő lehet a beruházások megvalósítására. Az országos megújulóenergia-hasznosítási célok elérése érdekében ezért fokozatos, kisebb lépcsőkből álló beruházási programokkal javasolt a távhőtermelői beruházásokat ösztönözni. A lépcsőzetes programokkal fokozatosan lehetne lekövetni a háztartások mérséklődő tűzifa felhasználását mindaddig, amíg

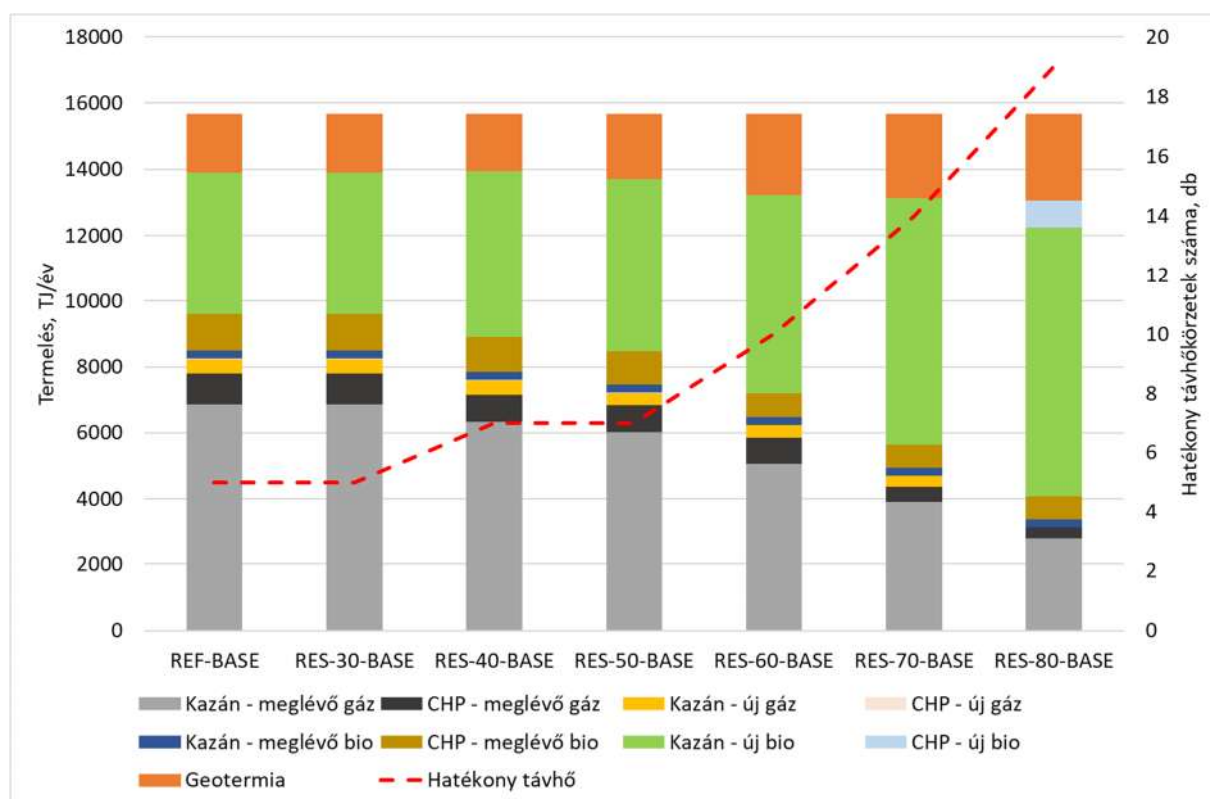
a jelenlegi forrás-felhasználás adatbizonytalanságot nem tisztázzák az érintett szakhatóságok. Ha a fenntarthatósági aggályok igazolódnak, akkor a távhő célú biomassza felhasználás tűzifa igényét a tisztán villamosenergia-termelési célú felhasználás mérséklésével célszerű kielégíteni.

Geotermia

13. A geotermikus rendszerek hosszú üzemidejűek, alacsony működési költségűek, és a tüzelőanyagár-változásokkal szemben alapvetően érzéketlenek, megfelelő visszasajtolás megvalósítása esetén pedig sem környezeti, sem fenntarthatósági kockázatokat nem hoznak. A geotermikus hőtermelés azonban a biomassza kazánoknál is magasabb beruházási költségű, fúrási és geológiai kockázatokkal terhelt, erősen „fejnehéz” technológia. A geotermikus távhőtermelés további térnyeréséhez szükséges beruházási tevékenység megvalósulása megfelelő kockázatkezelési mechanizmus hiányában erősen kérdéses lehet.
14. A geotermikus rendszerek fajlagos (1 MW_{th}-ra jutó) beruházási költségének kiszámításában jelentős bizonytalanságot okoz, hogy a geotermikus fűtőművek hőtermelő kapacitásának meghatározására szolgáló módszertan nem egységes, és sok esetben - figyelmen kívül hagyva a befogadó távhőrendszer méretét - jelentősen felülbecsüli a létesítmények tényleges hőtermelő kapacitását, ami a fajlagos beruházási költségek alulbecsléséhez vezet.
15. A geotermikus rendszerek ténylegesen kihasználható hőkapacitása és a beruházások megtérülése számottevően javítható a geotermiát fogadó távhőrendszerek korszerűsítésével, bővítésével, alacsonyabb hőfokigényű fogyasztók bekötésével, illetve a távhőrendszerből kikerülő, alacsonyabb hőfokú termálvíz energiatartalmának hasznosításával. A kaszkád rendszerek kiépítéséhez azonban különböző fejlesztések összehangolására, és erős koordinációs tevékenységre van szükség, ami sok esetben meghaladja a beruházó kapacitásait.
16. A geotermia távhőrendszerbe történő integrálhatósága erősen hőmérséklet- és rendszerfüggő. Az alacsonyabb hőmérsékletű rezervoárok hasznosítása csak a felszíni rendszerek számottevő fejlesztésével, mindenekelőtt a távhőrendszerek épületállományának összehangolt szigetelésével és hőfokigényének csökkentésével biztosítható.
17. Az egyes távhőrendszerek geotermikus adottságainak megítélése nem mentes az ellentmondásoktól. Található olyan anyag, ami az általunk alkalmazott besorolástól eltérő módon ítéli meg az egyes rendszerek geotermikus potenciálját, és az egyes távhőrendszerekben végzett vizsgálatok több esetben eltérően (rosszabbul) ítélték meg a lehetőségeket, mint a korábbi szakértői becslések.
18. A geotermikus hőtermelés környezeti hatásának minimalizálása (a sókkal terhelt, magas hőmérsékletű termálvizek elengedésének megakadályozása) és a hőhordozó vízkészlet fenntarthatóságának biztosítása a termálvíz visszasajtolását követeli meg. A visszasajtolás technológiailag megoldható, de hosszú távú fenntarthatósága a kedvezőtlen múltbeli tapasztalatok okán a rendszer körültekintő megtervezését és üzemeltetését igényli.

Modellezési eredmények

19. Jelen elemzés során az ország 19 távhőrendszerére vonatkozóan állt rendelkezésre olyan adathalmaz, melynek segítségével megvizsgálhattuk, hogy az országos távhőtermelés mintegy 50%-át kitevő távhőrendszerekben milyen technológiákkal, milyen beruházások és milyen többletköltség árán érhető el a megújuló, illetve a kapcsolt távhőtermelés arányának növelése, és ezen keresztül az uniós terminológiában hatékonynak tekinthető távhőrendszerek megteremtése.
20. A tanulmányban először azt vizsgáltuk meg, hogy a megújuló alapú (biomasszára és geotermiára alapozott) távhőtermelés arányának növelésével milyen többletköltség árán teremthetők meg ezen hatékony távhőrendszerek. Ezt követően megvizsgáltuk, hogy a megújuló és kapcsolt távhőtermelés együttes részarányának növelésével (amennyiben tehát a kapcsolt távhőtermelés is jogosult állami támogatásra) mekkora többletköltséget okoz a célok elérése.
21. A modellezést a nemzetközileg is elfogadott és alkalmazott TIMES szoftverrel végeztük. A módszertanát tekintve ez egy lineáris optimalizálást végző modell, amely a versenyzői piacra vonatkozó feltételezéseket szem előtt tartva tudja meghatározni a fentebb említett távhőrendszerekben a felhasználandó energiahordozók, valamint a termelői kapacitások optimális allokációját. Ezen allokáció akkor tekinthető optimálisnak, ha az a társadalom szempontjából a legkisebb költség elvét követi, így figyelembe veszi mind a termelők, mind a fogyasztók hasznosságát, valamint a társadalmi teherelosztásból (például adók, támogatások) származó költségeket is.
22. A hatékony távhőrendszerek kialakításához szükséges beruházások technológiai összetételét, valamint az ezen rendszerekben felhasználandó energiahordozók megoszlását és ezeknek az előző pontban említett „optimális” (referencia) távhőrendszerekben tapasztaltakkal történő összevetését scenárióelemzéssel végeztük. Miután láttuk, hogy a vizsgált távhőrendszerek működése hogyan valósul meg egy olyan versenyzői piacon, ahol a megújuló energiaforrások és a kapcsolt termelés arányára vonatkozóan nincsenek előírások, célul tűztük ki egy olyan másik „optimális” rendszer modellezését, amely kielégíti ezen korlátozó tényezők teljesülését. Az így kapott „optimális” (korlátozott) rendszer technológiai jellemzőinek megismerésén túl lehetőség van annak költségoldalát is elemezni, amelyet a referencia rendszer költségeivel összevetve kapjuk meg a korlátok teljesítéséhez – vagyis a hatékony távhőrendszerek által megkövetelt magasabb megújuló energia penetráció eléréséhez – szükséges nettó addicionális költségek nagyságát.
23. A modellezési eredmények azt mutatják, hogy költségtükröző termelői hőárak esetén a megújuló hőforrások (biomassza és geotermia) támogatás nélkül is versenyképes alternatívái a földgáz alapú távhőtermelésnek. Alapesetben a megújuló alapú távhőtermelés - támogatás nélkül is- 40-50%-os arányt érhet el a vizsgált távhőrendszerek összefogyasztásának kielégítésében, és a rendszerek negyedében kielégíti a „hatékony távhőrendszer” kritériumát. A legmagasabb vizsgált (80%-os) átlagos megújuló penetrációs szint eléréséhez, amely mellett mind a 19 vizsgált távhőrendszer hatékonynak minősülne, mintegy 500 MW_{th} új biomassza kazán, 100 MW_{th} új geotermikus és 30 MW_{th} új kapcsolt biomassza kapacitás szükséges.



24. A magas (50-80%-os) megújuló arányok a vizsgált távhőrendszerekben a biomassza alapú távhőtermelés és az energetikai célú tűzifa-felhasználás számottevő (a megújuló ambícióktól függően 5-10 PJ-os) növekedésével járnak, amely a teljes hazai távhőrendszerre vetítve ennek akár duplája is lehet. A biomassza potenciál korlátos volta és a hivatalos statisztikákban mutatkozó anomáliák arra utalnak, hogy a jelenleg túlkínálatosnak tartott tűzifapiac dacára ezek a fejlesztések nem tekinthetők kockázat nélkülinek.
25. A szükséges biomassza források rendelkezésre állása esetén azonban a megújuló energiaforrásokat a villamosenergia-szektorban tapasztaltnál sokkal alacsonyabb fajlagos támogatás mellett lehet bevonítani a távhőszektorba. A számítások szerint 253 Ft/GJ többletköltség árán a vizsgált 19 távhőrendszer mindegyike kielégítené a hatékony távhőtermelés kritériumát, mintegy 80%-os megújuló arányt eredményezve. Ez a vizsgált 10 éves periódusban összességében 40 milliárd (évente 4 milliárd) forint többletköltséget jelent a vizsgált (a hazai távhőszektor mintegy 50%-át lefedő) rendszerek távhőtermelésben.
26. A fenti eredmények értelmezésekor néhány fontos kitélet kell tennünk. Egyrészt a vizsgálatok során tökéletesen költségtükröző távhőtermelői árakat feltételeztünk, melyek a rövid távú termelési/működési költségek mellett a távhőtermelő létesítmények hosszú távon fenntartható működéséhez szükséges beruházások fedezetét is lehetővé teszik. Ez a beruházásokat és a hatékonyság növelését ösztönző, kiszámítható árszabályozási rendszer létét feltételezi, melyben az árhatósági döntések meghozatala világos, jogszabályokban megfogalmazott, transzparens szabályrendszeren és részletszabályokon nyugszik, mely az árhatósági döntések meghozatalakor egyaránt szűkíti a jogalkalmazói mozgásteret és a szabályozott vállalatok beavatkozási lehetőségeit.
27. Költségtükröző árak esetén „automatikusan” megvalósulnának a fenti beruházások, vagyis támogatás nélkül is gazdaságos megoldás lenne a földgázkazánok termelésének jelentős

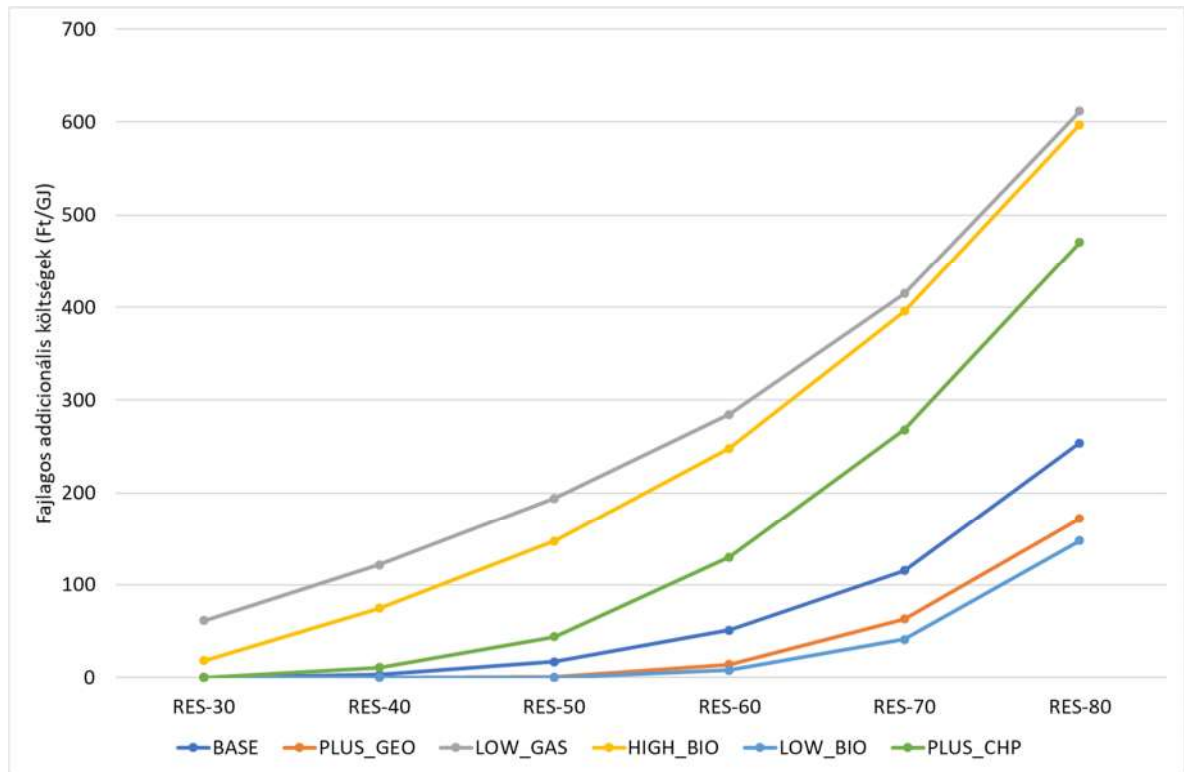
részét új építésű biomassza tüzelésű kazánokkal, illetve geotermikus fűtőművekkel kiváltani, még akkor is, ha a vizsgált 19 körzetben ez 70 milliárd forintos beruházás megvalósulását feltételezi. Amennyiben ezt a piaci alapon megvalósuló megújuló penetrációt jóval meghaladó mértékű (80%-os) megújuló arányt céloznánk meg (ami valamennyi vizsgált távhőkörzetben „hatékony” távhőtermelést eredményezne), akkor ez további 85 milliárd forintos beruházást követel meg, ami éves szinten 4 milliárd forintos többletköltséget eredményez, melyet vagy támogatások, vagy magasabb távhőárak formájában kell megfizetni.

28. Az összes vizsgált távhőrendszer „hatékony távhőrendszerré” alakításához szükséges támogatásigény jelentősen (kevesebb, mint felére) csökkenthető, ha nem csak a megújuló alapú távhőtermelés arányának növelésével kívánjuk kielégíteni a hatékony távhőtermelés feltételeit, hanem a kapcsolt és megújuló alapú termelés együttes arányának növelésével. Ez azonban a támogatások egy részének a kapcsolt termelésre történő allokálását feltételezi: mindazon esetben, amikor adott rendszerben a kapcsolt termelés kisebb többletköltség árán képes kiváltani a gázkazán alapú termelést, mint valamely megújuló technológia, a támogatás a kapcsolt beruházás megvalósítására fordítódik.
29. Mindemellett fontos hangsúlyozni, hogy abban az esetben amíg a hatékony távhőrendszer kialakítását pusztán a megújuló alapú távhőtermelés arányával kívánjuk elérni, úgy a megújuló energiából származó termelés részesedése a teljes termelésből szignifikánsan növekszik és megegyezik az általunk vizsgált különböző penetrációk mértékével – vagyis ebben a megközelítésben egy 80%-os „hatékony” távhőtermelés egyet jelent a megújuló alapú termelés arányának 80%-os mértékével, a teljes termeléshez viszonyítva –, az összes forgatókönyv esetében. Ezzel szemben, ha a vizsgált távhőrendszerek „hatékony távhőrendszerré” alakításánál figyelembe vesszük mind a kapcsolt mind a megújuló alapú termelés együttes arányának növelését, akkor a megújuló alapú termelés arányának átlaga az összes forgatókönyvet figyelembe véve az egyes penetrációs értékeknél jelentősen alacsonyabb; 50 százalékos hatékony távhőtermelés esetében 42% (17-60% között változik az egyes forgatókönyvek esetében), 60 százalékos penetrációs szintnél csupán 44%, míg a 70 és 80%-os hatékony távhőtermelési penetrációk esetében az átlagos megújuló alapú termelés aránya rendre 49 és 55%..
30. A fent bemutatott eredmények azonban nagyon érzékenyek a kiinduló paraméterek változására, amit érzékenységvizsgálatok elemeztünk. Az alapesetben feltételezettnél 4 €/MWh-val alacsony földgázárat feltételező forgatókönyv esetében a piaci alapon megvalósuló biomassza-beruházások drasztikusan visszaesnének, ugyanakkor megnőne a meglévő gázkazánok és gázmotorok termelése, sőt, újabb földgázalapú kapcsolt termelő beruházások valósulnának meg, ezáltal a megújuló távhőtermelés aránya 17%-osra süllyedne. A megújuló célok fokozatos növelésével azonban ezek a különbségek lassan elmosódnak, és a biomassza beruházások gyors növekedésnek indulnak. Mivel azonban a földgázár csökkenésével a megújuló alapú termelés alternatív költsége is nő, így ebben a forgatókönyvben tapasztaltuk a legnagyobb fajlagos nettó addicionális költségeket.
31. A biomassza árának növekedése az alacsony földgázárakhoz hasonló erővel „lehetetlenítené el” a biomassza beruházásokat, a megújuló távhő aránya mégsem sínylené meg ezt annyira. A földgázüzemű termelés ugyan ebben a forgatókönyvben is magas lenne, de mivel a geotermikus termelés versenyképessége ebben a forgatókönyvben nem sérül, így az elmaradó biomassza beruházások egy részét geotermikus fűtőmű-építések pótolják.

Ennek következtében a modellezett esetekben a geotermikus alapú távhőtermelés (csak megújuló alapú termelési arányt szem előtt tartó esetekben), valamint a geotermikus és kapcsolt földgáztüzelésű termelés (a megújuló és kapcsolt alapú termelési arányt szem előtt tartó esetekben) térnyerése tapasztalható. A növekvő megújuló arányok azonban a magas biomassza-ár forgatókönyvben is csak nagy fajlagos addicionális költségek árán érhetők el, amely a magas energiahordozó áraknak tulajdonítható.

32. Az alapesetben feltételezettnél alacsonyabb biomassza árak hatása a megvalósuló tüzelőanyagmixekre kevésbé markáns. A működési költségek csökkenése a biomassza alapú távhőtermelésnek az alapesetben tapasztaltnál is gyorsabb elterjedését eredményezné, ezáltal a magasabb megújuló penetráció, illetve a hatékony távhőrendszerek elérésének többletköltsége is jelentősen csökkenne, hiszen a szükséges beruházások jelentős része piaci alapon is megtörténne. Ebben a forgatókönyvben –költségtükröző termelői hőárakat feltételezve – a 60%-os megújuló alapú termelési arány is elérhető mindössze 7 milliárd forint addicionális költség mellett. Ez ugyanakkor a geotermikus termelés stagnálását és nagyon biomassza-túlsúlyos termelési mixet, ezáltal pedig erőteljes biomassza-keresletnövekedést eredményezne, ami az alacsony biomassza-árak fennmaradását és a fenntarthatóságot tekintve is kérdéseket vet fel.
33. A meghosszabbított kapcsolt termelés forgatókönyvben az összes jelenleg üzemben álló földgáz alapú kapcsolt erőmű esetében azt feltételeztük, hogy a vizsgált időhorizont végéig tudnak üzemelni nagyobb felújítást mellőzve. Ebből adódóan ezen termelők átlagköltsége jelentősen csökkenne, ami a kapcsolt termelés ugrásszerű növekedését eredményezné. Ezen forgatókönyvben a kapcsolt távhőtermelés meghaladná az 5 PJ-t, ami részben a megvalósuló biomassza beruházások számának csökkenését, részben a gázkazánok termelésének jelentős visszaesését eredményezné. Amennyiben a hatékony távhőrendszer kialakítását együttesen a megújuló és kapcsolt alapú távhőtermelés arányával kívánjuk elérni, úgy annak fajlagos nettó addicionális költségei ezen forgatókönyvben lennének a legalacsonyabbak. Amennyiben azonban az elsődleges cél a megújuló arány növelése, akkor a kapcsolt termelés felfutása ennek többletköltségét jelentősen megnövelné.
34. A magas geotermikus potenciál forgatókönyvben a geotermikus alapú termelést támogató szabályozói környezetet (többek között egy kockázati alap létrehozását) és a távhőrendszerek alacsony hőfokra történő átállítását feltételeztük. Ebben a forgatókönyvben a geotermikus alapú termelés megkétszereződik, hiszen immár az alacsony hőfokkal rendelkező geotermikus források is hasznosíthatóvá válnak, kiegyensúlyozottabb energiamixhez és számottevő energia megtakarításhoz vezetve. Amennyiben a fent említett feltételek adottak, úgy a hatékony távhőrendszerré váláshoz szükséges fajlagos nettó addicionális költségek (nem számítva a rendszerek alacsony hőfokra való átállításának jelentős többletköltségét) szignifikánsak csökkenthetők lennének.
35. Az egyes forgatókönyvekben a különböző megújuló arányok elérésének fajlagos többletköltsége 100-600 Ft/GJ sávban szóródik. A megújuló alapú távhőtermelés növelése magas biomassza árak, és alacsony földgázárak mellett a legköltségesebb, míg alacsony biomassza árak és a geotermikus fejlesztéseket megkönnyítő körülmények mellett a legolcsóbb (jóllehet utóbbi körülmények megteremtése igen költséges lehet). Amennyiben azonban a hatékony távhőtermelés elérése az elsődleges cél, függetlenül attól, hogy ez milyen megújuló arány mellett valósul meg, az összkép jelentősen változik: ez esetben a

kapcsolt távhőlétesítmények hosszabb élettartamát, illetve az alacsony földgázárakat feltételező forgatókönyvek vezetnek el legkisebb (20-70 Ft/GJ) többletköltségek mellett a hatékony távhőrendszerekhez, jóllehet ez a megújuló alapú termelés szerényebb hozzájárulása mellett valósulna meg.



TARTALOMJEGYZÉK

Tartalomjegyzék	i
Ábrajegyzék.....	iii
táblajegyzék	vi
1. Bevezető	1
2. Megújuló alapú távhőtermelés	2
2.1. A megújuló és kapcsolt termelésre vonatkozó célkitűzések	2
2.2. A szilárd biomassza piaca	9
2.2.1. Mezőgazdasági eredetű szilárd biomassza – jelenlegi potenciál és tapasztalatok	10
2.2.2. Forrás oldal	14
2.2.3. Felhasználási oldal	17
2.2.4. Mérleg	19
2.2.5. Fenntarthatóság	21
2.2.6. Éghajlatvédelmi hatás	23
2.2.7. Helyi környezeti hatások	25
2.2.8. A biomassza távhő célú felhasználásának hatékonysági előnye.....	26
2.2.9. Piaci árak, minőségi paraméterek.....	30
2.3. Biomassza alapú távhőtermelés gyakorlati tapasztalatai.....	32
2.4. Geotermia.....	46
2.4.1. Geotermikus potenciál.....	46
2.4.2. Geotermikus távhőtermelés.....	49
2.4.3. Geotermikus projektek megvalósítása.....	50
2.5. Nem vizsgált megújuló távhőtermelési módok.....	54
3. A HU-TIMES-DH modell bemutatása	56
3.1. Módszertan	56
3.2. Keresleti oldal	57
3.2.1. Jövőbeni keresletek alakulása.....	58
3.2.2. Év közbeni kereslet változása	59
3.3. Kínálati oldal	60
3.3.1. Meglévő távhőtermelő berendezések.....	60

3.3.2. Tényező-árak alakulása.....	62
3.3.3. Új távhőtermelők a modellben	63
4. Modellezési eredmények.....	69
4.1. Vizsgált forgatókönyvek	69
4.2. A modell működési logikája egy távhőrendszeren keresztül	72
4.3. Az alapforgatókönyv eredményei.....	73
4.3.1. Különböző Megújuló célok elérésének vizsgálata	74
4.3.2. Különböző Megújuló és fosszilis kapcsolt együttes célok elérésének vizsgálata.....	79
4.3.3. Biomassza-felhasználás alakulása.....	82
4.4. Érzékenységvizsgálatok eredményei	83
4.4.1. Földgázár	84
4.4.2. Kedvező környezet a geotermikus távhőtermelőknek.....	86
4.4.3. Magas biomassza ár.....	89
4.4.4. Alacsony biomassza ár.....	91
4.4.5. Meghosszabbított Kapcsolt termelés	93
4.4.6. Fajlagos nettó addicionális költségek változása az egyes érzékenységvizsgálatok esetében	95
4.4.7. Biomassza-felhasználás alakulása az egyes forgatókönyvekben.....	99
Melléklet.....	101

ÁBRAJEGYZÉK

1. ábra: Magyarország tűzifa külkereskedelmi mérlegének alakulása 2000-2017, ezer m ³ ..16	
2. ábra: A szilárd biomassza felhasználás alakulása az energia átalakítási szektorban és a végső felhasználók szerint, (PJ) Magyarországon 2000-2018 18	
3. ábra: A szilárd biomassza források és energetikai felhasználások alakulása Magyarországon, 2000-2018, pj20	
4. ábra: A forrásoldali hivatalos éves tűzifa kitermelési adat és a felhasználás oldali hivatalos éves tűzifa és ipari fa felhasználási adatok viszonya a Magyarországon kezelt erdők éves folyó növedékéhez képest, millió köbméter, 2000-2018..... 22	
5. ábra: AZ IRENA várakozása szerint a távhő egységköltségek várható alakulása, 2030...28	
6. ábra: Biomassza energetikai hasznosítására nyújtott egységnyi támogatás által megtermelhető megújulóenergia értéke a hőcélú és a villamosenergia-célú felhasználás támogatása esetén 30	
7. ábra: Biomassza Projektek fejlesztése42	
8. ábra: Geotermikus projektek költségeinek és kockázatának alakulása a megvalósítás különböző fázisai során..... 52	
9. ábra A jövőbeni éves becsült hőfogyasztás a vizsgált hőközetekre és sarokévekre (TJ/év) 59	
10. ábra Éves hőfogyasztás év közbeni becsült átlagos eloszlása, százalékban kifejezve ...60	
11. ábra: A vizsgált távhőrendszerek távhőtermelői létesítményeinek beépített hőtermelői kapacitása, MW _{th} , 2018-203061	
12. ábra A Csepel-Pesterzsébet hőközet tartamdiagramja az alapeset referenciaszenáriójában, 2030-ra 72	
13. ábra A Csepel-Pesterzsébet Hőközet tartamdiagramja az alapeset 80%-os megújulóenergia-felhasználási célok esetében, 2030-ra 73	
14. ábra Az alapeset aggregált tüzelőanyag-összetételének alakulása különböző megújulóenergia-felhasználási célok mellett, illetve a hatékony távhőrendszerek száma.. 74	
15. ábra A beépített távhőtermelői kapacitás megoszlása technológiánként különböző megújulóenergia-felhasználási célok mellett, 2030-ra..... 76	
16. ábra Az alapesetben a megújuló célok addicionális összköltségének megoszlása a referencia esethez viszonyítva 77	
17. ábra Az alapesetben a megújuló célok fajlagos addicionális költségének megoszlása a referencia esethez viszonyítva 78	

18. ábra Az alapeset aggregált tüzelőanyag-összetételének alakulása különböző együttes megújulóenergia-felhasználási és fosszilis kapcsolt termelési célok mellett, illetve a hatékony távhőrendszerek száma, 2030-ra	79
19. ábra A beépített távhőtermelői kapacitás megoszlása technológiánként különböző együttes megújulóenergia-felhasználási és fosszilis kapcsolt termelési célok esetében (2030).....	80
20. ábra Az alapesetben együttes megújulóenergia-felhasználási és fosszilis kapcsolt termelési célok addicionális összköltségének megoszlása a referencia esethez viszonyítva	81
21. ábra Az alapesetben az együttes megújulóenergia-felhasználási és fosszilis kapcsolt termelési célok addicionális költségének megoszlása a referencia esethez viszonyítva.....	81
22. ábra Az alapesetben a megújulóenergia-felhasználási célok (RES-BASE) és az együttes megújulóenergia-felhasználási és fosszilis kapcsolt termelési célok (TOT-BASE) relatív nettó addicionális költségének megoszlása a referencia eset teljes rendszerköltségéhez viszonyítva.....	82
23. ábra A biomasszafelhasználás alakulása 2030-ban különböző megújuló, illetve megújuló és kapcsolt együttes cél esetén, TJ.....	83
24. ábra Az alapeset, illetve az alacsony földgázár forgatókönyv aggregált tüzelőanyag-összetételének alakulása különböző megújulóenergia-felhasználási célok mellett, illetve az éves nettó addicionális költség.....	84
25. ábra Az alapeset, illetve az alacsony földgázár forgatókönyv aggregált tüzelőanyag-összetételének alakulása az együttes megújulóenergia-felhasználási és fosszilis kapcsolt termelési célok mellett, illetve az éves nettó addicionális költség.....	85
26. ábra Az alapeset, illetve a magas geotermikus potenciál forgatókönyv aggregált tüzelőanyag-összetételének alakulása különböző megújulóenergia-felhasználási célok mellett, illetve az éves nettó addicionális költség	88
27. ábra Az alapeset, illetve a magas geotermikus potenciál forgatókönyv aggregált tüzelőanyag-összetételének alakulása az együttes megújulóenergia-felhasználási és fosszilis kapcsolt termelési célok mellett, illetve az éves nettó addicionális költség	88
28. ábra Az alapeset, illetve a magas biomassza-ár potenciál forgatókönyv aggregált tüzelőanyag-összetételének alakulása különböző megújulóenergia-felhasználási célok mellett, illetve az éves nettó addicionális költség	90
29. ábra Az alapeset, illetve a magas biomassza-ár forgatókönyv aggregált tüzelőanyag-összetételének alakulása az együttes megújulóenergia-felhasználási és fosszilis kapcsolt termelési célok mellett, illetve az éves nettó addicionális költség.....	91
30. ábra Az alapeset, illetve az alacsony biomassza-ár forgatókönyv aggregált tüzelőanyag-összetételének alakulása különböző megújulóenergia-felhasználási célok mellett, illetve az éves nettó addicionális költség	92

31. ábra Az alapeset, illetve az alacsony biomassza-ár forgatókönyv aggregált tüzelőanyag-összetételének alakulása az együttes megújulóenergia-felhasználási és fosszilis kapcsolt termelési célok mellett, illetve az éves nettó addicionális költség.....	92
32. ábra Az alapeset, illetve a meghosszabbított kapcsolt termelés forgatókönyv aggregált tüzelőanyag-összetételének alakulása különböző megújulóenergia-felhasználási célok mellett, illetve az éves nettó addicionális költség	94
33. ábra Az alapeset, illetve a meghosszabbított kapcsolt termelés forgatókönyv aggregált tüzelőanyag-összetételének alakulása az együttes megújulóenergia-felhasználási és fosszilis kapcsolt termelési célok mellett, illetve az éves nettó addicionális költség	95
34. ábra A fajlagos nettó addicionális költségek az egyes forgatókönyvekben különböző megújuló célok esetében.....	96
35. ábra A nettó addicionális költség a teljes rendszerköltséghez viszonyítva a különböző forgatókönyvek esetében különböző megújuló célok esetében.....	97
36. ábra A fajlagos nettó addicionális költségek az egyes forgatókönyvekben különböző együttes megújuló és kapcsolt célok esetében.....	98
37. ábra A nettó addicionális költség a teljes rendszerköltséghez viszonyítva a különböző forgatókönyvek esetében, együttes megújuló és kapcsolt célok esetében	98
38. ábra A biomassza-felhasználás alakulása különböző forgatókönyvekben és megújuló célok esetében 2030-ban, TJ.....	100
39. ábra A biomassza-felhasználás alakulása különböző forgatókönyvekben, illetve együttes megújuló és kapcsolt célok esetén 2030-ban, TJ	100

TÁBLAJEGYZÉK

1. táblázat: A MEKH által közölt éves országos energiamérleg, az Agrárminisztérium által közölt országos erdészeti statisztika és a nemzeti energia- és klímaterv szilárd biomassza felhasználásra vonatkozó adatai.....	8
2. táblázat: A szántóföldi gabonanövények termésére vonatkozó prognózis és az abból becsült, biogáz célra felhasználható szalma mennyisége és a szilárd biomasszaként eltüzelhető mennyiség becslése, 2018-2030, ezer tonna.....	12
3. táblázat: A bruttó és nettó fakitermelés, az ipari és a tűzifa választékok kitermelésének alakulása, és az energetikai célra begyűjthető apadék becslése Magyarországon, 2000-2018	15
4. táblázat: A háztartások végső energiafelhasználásának megoszlása primer energiahordozók között Magyarországon, 2018, TJ és %	19
5. táblázat: Az energiaátalakítási folyamatokban felhasznált primerenergia megoszlása energiahordozó típusok között a villamosenergiatermelésben és a hőtermelésben Magyarországon, 2018, %.....	19
6. táblázat: A biomassza hasznosítás összehozhatósági hatásfokának alakulása a hasznosítás célja és az alkalmazott technológia szerint.....	27
7. Táblázat: Szilárd biomassza alapú villamosenergia- és távhő termelés egységköltsége és energetika hatásfoka	29
8. táblázat: 100 MWh tűzifa felhasználásából termelhető távhő és villamosenergia értékének szórása a referencia hatásfokok és egységköltségek alapján	29
9. táblázat Fűtőművek és fűtőerőművek jellemzői	33
10. táblázat Zöld mezős és barna mezős beruházások	36
11. Táblázat: Geotermikus beruházásokra vonatkozó költségbecslések.....	53
12. táblázat A jelen projekt keretében vizsgált távhőrendszerek listája, a távhőrendszerekhez tartozó kumulált hőfogyasztási és távhőből való részesedésük értékeivel	57
13. táblázat Szakirodalmi biomassza beruházási költségek.....	63
14. táblázat Biomassza fűtőmű (HOB) modellezési költségadatai.....	64
15. táblázat Biomassza fűtőerőmű (CHP) modellezési költségadatai	64
16. táblázat Beruházási és működési költség feltételezések a jobb és gyengébb adottságú hőközetek	66
17. táblázat Távhőrendszerek besorolása geotermikus adottságok és diszkontfaktorok szerint	66
18. táblázat: Az egyes távhőtermelő technológiák esetében a súlyozott átlagos tőkeköltség értéke	68
19. táblázat: Vizsgált forgatókönyvek összefoglalása.....	70

20. táblázat: Elemzett esetek.....	71
21. táblázat: alapesetben és a Magas geopotenciál forgatókönyvben a fajlagos beruházási költség, illetve az alkalmazott diszkontráta.....	87
22. táblázat A Csepel-Pesterzsébet távhőkörizet jellemző eredményei az alapeset forgatókönyvben 2030-ban.....	102
23. táblázat Az Észak-budai távhőkörizet jellemző eredményei az alapeset forgatókönyvben 2030-ban	103
24. táblázat Az Észak-Pesti távhőkörizet jellemző eredményei az alapeset forgatókönyvben 2030-ban	104
25. táblázat Az Újpalotai távhőkörizet jellemző eredményei az alapeset forgatókönyvben 2030-ban	105
26. táblázat A Füredi úti (Budapest) távhőkörizet jellemző eredményei az alapeset forgatókönyvben 2030-ban.....	106
27. táblázat A Kelenföldi (Budapest) távhőkörizet jellemző eredményei az alapeset forgatókönyvben 2030-ban.....	107
28. táblázat A Kispest-Kőbánya távhőkörizet jellemző eredményei az alapeset forgatókönyvben 2030-ban.....	108
29. táblázat A Rákoskeresztúri távhőkörizet jellemző eredményei az alapeset forgatókönyvben 2030-ban.....	109
30. táblázat A Városi Távhőrendszer (debrecen) jellemző eredményei az alapeset forgatókönyvben 2030-ban.....	110
31. táblázat A Diósgyőri Távhőrendszer (Miskolc) jellemző eredményei az alapeset forgatókönyvben 2030-ban.....	111
32. táblázat A Kazincbarcikai Városi Távhőrendszer jellemző eredményei az alapeset forgatókönyvben 2030-ban.....	112
33. táblázat A Kecskeméti Egyesített Távhőrendszer jellemző eredményei az alapeset forgatókönyvben 2030-ban.....	113
34. táblázat A Komlói Távhőrendszer jellemző eredményei az alapeset forgatókönyvben 2030-ban	114
35. táblázat Az Ózdi Városi Távhőrendszer jellemző eredményei az alapeset forgatókönyvben 2030-ban.....	115
36. táblázat A Szegedi Északi Városrész Távhőrendszer jellemző eredményei az alapeset forgatókönyvben 2030-ban.....	116
37. táblázat A Szegedi Rókusi Városrész Távhőrendszer jellemző eredményei az alapeset forgatókönyvben 2030-ban.....	117
38. táblázat A Szegedi Tarjáni Városrész Távhőrendszer jellemző eredményei az alapeset forgatókönyvben 2030-ban.....	118

39. táblázat A Székesfehérvári Városi Kooperációs Távhőrendszer jellemző eredményei az alapeset forgatókönyvben 2030-ban.....	119
40. táblázat A Szombathelyi Vízüntő utcai Távhőrendszer jellemző eredményei az alapeset forgatókönyvben 2030-ban.....	120

1. BEVEZETŐ

A megújuló energiaforrások és a hulladékhő távhőtermelésben történő felhasználásának növelését, illetve az ezen energiaforrásokra épülő ún. hatékony távfűtés ösztönzését az Európai Unió energiahatékonyságról és megújuló energiaforrásokról szóló irányelve egyaránt szorgalmazza. A tagállamokat a kapcsolt energiatermelésből, illetve megújuló energiaforrásokból történő távhőtermelés potenciáljának felmérésére, költség-haszon elemzések készítésére, és - ezek pozitív eredménye esetén - a megfelelő szakpolitikai eszközök alkalmazására kötelezi.

Az utóbbi évtized energiaszektorral kapcsolatos szakpolitikai dokumentumai –a fenti uniós törekvésekkel összhangban- kivétel nélkül ambiciózus (19-33 PJ közötti) célkitűzéseket fogalmaztak meg a megújuló energiaforrásokra alapozott távhőtermelés növelésére. A Nemzeti Energiastratégia a Zöld Távhőprogram keretében azt a célt tűzte ki, hogy az évi 100.000 GJ-t meghaladó fogyasztással rendelkező távhőrendszerekben közép távon megvalósuljon a „hatékony távfűtés”, vagyis a megújuló és kapcsolt termelés együttes részaránya 50% fölé emelkedjen. Magyarország 2020-as Nemzeti Energia- és Klímaterve (NEKT) az új szakpolitikai intézkedések végrehajtásának eredményeként 2030-ra a megújuló- és hulladékalapú távhőtermelés együttes részarányának 60% fölé történő emelkedését is elképzelhetőnek tartja.

A szakpolitikai célkitűzéseket számos vizsgálat kísérte, melyek a hazai távhőszektorban megvalósítható megújuló és kapcsolt távhőtermelési potenciál felmérésére irányultak. A korábbi vizsgálatok során azonosított potenciálok kiaknázása egy 2017-ben készült költség-haszon elemzés szerint azonban csak jelentős beruházási támogatással érhető el. Jelen tanulmány célja, hogy a korábbi potenciálvizsgálatokat további, a biomassza és geotermikus források rendelkezésre állására vonatkozó vizsgálatokkal egészítse ki, az egyes fűtési módok költségszintjét, illetve a megújuló és/vagy kapcsolt távhőtermelésre való átállás költségvonzatát (támogatási igényét) új módszertani eszközök alkalmazásával felbecsülje, és a költséghatékony megújuló és 2030-ig rendelkezésre álló kapcsolt távhőtermelési potenciált az egyes távhőrendszerekben azonosítsa.

A tanulmány első részében áttekintjük a megújuló alapú, kapcsolt, illetve hatékony távhőtermelésre vonatkozó uniós elvárásokat, ismertetjük a vonatkozó hazai potenciálbecslések eredményeit, és bemutatjuk a legjelentősebb megújuló távhőtermelési potenciált rejtő biomassza alapú és a geotermikus távhőtermelési módokat.

A tanulmány második részében ismertetjük a potenciálbecslésre és a támogatási igények azonosítására használt modell felépítését, működését, a modellezés során használt inputadatokat, többek között az egyes távhőkörzetek fogyasztási adatait és a főbb távhőtermelő technológiák beruházási és üzemeltetési költségeit, illetve főbb technológiai paramétereit.

A harmadik részben bemutatjuk a modellfuttatások eredményeit: a tisztán piaci alapon, illetve különböző támogatási szintekkel elérhető megújuló alapú és nagy hatásfokú kapcsolt távhőtermelési potenciált, a különféle megújuló, illetve kapcsolt hőtermelési célkitűzések elérésének támogatásigényét, illetve a fontosabb paraméterek (földgáz- és biomassza árak, geotermikus hőforrások fogadásának képessége) megváltozásának hatását bemutató érzékenységvizsgálatok eredményeit. A vizsgált távhőkörzetekre vonatkozó részletes eredményeket a tanulmány mellékletében szerepeltetjük.

2. MEGÚJULÓ ALAPÚ TÁVHŐTERMELÉS

A következő fejezet első részében összefoglaljuk a megújuló alapú hőtermelésre és a hatékony távhőrendszerekre vonatkozó uniós elvárásokat, tisztázzuk a némileg átfedő fogalmakat és az azokra vonatkozó rendelkezéseket, illetve bemutatjuk a hazai stratégiai anyagokban megfogalmazott célkitűzéseket és a korábbi felmérések eredményeit.

A második részben két kiemelt megújuló energiaforrással és az azokon alapuló hőtermelési technológiákkal foglalkozunk. Áttekintjük a biomassza piac forrásoldali és felhasználási adatait, és bemutatjuk az energetikai célú biomassza felhasználás fenntarthatósági, éghajlatvédelmi vonatkozásait. Ezt követően ismertetjük a biomassza alapú fűtőművek és erőművek üzemeltetési és létesítési sajátosságait.

A biomassza piacok és létesítmények bemutatását követően áttekintjük a geotermikus hőhasznosítás jelenlegi helyzetét, potenciálját, majd röviden vázoljuk a geotermikus hőtermelés és projektfejlesztés sajátosságait. Ezen fejezet célja, hogy rávilágítson a két megújuló energiaforrásban rejlő potenciálokra és azok korlátaira, illetve felvázolja ezen energiaforrásokra alapozott hőtermelés főbb jellemzőit, melyek nagyban meghatározzák, hogy a rendelkezésre álló erőforrásokat milyen módon és milyen mértékben lehet a meglévő távhőrendszerekben hasznosítani.

2.1. A MEGÚJULÓ ÉS KAPCSOLT TERMELÉSRE VONATKOZÓ CÉLKITŰZÉSEK

Az Európai Unió az utóbbi évtizedben több irányelvben is részletes elvárásokat fogalmazott meg a megújuló energiaforrások és hulladékhő (mely részben nagy hatékonyságú kapcsolt energiatermelésen alapul) távhőtermelésben történő nagyobb arányú felhasználására. A következőkben ismertetjük a vonatkozó irányelvek konkrét előírásait, különös tekintettel a „hatékony távhőtermelés” koncepciójára, majd röviden ismertetjük a hazai célkitűzéseket és a korábbi magyar potenciálbecslések eredményeit.

Európai uniós rendelkezések

Az uniós jog a megújuló alapú hőtermelésre vonatkozóan eleinte nem tartalmazott konkrét előírásokat. Az első áttételes elvárások a megújuló direktíva 2009-es módosításában jelentek meg, amely az egyes tagállamok számára 2020-ig elérendő százalékos megújuló energiafelhasználási arányokat szab meg a teljes energiafelhasználáson belül.¹ Az irányelvben rögzített (Magyarország számára 13%-ban megszabott) célok elérésére a tagállamok nemzeti cselekvési tervet (NCsT) készítettek, melyben a teljes energiafelhasználásra vonatkozó megújuló arányt villamosenergia- és hőtermelési arányokra, illetve közlekedési célkitűzésekre bontották, jóllehet ezek a tagállamok által kitűzött szektorális célértékek nem voltak kötelezőek. A bizottság

¹ Az Európai Parlament és a Tanács 2009/28/EK irányelve (2009. április 23.) a megújuló energiaforrásból előállított energia támogatásáról, valamint a 2001/77/EK és a 2003/30/EK irányelv módosításáról és azt követő hatályon kívül helyezéséről

csak a teljes energiafelhasználáson belüli megújuló arány elérését követelte meg, az egyes alszektorokon belüli megoszlásba nem szőlt bele.

A megújuló alapú hőtermelésre vonatkozó első számszerű célokat a 2012-es energiahatékossági irányelv (EED) határozta meg². Az EED a tagállamoktól megkövetelte, hogy átfogó értékelést és költség-haszon vizsgálatot végezzenek a (hasznos hőigényen alapuló) nagy hatásfokú kapcsolt energiatermelés és a hatékony (vagyis jelentős arányban megújuló energiára, hulladékhőre, illetve kapcsolt energiatermelésre alapozott) távfűtés megvalósíthatósági potenciáljára vonatkozóan. Ahol a haszon meghaladja a költségeket, „a tagállamok megteszik a megfelelő intézkedéseket a hatékony távfűtési/távhűtési infrastruktúra fejlesztése érdekében.”

Az EED azt tekinti „hatékony” távfűtési vagy távhűtési rendszernek, amely legalább 50%-ban megújuló energia, 50%-ban hulladékhő, 75%-ban kapcsolt energiatermelésből származó hő vagy 50%-ban ilyen energiák és hők kombinációjának felhasználásával működik. A megfelelő szakpolitikák elfogadásának és a „megfelelő intézkedések” meghozatalának szükségességén túl azonban konkrét kötelezettségeket, pl. kötelező célszámokat nem határozott meg a jogszabály.

A „hatékony távfűtés” minősítés fontosságát ugyanakkor némileg növeli, hogy a későbbi szabályozás az ilyen minősítéssel nem rendelkező távfűtésszerek fogyasztóinak 2025 után lehetővé teszi, hogy lekapcsolódhassanak a távhő hálózatról. Tekintettel arra, hogy jelenleg ez a fogyasztók jelentős részének még nem valóságos opció, a fenti rendelkezés rövid távon vélhetően nem okoz komoly keresletcsökkenést. Később azonban erre a lehetőségre új szolgáltatások is épülhetnek, ami a „nem hatékony” távhőrendszerekről történő tömeges leválásokhoz is vezethet.

A következő „szabályozási lépcsőfoknak” a 2018-as megújuló direktívát (RED) tekinthetjük, amely számos konkrét elvárást fogalmazott meg a megújuló energiaforrások fűtési célú felhasználására vonatkozóan. Egyrészt előírja, hogy a tagállamok a megújuló energiák részarányát 2021-től kezdően a fűtési és hűtési ágazatban éves átlagban 1,3 százalékpontos indikatív értékkel növeljék³. Másrészt arra kötelezi a tagállamokat, hogy „építési szabályaikban és törvényeikben ... kötelezettséget állapítanak meg a megújuló forrásokból előállított energia minimálisan felhasználandó szintjére”, mely részarányba „a jelentős részben megújuló energiából, illetve hulladékhővel és hulladék hűtőenergiával biztosított hatékony távfűtés és –hűtés” is figyelembe veendő.⁴

A RED a távhőszektor vonatkozásában is számszerű célkitűzést fogalmaz meg a megújuló és hulladékhő aránynövelésére: a tagállamok „megkísérlik a megújuló forrásokból, valamint a hulladékhőből és a hulladék hűtőenergiából származó energia távfűtésben és távhűtésben való

² Az Európai Parlament és a Tanács 2012/27/EU irányelve (2012. október 25.) az energiahatékosságról, a 2009/125/EK és a 2010/30/EU irányelv módosításáról, valamint a 2004/8/EK és a 2006/32/EK irányelv hatályon kívül helyezéséről

³ Az Európai Parlament és a Tanács (EU) 2018/2001 irányelve (2018. december 11.) a megújuló energiaforrásokból előállított energia használatának előmozdításáról (átdolgozás). 23. cikk (1) bekezdés

⁴ Lásd: 2018/2001 irányelv 15. cikk (4) bekezdése. A vonatkozó pont közel azonos szövegezéssel egyébként már az irányelv korábbi változatában is szerepelt (2009/28/EK irányelv 13. cikk (4) bekezdés).

részarányát ... a 2021–2025-ös és a 2026–2030-as időszak folyamán legalább évi 1 százalékponttal növelni”, vagy kötelezik a távhőhálózatokat üzemeltető társaságokat, hogy ilyen hőforrásokat felhasználó szolgáltatókat csatlakoztassanak hálózatukhoz.⁵

Fontos megjegyezni, hogy miközben a RED megőrzi a hatékony távhőrendszer fogalmát, az országos célkitűzések meghatározásakor inkább a „megújuló energiaforrásokból és a hulladékhőből származó energia” kifejezéseket használja. A hangsúlyeltolódás azért figyelemre méltó, mert miközben a RED hulladékhőre vonatkozó definíciója elvileg a kapcsolt termelésből származó hőt is magába foglalja, az EED „hatékony távhőrendszer” definíciója világosan megkülönbözteti a hulladékhőt és a kapcsolt energiatermelésből származó hőt: míg előbbiből 50%-os arány is elégséges a hatékony távhőrendszer eléréséhez, addig ehhez a kapcsolt termelésből legalább 75%-os arányra van szükség.⁶ A fogalomhasználat változása ezért úgy is értelmezhető, mintha az uniós szabályozás valamelyest visszalépne attól a korábbi hozzáállástól, amely a kapcsoltaknak a megújulóval és hulladékhővel közel egyenlő társadalmi hasznosítást tulajdonított.

Hazai potenciálvizsgálatok

A megújuló energiaforrásokat (és kapcsolt termelést) jelentős arányban tartalmazó hatékony távhőrendszerek kialakításának lehetőségeit a hazai szakma és az államigazgatás közel egy évtizede vizsgálja. A 2014-ban és 2015-ben végzett potenciálbecslések a hatékony távhőrendszerek kritériumából kiindulva azt vizsgálták, mekkora megújuló alapú hőtermelői kapacitások kiépítésével lehet a megújuló és a (jellemzően földgáz tüzelésű) kapcsolt hőtermelés összegét maximalizálni.⁷ A vizsgálatok a jelenlegi földgázalapú kapcsolt hőtermelő berendezések hosszú távú fennmaradásával számoltak, ami -a meglévő berendezések korát figyelembe véve- feltételezte a szükséges élettartam-növelő felújítások/beruházások megvalósítását. A vizsgálatok arra nem terjedtek ki, hogy a jelenlegi és jövőben várható hő- és villamosenergia-piaci bevételek kellő ösztönzést jelentenek-e a szóban forgó kapacitások felújítására.

A fenti potenciálvizsgálatok szerint a hatékony távhőkörzetek megteremtése a meglévő kapcsolt kapacitások fenntartásával és közel 500 MW új megújuló hőtermelő kapacitás (többségében biomassza és geotermikus fűtőművek) kiépítésével valósult volna meg. A „hatékony” (legalább fele arányban kapcsolt és/vagy megújuló termelést tartalmazó) távhőtermelési mix

⁵ Lásd 2018/2001 irányelv 24. cikk (4) a) és b) bekezdései.

⁶ A RED hulladékhő definíciója a következőképp hangzik: “ipari vagy energiatermelő létesítményekben, vagy a tercier szektorban elkerülhetetlen melléktermékként – kapcsolt energiatermelési folyamat használata vagy tervezett használata, illetve a kapcsolt energiatermelés megvalósíthatatlansága esetén – keletkező hő- vagy hűtőenergia, amely távfűtő- illetve távhűtőrendszerbe való bevezetés híján hasznosítás nélkül távozna a levegőbe vagy vízbe” Lásd 2018/2001 irányelv 2. cikk 9

⁷ Lásd: Orbán, T. – Metzinger, J. (2016): A termelt hő-mix megújításának irányai a hazai távhőben; EED 14-es cikke - a fűtés és hűtés hatékonyságának előmozdítása (évszám és szerző megjelölése nélküli anyag); Századvég Gazdaságkutató Zrt. (2015): Nagyhatekonyságú kapcsolt és hatékony távfűtés/távhűtés potenciálbecslése; ÉMI (2017): Tanulmány az EED 14. cikke szerinti nagyhatekonyságú kapcsolt energiatermelés és hatékony távfűtés/távhűtés megvalósíthatósági potenciáljának felmérése, becslése

ezek szerint 35-55% kapcsolt földgázalapú hőtermelést, és 30-50% megújuló alapú hőtermelést tartalmazna.

A potenciálvizsgálatokhoz kapcsolódó 2017-es költség-haszon elemzés különböző karakteristikájú (eltérő csúcshőigényű és eltérő összetételű távhőtermelő létesítményekkel rendelkező) távhőrendszerekre vizsgálta meg a lehetséges távhőtermelő technológiák gazdasági racionalitását.⁸ Az eredmények azt mutatták, hogy támogatás nélkül nincs érdemi esély hatékony távhőrendszerek kialakítására: alapesetben csupán a geotermikus beruházások mutattak pozitív nettó jelenértéket, azok is csak a nagyobb távhőrendszerekben. A kisebb távhőkörzetek esetében még az érzékenységvizsgálatok is csak elvétve mutattak pozitív nettó jelenértékű beruházást, a nagyobb rendszerekben pedig a biomassa vagy földgázárak 50%-os változására lenne szükség, hogy bizonyos beruházások megtérülővé váljanak.

A számításokból kitűnik, hogy az alapesetben negatív eredmények meglehetősen érzékenyek a bemenő paraméterek mindenkorai értékére: az externális költségek megjelenítése, a földgázárak számottevő mértékű emelkedése, vagy a biomassa árak jelentős csökkenése számos technológia, mindenekelőtt a biomassa fűtőművek esetében elegendő lehet ahhoz, hogy piaci alapon is megérje kiváltani meglévő földgáztüzelésű berendezéseket.

A vizsgálat során elvégzett kérdőíves felmérés szerint (melyre összesen 87 engedélyestől érkezett válasz) a válaszadók alig negyede tervezett a hatékony távhőrendszer kialakítását célzó beruházást, ezek nagy része is biomassa tüzelésű berendezések (fűtőművek és erőművek) létesítésében gondolkodott. Fontos kiemelni, hogy a beruházástól tartózkodó nagyszámú szolgáltató és termelő a pénzügyi megtérülés kockázata mellett egyéb kritikus tényezőre is rámutatott: a várható lakossági ellenállás (különösen biomassa és hulladékégető berendezés esetén), illetve a szóban forgó megújuló energiaforrás (tűzifa, geotermia, hulladékhő) korlátozott rendelkezésre állása a megtérülési kockázatokkal közel azonos súlyú problémaként jelent meg.

A fejlesztéseknek a távhőpiaci árbevételek elégtelensége és kiszámíthatatlansága is komoly gátat szab. A hőpiaci megtérülés korlátai magyarázzák, hogy a tervezett biomassa alapú fejlesztések közel fele -dacára a rendkívül magas beruházási költségeknek- kapcsolt fűtőerőművi beruházás volt. A költséges fejlesztéseket a villamosenergia oldali (KÁT) támogatások lehetőségére és a hosszú távon kiszámítható villamosenergia-bevételekre alapozták, ami ellensúlyozhatta volna az éves ciklusokban meghatározódó távhő oldali bevételek bizonytalanságát és elégtelenségét.

Szakpolitikai célkitűzések

Magyarország Nemzeti Energia- és Klímatervében 2030-ra azt vállalta, hogy 21%-ra növeli a megújuló részarányt a bruttó végső energiafogyasztáshoz viszonyítva (a fűtési-hűtési ágazatban 28,7%-os megújuló aránnyal), összes ÜHG kibocsátását 40%-kal mérsékli 1990-hez képest, miközben a végső energiafogyasztását a jelenlegi szinten stabilizálja, vagyis az iparban (és kisebb részben a közlekedési és terciárszektorban) várható masszív felhasználásnövekedést a háztartási szektor energiafogyasztásának jelentős csökkenésével ellensúlyozza.

⁸ Századvég Gazdaságkutató Zrt. (2017): Költség-haszon elemzés

A végleges NEKT rendkívül ambiciózus célkitűzéseket fogalmaz meg a távhőszektorra vonatkozóan: a jelenleginél 15%-al magasabb távhőfogyasztást, és 60% feletti megújuló arányt céloz meg annak érdekében, hogy a klímaterv főbb célszámai teljesüljenek. Ehhez a korábbi potenciálvizsgálatokban megcélzott megújuló kapacitások legalább másfélszeresének kiépítésére lenne szükség, ami az elkövetkező évtizedben mindeddig példátlan ütemű beruházási tevékenységet: évi 100 MW_{th}-ot meghaladó nagyságú, túlnyomóan biomassza alapú, kisebb részben geotermikus, illetve hulladéktüzelésen alapuló hőtermelő kapacitás kiépítését követelné meg a szektortól.

A fenti növekedési ütem fenntartása a teljes éves fanövekmény többszörösének távhőcélú felhasználását feltételezné, ami még rendkívül erőteljes tűzifaimport esetén sem képzelhető el. A Nemzeti Energiestratégia (NES) éppen ezért sokkal óvatosabban közelít a távhőszektor „zöldítéséhez”: azt elsősorban a „leginkább karbonsemleges technológiákkal” (geotermia, napkollektorok, primerenergia-megtakarítást hozó kapcsolt termelés, korszerű hulladékégetés, biogáz) tervezi megvalósítani, és csak a fennmaradó hőigények kielégítésében támaszkodna a fenntarthatósági kritériumokat kielégítő biomassza felhasználásra.

A NES-ben megfogalmazott távhőszektorral kapcsolatos célok mindazonáltal nagyon ambiciózusak: a dokumentum szerint középtávon legalább azon települések távhőrendszerei, ahol a települési szinten hálózatra adott távhő mennyisége eléri a 100.000 GJ-t, a vonatkozó uniós irányelv szerinti „hatékony távfűtés/távhűtés” kategóriájába kell esnek. Tekintve, hogy a fenti rendszerek hőfogyasztása a hazai távhőszektor összefogyasztásának mintegy 90%-át teszi ki, a szükséges fejlesztések volumene hatalmasnak tekinthető.

A NEKT-ben rögzített célok elérése azonban forrásoldalon is korlátokba ütközhet. A NEKT jelentős mennyiségű biomassza növekménnyel számol a hőszektorban: a háztartások szilárd biomassza felhasználására vonatkozóan csökkenő, a távhő termelésben viszont jelentősen növekvő trendet vár. A felhasználási és kitermelési tervek ebből fakadó ellentmondásai komoly kockázatokat hordoznak a fenti célkitűzések elérésében. A következő táblázatban összefoglaljuk, hogyan viszonyulnak egymáshoz a MEKH Éves Országos Energiamérlegének szilárd biomasszára vonatkozó tényadatai (2017-18-ra) a NEKT által tervezett értékekhez. A távhőtermelésben és a kapcsolt hő- és villamosenergia termelésben felhasznált biomassza 11-12 PJ között alakult, a villamosenergia termelésben felhasznált pedig 12-13 PJ körül. A háztartások szilárd biomassza fogyasztásával kiegészülve 90-99 PJ között mozgott a szilárd biomassza az energiamérlegben. Ezzel szemben a NEKT már 2020-ra is 167 PJ biomassza eredetű hővel tervez, ami problémás kiindulópontot jelent az egy évtizedes tervezéshez. (NEKT 4., 5. táblázatok)

Különösen nehéz értelmezni NEKT-ben a biomassza forrás oldalával kapcsolatos várakozásokat. A 2020-ról 2030-ra 167 PJ-ről 235 PJ-ra növekvő biomassza felhasználás körülbelül 18 millió köbméterről 26 millió köbméterre növekvő éves famennyiségnek felel meg. Ezt a mennyiséget a magyarországi erdők nem képesek megtermelni. 2017-18-ban az erdők összes éves folyó növekménye 13,2 millió köbméter volt. Ezen belül a faanyagtermelési rendeltetésű erdők éves folyó növekménye 9,2 millió köbméter volt, amihez hozz kell tenni, hogy a fakitermelési statisztikák maximum 40-50%-os tűzifa kihozatali arányt tartalmaznak, a többi az ipari faválasztékok között oszlik meg, vagyis energetikai célokra nem áll rendelkezésre.

Maga a NEKT erdészeti fejezete is jóval alacsonyabb fanövekményekkel számol annál, mint ami ki tudná elégíteni forrás oldalról ezt a biomassza felhasználás növekedést. (NEKT 9. táblázat) Az Erdő Referencia Szint (FRL) szabályozás által előírt legnagyobb megengedett kitermelés 8,4 millió köbméterről mindössze 9,5 millió köbméterre nő 2030-ig – ami kb. megfelel a faanyagtermelési rendeltetésű erdők folyó éves növekményének. Viszont a NEKT sem számol ennyi fakitermeléssel, csak 7,3 - 8,8 millió köbméterrel, ugyanis az FRL szabályozási szintű fakitermelésnél már sérülne a „no-debit” alapelv, miszerint az erdőgazdálkodás nettó karbon egyenlegének nem szabad pozitívnak lenni légköri szempontból, azaz nem kerülhetnek túlsúlyba az emissziós volumenek a nyelők által kivont volumenekkel szemben.

A NEKT által vizionált növekményekre az erdőtelepítések sem adnak magyarázatot. A NEKT 2020 és 2030 között mindössze évi 2500 – 3800 hektár új erdő telepítésével számol, és ezek a következő évtizedben még nem járulnak hozzá a kitermelhető mennyiség növekedéséhez. A nemzeti erdőtelepítési program szerint egyébként, amely 2050-re 27%-os erdősültséggel számol, évente több mint 20 ezer hektár új erdő telepítésére lenne szükség.

1. TÁBLÁZAT: A MEKH ÁLTAL KÖZÖLT ÉVES ORSZÁGOS ENERGIAMÉRLEG, AZ AGRÁRMINISZTERIUM ÁLTAL KÖZÖLT ORSZÁGOS ERDÉSZETI STATISZTIKA ÉS A NEMZETI ENERGIA- ÉS KLÍMATERV SZILÁRD BIOMASSZA FELHASZNÁLÁSRA VONATKOZÓ ADATAI

	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
NEKT által tervezett biomassza alapú villamosenergia fogyasztás, GWh				2 332	2 431	2 531	2 631	2 731	2 831	2 930	3 029	3 129	3 228	3 328
NEKT által tervezett biomassza áramtermelő kapacitás, MW				519	583	647	710	774	838	796	754	712	670	796
NEKT által tervezett biomassza alapú hőfelhasználás, ktoe				1 785	2 155	2 525	2 894	3 263	1 853	2 351	2 849	3 347	3 845	2 504
szilárd biomassza igény villamosenergiára 27%-os villamosenergia termelési hatásokkal, PJ				31,1	32,4	33,7	35,1	36,4	37,7	39,1	40,4	41,7	43,0	44,4
szilárd biomassza igény hőtermelésre 55%-os hőfelhasználási hatásokkal, PJ				136	164	192	220	248	141	179	217	255	293	191
szilárd biomassza villamosenergia termelésre történő bevitele (MEKH), PJ	11,6	12,9												
szilárd biomassza kapcsolt vagy hőtermelésre történő bevitele (MEKH), PJ	11,7	11,0												
szilárd biomassza végső felhasználás (ipar + háztartások, MEKH), PJ	76,3	66,2												
összes biomassza tüzelőhőigény - 2017-18-ra: MEKH, 2020-tól: NEKT szerint, PJ	99,5	90,1		167,0	196,5	225,9	255,4	284,8	178,8	218,0	257,3	296,5	335,8	235,0
összes biomassza tüzelőhőigény a NEKT szerint, 10 GJ/t fűtőértékkel, millió tonna				16,7	19,6	22,6	25,5	28,5	17,9	21,8	25,7	29,7	33,6	23,5
összes biomassza tüzelőhőigény a NEKT szerint, 0,9 t/m ³ sűrűséggel, millió m ³				18,6	21,8	25,1	28,4	31,6	19,9	24,2	28,6	32,9	37,3	26,1
Mo.-i erdők éves folyó növekménye (2017-18: Agrárminisztérium, 2050-ig a Nemzeti Erdőprogram szerint), millió m ³	13,2	13,2		13,5	13,6	13,8	13,9	14,0	14,2	14,3	14,5	14,6	14,8	14,9
faanyagtermelési rendeltetésű erdők éves folyó növekménye (a 2000-2018 között megfigyelt 70%-os aránnyal számolva), millió m ³	9,2	9,2		9,4	9,5	9,6	9,7	9,8	9,9	10,0	10,1	10,2	10,3	10,4
FRL - Előírt legnagyobb kitermelés az Erdő Referencia Szint szabályozás szerint (NEKT), millió m ³	8,2				8,4	8,5			8,9		9,1			9,5
Emelt szintű fakitermelés (NEKT), millió m ³	7,5				7,9	8,0			8,2		8,5			8,8
Alacsony szinten tartott fakitermelés (NEKT), millió m ³	7,5				7,3	7,3			7,3		7,3			7,3

2.2. A SZILÁRD BIOMASSZA PIACA

Ebben a fejezetben a távhő célra felhasználható tűzifa főbb piaci jellemzőit tekintjük át. Leírjuk a forrásoldal főbb összetevőit: a hazai tűzifa kitermelés alakulását és az importot, elemezzük a kínálat koncentráltóságát. Ezután számba vesszük a felhasználási oldalra vonatkozó statisztikai adatokat, és összehasonlítjuk a főbb felhasználói csoportokat. Így összeáll a források és felhasználások által meghatározott mérleg. A mérleg alapján a fenntarthatósággal kapcsolatos kérdéseket járjuk körül: hogyan lehet értékelni a magyarországi tűzifa piac fenntarthatóságát, milyen elvek megvalósítását várja el az európai szabályozás. Szintén a fenntarthatóság témaköréhez tartozik a tűzifa klímavédelmi szempontú értékelése, a karbon hatásokkal kapcsolatos kérdések. Végül összefoglaljuk az általunk felkutatott piaci árakat és a meghatározó minőségi paramétereket.

A vizsgálat során országos adatokra támaszkodunk: nem vizsgáljuk, hogy egyes távhőrendszerek környezetében milyen mértékű primer tűzifa-források állnak rendelkezésre. A hazai tűzifapiac ismereteink szerint nem bomlik kisebb földrajzi területekre, ahogy azt a számottevő mértékű külkereskedelmi adatok és a környező országok tapasztalatai is bizonyítják. A beszállítói források távolsága csupán a leszerződhető tűzifa szállítási költségét befolyásolja, ami adott esetben versenyelőnybe hozhatja adott távhőkörzet környezetében tevékenykedő beszállítókat, de az egyes távhőrendszerek rendelkezésére álló kínálatot nem szűkíti.

Ahogy ezt a tanulmány elején is jeleztük, a távhő szempontjából a szilárd biomassza potenciált elsősorban az erdei tűzifára szűkítve értelmezzük. A mezőgazdasági eredetű biomasszával kapcsolatos hazai piaci és energetikai tapasztalatok alapján egyelőre nem számolunk az erdei tűzifán kívül egyéb szilárd biomassza nagyléptékű felhasználásra a távhő szektorban. Viszont mezőgazdasági melléktermék eredetű lágyszárú biomassza megjelenhet kisebb mértékben adagolva fásszárú tüzelés mellett. Ezért ebben a tanulmányban becslést adunk a mezőgazdasági művelésből származó lágyszárú melléktermékek energetikai potenciáljára.

A tanulmányban nem tudunk számszerű becslést adni a mezőgazdasági energia ültetvények potenciáljáról. Ez a szegmens egyelőre nem ad számottevő piaci kínálatot. Ennek ellenére a mezőgazdasági energiaültetvények potenciálja nem elhanyagolható. Ahhoz, hogy egy távhő termelő számára kellő mennyiségben, minőségben és megfelelő áron legyen elérhető az ültetvény eredetű biomassza, és hosszútávú ellátási biztonsággal is lehessen számolni, egy átfogó ültetvény fejlesztési programra volna szükség. Ehhez elsősorban kormányzati agrárstratégiai koncepció kidolgozására volna szükség, amely hatástanulmányok alapján kijelöli az energetikai ültetvényekkel kapcsolatos preferenciákat és megalkotja a szabályozási kereteket. Valószínű, hogy az agrárstratégiai oldal mellett az energiasztratégia és a hatósági árszabályozás támogatására is szükség volna. A távhő szektor „zöldítése” jelenthetne egy olyan masszív új keresleti szegmenst, ami az energiaültetvények beindulását elősegítené.

2.2.1. MEZŐGAZDASÁGI EREDETŰ SZILÁRD BIOMASSZA – JELENLEGI POTENCIÁL ÉS TAPASZTALATOK

A lehetséges mezőgazdasági alapanyagokat két nagy csoportra bonthatjuk: a szántóföldi növénytermesztés hulladékai és melléktermékei, valamint a célzottan energiatermelésre szánt ültetvények termelése. Ez utóbbi tartalmazza a lágyszárú és a fásszárú energianövény ültetvényeket. A távhő szempontjából egyelőre a melléktermékek közül ipari mennyiségben rendelkezésre álló gabonaszalmával érdemes foglalkozni. Az energiaültetvények az alábbi érvek alapján nem kerültek be a potenciálbecslésbe.

Energiacélú ültetvények

Az utóbbi évtizedben szakmai vita folyik az energiacélú ültetvények megítéléséről, a vonatkozó szakirodalomban sok publikáció foglalkozik a bioüzemanyag termelés céljára termelt szántóföldi kultúrák környezeti és gazdasági hatásainak megítélésével. Az üzemanyag célú ültetvények kedvezőtlen megítélése három problémakörbe rendeződik:

- Világszerte korlátos mezőgazdasági területek állnak rendelkezésre a növekvő népesség és a jóléttel változó táplálkozási igények (pl. növekvő húsfogyasztás) kielégítésére. A termőföldeken termesztett energia növények az élelmiszer- és takarmánynövényeknek támasztanak versenyt, növelik a földbérleti díjakat és emelik az élelmiszer árakat, helyenként súlyosbíthatják az éhezést.
- Az energiaültetvényeknek magas az öntözővíz, a műtrágya és a növényvédelmi (gépi munka, vegyszer) kezelési igényei. Ezért a talajokra, felszíni vizekre, vízbázisokra, ökológiai és humán egészségre aránytalanul nagy negatív hatással vannak.
- Az energiaültetvények mint új mezőgazdasági terménycsoport növelik a nyomást újabb érintetlen területek művelésbe vonására, ezzel veszélyeztetik a még meglévő természetes élőhelyeket.

A bioüzemanyagok vegyes megítélése nyomán a biogáz célú energiaültetvények koncepciója is megkérdőjeleződött. Az EU Bizottság is szükségét érezte, hogy állást foglaljon az energia ültetvények fenntarthatósága és éghajlatvédelmi értékelése kérdéseiben.⁹ Habár ezek nem kötelező érvényű jogi előírások, mégis mutatják a szabályozás finomodását, és azt a tendenciát, hogy valamennyi biomassza megítélése szigorodik.

Az EU ajánlások szerint meg kell tiltani az olyan biomassza célú termelést, amely erdők átalakításából származó földterületen történne, vagy más, magas biodiverzitású, ökológiailag értékes területeken, illetve nagy karbon tartalékokat raktározó (például tőzeglápos) területeken. A nemzeti szabályozásoknak biztosítaniuk kell, hogy a biomasszából termelt energia (bioüzemanyagok, biogáz, biomasszából termelt hő- és villamosenergia) a referencia helyzethez képest legalább 35%-kal kevesebb üvegházhatású gázt bocsásson ki a teljes életciklus során (a termeléstől a szállításon át a feldolgozásig és az energia átalakításig). Az üvegházgáz megtakarításnak legalább 50%-osnak kell lennie a 2017 után üzembe lépő új létesítményeknél és legalább 60%-osnak a 2018 után üzembe lépő új létesítményeknél. Az ajánlások egyelőre csak a legalább 1 MW hő- illetve villamosenergia teljesítményű létesítményekre vonatkoznak.

⁹ EU COM(2010)11

Ezeknek a szakmai érveknek a hatására ebben a kutatásban nem számolunk energianövény ültetvényekről származó biogáz alapanyaggal. Lehetséges, hogy ez a prognózisunk szempontjából alulbecslést jelent. De figyelembe vettük azt is, hogy Magyarországon jelentős a bioüzemanyag célú növénytermesztés, (repce, kukorica) ami már így is versengő termőföld felhasználást jelent. Meghirdetett hosszútávú országos agrárstratégia hiányában a szántóföldek használatára vonatkozóan azzal a feltevessel éltünk, hogy a vizsgált időhorizonton az élelmiszer- és takarmánynövények prioritást élveznek.

Szalma

A szalmában rejlő energia potenciál becslését két eltérő felhasználási technológia szerint bontva becsülhetjük.

2018 őszén a REKK az ITM megbízásából Magyarország Nemzeti Energia és Klíma Tervének első változatához végzett háttérszámításokat. (REKK 2018) Ebben az anyagban megbecsültük a biogáz termelésre fordítható szalma potenciált 2030-ig. Ezután becsültük a magyarországi biogáz üzemekbe jelenleg bekerülő szalma mennyiségét és metánhozamát, valamint a jelenlegi technológia szintjén kiaknázatlanul maradó szalma eredetű biogáz potenciált. Ezután a technológia fejlődését feltételezve az újonnan létesíthető biogáz üzemekben a szalma növekvő arányú felhasználását tételeztük fel, és így becsültük a szalma-biogáz potenciált 2030-ig. Ezek alapján reziduális alapon becsültük a szilárd biomasszaként hasznosítható szalma mennyiségét.

A következő táblázatban bemutatjuk, hogy az általunk előrejelzett gabonatermés és szalma mennyiség alapján mi a várakozásunk a biogáz termelésben felhasznált szalma mennyiségére és a szilárd biomassza formájában tüzelőberendezések számára fennmaradó szalma mennyiségére vonatkozóan. A számítások részletes bemutatását lásd REKK (2018).

2. TÁBLÁZAT: A SZÁNTÓFÖLDI GABONANÖVÉNYEK TERMÉSÉRE VONATKOZÓ PROGNÓZIS ÉS AZ ABBÓL BECSÜLT, BIOGÁZ CÉLRA FELHASZNÁLHATÓ SZALMA MENNYISÉGE ÉS A SZILÁRD BIOMASSZAKÉNT ELTÜZELHETŐ MENNYISÉG BECSLÉSE, 2018-2030, EZER TONNA

	gabona- termés becslése	betakarítható és energiatermelésre felhasználható gabonaszalma scenáriók			biogáz termeléshez bekevert szalma becs- lése		szilárd tüzelésre fel- használható szalma becslése	
		A	B	C	X	Y	B-Y	C-X
	ezer tonna							
2018	6 481	3 616	2 359	1 361	1 150	662	1 697	211
2019	6 505	3 630	2 368	1 366	1 162	669	1 699	204
2020	6 530	3 644	2 377	1 371	1 174	676	1 701	197
2021	6 555	3 658	2 386	1 377	1 186	683	1 703	191
2022	6 580	3 672	2 395	1 382	1 198	690	1 705	184
2023	6 605	3 686	2 404	1 387	1 210	697	1 708	177
2024	6 630	3 699	2 413	1 392	1 222	703	1 710	171
2025	6 655	3 713	2 422	1 397	1 234	710	1 712	164
2026	6 679	3 727	2 431	1 403	1 245	717	1 714	157
2027	6 704	3 741	2 440	1 408	1 257	724	1 716	151
2028	6 729	3 755	2 449	1 413	1 269	731	1 719	144
2029	6 754	3 769	2 458	1 418	1 281	738	1 721	137
2030	6 779	3 783	2 468	1 424	1 293	745	1 723	131

Forrás: saját táblázat REKK (2018) alapján

Amint látható, a szántóföldi művelésből lehozható szalma mennyiségét a szakirodalmi bizonytalanságok miatt három változatban készítettük el (A, B, C). Agrárökológiai, technológiai és üzemgazdasági megfontolások miatt nem használtuk további becslésekhez a legmagasabb lehozott mennyiséget becslő 'A' forgatókönyvet. A biogáz termelésben felhasznált szalma mennyiségére vonatkozó becsléseinket végül két forgatókönyv alapján véglegesítettük (X, Y). A szilárd biomassza tüzelésre igénybevehető szalma mennyiségét a szélső értékek alapján becsültük (B-Y, C-X).

A bizonytalanságok miatt egy nagyságrend különbség van az elérhető hozamra vonatkozó alsó és felső becslések között. A szalma fűtőértékére vonatkozóan elérhető becslések is tartalmaznak szórást. 14 MJ/kg és 16 MJ/kg értékekkel számolva az elérhető energiamennyiség összességében 2 PJ és 27 PJ közötti tartományba becsülhető.

Vegyük észre, hogy milyen magas a szalmában rejlő energia potenciál. Még úgy is elérhető a 27 PJ, ha a megtermelt szalma mennyiségének több mint 60%-át a szántóföldön hagyják a talaj szervesanyag utánpótlására.

Lágyszárú biomassza felhasználás eddigi tapasztalatai

A hazai erőművek és fűtőművek közül kevesen hasznosítanak szalmát, de több üzemeltető próbál költségcsökkentési céllal lágyszárú anyagokat keverni fa tüzelőanyagba. A távhő szektorban nagyobb léptékű lágyszárú biomassza felhasználásra a pécsi távfűtésben kerül sor.

A Pannon-Hő Kft. építette meg és üzemelteti a Pécsi Erőmű 35 MW-os blokkját, mely elsősorban bálázott lágyszárú mezőgazdasági melléktermékeket használ tüzelőanyagként¹⁰. Éves villamosenergia-termelése 190-200 GWh, hőtermelése 900-1000 TJ. Az Erőműtől és piaci forrásoktól származó információk szerint Pannon-Hőnek egyre nagyobb erőfeszítésébe telik a szükséges lágyszárú anyagmennyiség elfogadható áron történő beszerzése. Az Erőmű ellátásában résztvevő gazdák az Erőmű szempontjából romló feltételekkel hajlandóak a lágyszárú anyagok begyűjtését, bálázását és erőművi beszállítását végző vállalkozóknak a melléktermékeket átadni. E mögött az alacsony átadási ár mellett szerepet kaphat az is, hogy a bálázást be kell illeszteni a művelési folyamatok közé, melynek koordinálása esetenként nehézséget okozhat. Gyakoriak a viták – beleértve a pénzügyi vitákat is – a bálák minőségével kapcsolatban. Az erőművi kazánberendezés rendkívül érzékeny a tüzelőanyag nedvességtartalmára, a kazán előtti logisztika pedig a bálák fizikai jellemzőire, pl. állékonyságára.

A 2020 utáni távhős biomassza programnak eleme lehet valamennyi lágyszárú felhasználás, de számítani kell a következő nehézségekre:

- Bár az EU Megújuló Energia Irányelve a megújuló energia termelésére használható anyagok között említ bizonyos mezőgazdasági maradékanyagokat, benne a szalmát, az egyes projekteknek egyedileg kell engedélyeztetniük a kiválasztott anyagok megújuló tüzelőanyagként történő elismerését.
- A mezőgazdasági termelés oldalán fenntarthatósági kérdések merülhetnek fel, pl. a talaj szervesanyag tartalmával kapcsolatban.
- Rendkívül nehéz efféle maradékanyagok szállítására hosszútávú bankképes szerződést kötni.
- A lágyszárú anyagokat felhasználó kazánok speciális technológiát kell alkalmazzanak, ami többlet beruházási és üzemeltetési költséggel jár.
- A lágyszárú anyagok kezelése speciális logisztikai megoldásokat követel meg, melyek többlet helyet és többlet költséget igényelnek.

¹⁰ <https://www.veolia.hu/hu/pecsi-eromu-0>

A legjobb esélyek ott lehetnek lágyszárú tüzelőanyagok távfűtési felhasználására, ahol határozott túlkínálat van az adott anyagból, és az üzemeltető a lágyszárú anyagot bármikor helyettesíteni tudja faaprítékkal. A szomszédos Ausztriában úgy működtetnek falufűtéseket bálátüzeléssel, hogy a falu lakói – egyben a falufűtés fogyasztói – maguk szállítják be a bálákat a fűtőműbe.

2.2.2. FORRÁS OLDAL

Forrás oldalon legfontosabb tényező az erdei tűzifa kitermelés alakulása. Ezen kívül figyelembe kell vennünk az „apadék” fogalom alá tartozó erdészeti melléktermékek (tisztítási, gyérítési faanyagok, kéreg, ágfa, tuskó, vágástéri hulladék) egy részét és a tűzifa külkereskedelmét.

Erdei tűzifa, apadék

A magyarországi fakitermelési adatok az erdészeti szabályozás alá tartozó területeken történő használatokat rögzítik. Ezért nem tartalmazzák nem erdő besorolású területeken kivágott fákat és a használat utáni fatermékeket.¹¹

Az összes erdőgazdálkodási célú terület mintegy 2 millió hektár, a faállománnyal borított terület ennél némileg kevesebb. Az állami erdőtelepítési programok ellenére a faállománnyal borított terület nagysága 2010 óta stagnál, 1 millió 860 ezer hektár. Ez a faállománnyal borított terület adja a hazai statisztikákban megjelenő fakitermelési adatokat.

Az alábbi táblázatban először a hazai fakitermelés főbb paramétereinek az alakulását foglaljuk össze 2000 és 2018 közötti időszoron. A teljes fahasználatot bruttó köbméterben mérik, és magában foglalja az erdőből kihozott famennyiséget és az erdőben maradó apadékot is. A kitermelt bruttó köbméter és az apadék különbsége a nettó köbméterben kifejezett összes nettó fahasználat. Ennek két fő kategóriája az ipari választékok összessége (lemezipari és fűrészipari rönkök, papíripari és rostipari alapanyagok) és a tűzifa választékok összessége (energia célú erdei apríték, vékony és vastag tűzifa).

Az apadék egy része alkalmas energetikai hasznosításra. Az apadékot alkotó faanyag két legfontosabb jellemzője energia potenciál szempontjából a begyűjtés gazdasági hatékonysága és a begyűjtött és aprítékolt apadék fűtőértéke. Az apadék fűtőértékét a tűzifához képest csak nagyobb bizonytalansággal lehet becsülni: az apadékot alkotó faanyagoknak nagyon eltérő a kéreg aránya, a hamu tartalma, sűrűsége és a szárazanyag tartalma. A begyűjtés hatékonyságát emelik a magasabb tűzifa árak. A gazdaságossági megfontolások és szakirodalmi adatok alapján becsülhető az energetikai célra begyűjthető apadék mennyisége.

A következő táblázat nettó köbméterben kifejezett adatai az Agrárminisztériumtól, a bruttó fahasználati adatok a KSH-tól származnak.

¹¹ A nem erdő besorolású területek részben művelés alatt álló (de nem erdő vagy szántó) területek, melyeken keletkezhet fásszárú biomassa (szőlő, gyümölcsös), de közel sem olyan hozamokkal, mint az erdő területeken. Szintén ide tartoznak a kivett területek, ahol lehetnek kitermelhető faültetvények, (pl. vonalas létesítményeket kísérő fasorok) de ezek hozama még kisebb. Adatok híján teszünk egy egyszerű becslést az innen kitermelhető biomassa mennyiségre a 2.2.4 sz. fejezetben.

3. TÁBLÁZAT: A BRUTTÓ ÉS NETTÓ FAKITERMELÉS, AZ IPARI ÉS A TŰZIFA VÁLASZTÉKOK KITERMELÉSÉNEK ALAKULÁSA, ÉS AZ ENERGETIKAI CÉLRA BEGYŰJTHETŐ APADÉK BECSLÉSE MAGYARORSZÁGON, 2000-2018

év	iparifa	tűzifa	nettó fa- haszná- lat	teljes fa- haszná- lat (a)	tűzifa a bruttó fa- használat arányában	apadék	apadék a bruttó fa- használat arányá- ban	energetikai célra be- gyűjthető apadék be- csült men- nyisége (b)
<i>m.e.:</i>	<i>nettó, ezer m³</i>			<i>bruttó ezer m³</i>	<i>%</i>	<i>ezer m³</i>	<i>%</i>	<i>ezer m³</i>
2000	3 305	2 597	5 902	7 287	36%	1 385	19%	729
2001	3 492	2 319	5 811	7 011	33%	1 200	17%	701
2002	3 438	2 398	5 836	7 013	34%	1 177	17%	701
2003	3 004	2 781	5 784	7 086	39%	1 302	18%	709
2004	2 988	2 672	5 660	7 095	38%	1 435	20%	710
2005	2 804	3 136	5 940	7 167	44%	1 227	17%	717
2006	2 667	3 246	5 913	7 005	46%	1 092	16%	701
2007	2 761	2 879	5 640	6 609	44%	969	15%	661
2008	2 822	3 135	5 957	7 024	45%	1 067	15%	702
2009	2 365	3 526	5 890	6 774	52%	884	13%	677
2010	2 746	3 660	6 406	7 424	49%	1 018	14%	742
2011	3 018	3 933	6 950	8 080	49%	1 130	14%	808
2012	2 987	3 624	6 611	7 732	47%	1 121	14%	773
2013	3 189	3 542	6 731	7 875	45%	1 144	15%	788
2014	3 119	3 285	6 404	7 517	44%	1 113	15%	752
2015	3 065	3 280	6 345	7 354	45%	1 009	14%	735
2016	2 950	3 226	6 176	7 340	44%	1 164	16%	734
2017	2 862	3 454	6 317	7 576	46%	1 259	17%	758
2018	3 038	3 443	6 481	7 766	44%	1 285	17%	777

Forrás: saját táblázat Agrárminisztérium, (a) KSH, (b) Molnár et al. (2013) adatai alapján

Látható, hogy a bruttó fakitermelés és a nettó fahasználat emelkedő tendenciát követ. A nettó fahasználaton belül ellentétes trendet követ az iparifa és a tűzifa kitermelés. Lineáris trendet feltételezve, az iparifa kitermelés évi 12 ezer köbméterrel csökken, a tűzifa kitermelés viszont évi 60 ezer köbméterrel nő a vizsgált időszakban. Tehát nem beszélhetünk stabil kitermelési arányokról. Míg a 2000-es évek elején a tűzifa választékok aránya 30-35% körül alakult, a 2010-es évekre 45-50%-ra emelkedett.

Némi magyarázattal szolgálhat erre, hogy egyes ipari választékok (papíripari- és rostfa) minőségükben nem különböznek a tűzifa választékoktól, ezért rugalmas átmenetet képeznek a két választék kategória között. Ebben a szegmensben a termelő illetve a kereskedő a pillanatnyi relatív árak és szállítási költségek alapján dönt arról, hogy tűzifa vagy iparifa választékként értékesíti ugyanazt a tételt.

Szakirodalmi adatok alapján¹² becsültük az energetikai célú biomassza források közé számítható apadék mennyiségét. Ez alapján számításainkban a bruttó fakitermelés 10%-ára tesszük

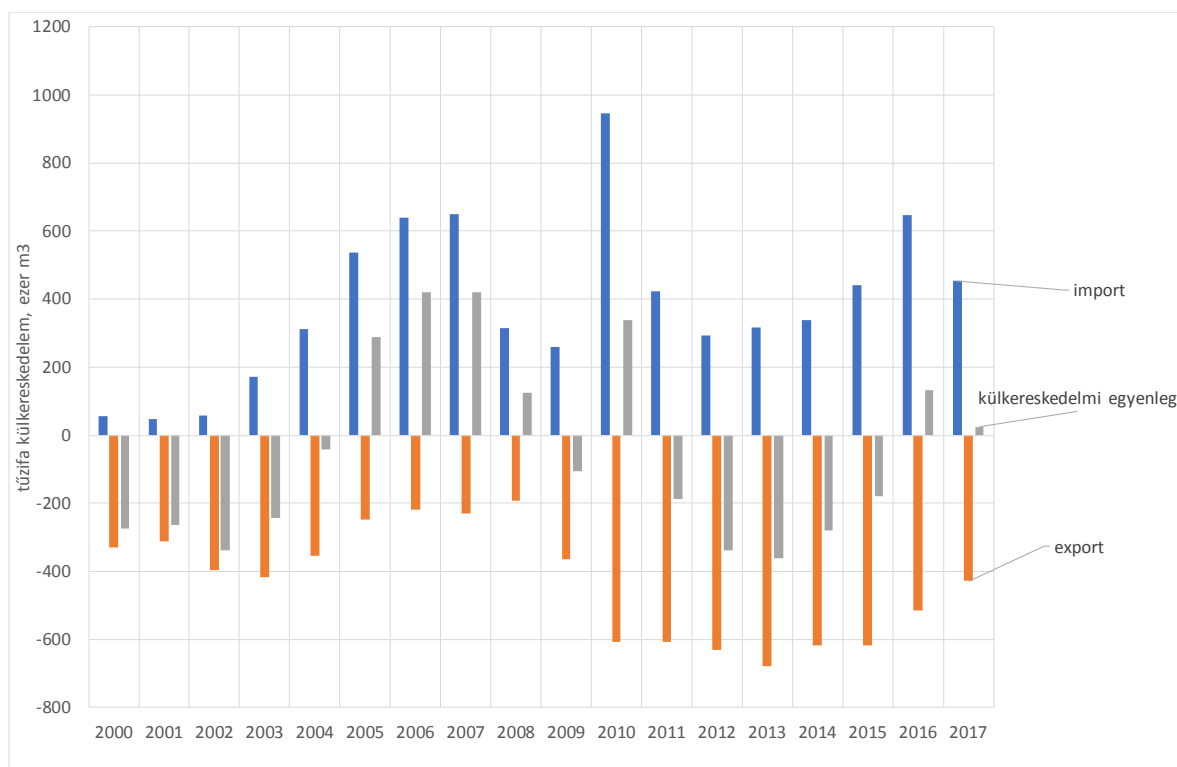
¹² Molnár S., Börcsök Z., Pásztor Z., Komán Sz. (2013) Mire elég a magyar dendromassza? Erdészeti Lapok CXLVIII. évf. 6.

az energetikai célokra begyűjthető apadékot. Ezzel azt feltételezzük, hogy az összes apadéknak több mint a felét begyűjtik.

Tűzifa külkereskedelem

A hazai energetikai felhasználásra rendelkezésre álló tűzifa mennyiségét csökkenti az exportált és növeli importált mennyiség. Ahogy a következő ábrán bemutatjuk, a vizsgált időszakban a hazai tűzifa kitermelésnek nagyságrendileg 10-20%-a forog Magyarország tűzifa külkereskedelmében. Az ábra az EUROSTAT alapján készült.

1. ÁBRA: MAGYARORSZÁG TŰZIFA KÜLKERESKEDELMI MÉRLEGÉNEK ALAKULÁSA 2000-2017, EZER M³



Forrás: saját ábra EUROSTAT adatok alapján

Magyarország tűzifa külkereskedelmi mérlegével kapcsolatban megállapíthatjuk, voltak évek, amikor az import meghaladta az exportot, de összességében 2000 és 2017 között Magyarország nettó tűzifa exportőr volt mintegy 860 ezer m³ kumulált kiviteli többlettel.

Felmerülhet, hogy egyes iparifa választékokat (papírfá, rostfa) energetikai hasznosításra importálnak Magyarországra. Sajnos az EUROSTAT alapján nem lehet leválogatni a kompetitív iparifa választékokat, de a teljes iparifa választékokra összesen rendelkezésre álló adat szerint Magyarországra a 2009-től 2018-ig tartó tíz év alatt átlagosan évente mintegy 254 ezer köbméter iparifát importáltak, vagyis ha ezt mind tűzifaként hasznosították volna, az nem érné el a bel-földi tűzifa kitermelés 10%-át sem. Egyébként Magyarország iparifa exportja minden évben meghaladta az importját, ebben a tíz évben a kumulált nettó iparifa export meghaladta az 5 millió köbmétert.

2.2.3. FELHASZNÁLÁSI OLDAL

A tűzifa felhasználását két fő szegmensre bontjuk: az átalakítási szektorra és a végfelhasználókra. Az átalakítási szektorba a villamosenergia-termelő, a hőtermelő és a kapcsolt erőművi létesítmények tartoznak. A másik szegmens a végső felhasználás ágazatai, ahol a tűzifát hőtermelésre használják fel. A tűzifa végső felhasználása alapvetően két szektor között oszlik meg: az ipar és a háztartások között.

Az adatok a Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal (MEKH) által közzétett éves országos energiamérlegből származnak. Az országos energiamérleg az energiaellátás és energiafelhasználás szakstatisztikákból épül fel, azok pedig az OSAP keretében történő adatszolgáltatások és a MEKH mint szakhatóság felügyelete alá tartozó szervezetek adatszolgáltatásai alapján készülnek.

A tűzifa a „primer szilárd biomassza” kategóriába tartozik. A primer szilárd biomassza „termelés” címen szereplő adatára vonatkozóan meta-adatot nem közöl a MEKH, így nem tudjuk, hogy ez az adata milyen adatforrásból, milyen módszertannal készül.

A primer szilárd biomassza felhasználása az átalakítási szektorban módszertanilag biztos lábakon áll, hiszen ezek a felhasználók mint engedélyesek a MEKH mint szakhatóság felügyelete alatt működnek, és rendszeres adatszolgáltatási kötelezettségük van. Kizárólag ebben az átalakítási szegmensben jellemző, hogy a primer szilárd biomassza adat nemcsak tűzifa, hanem lágyszárú biomassza felhasználási adatot is tartalmaz.

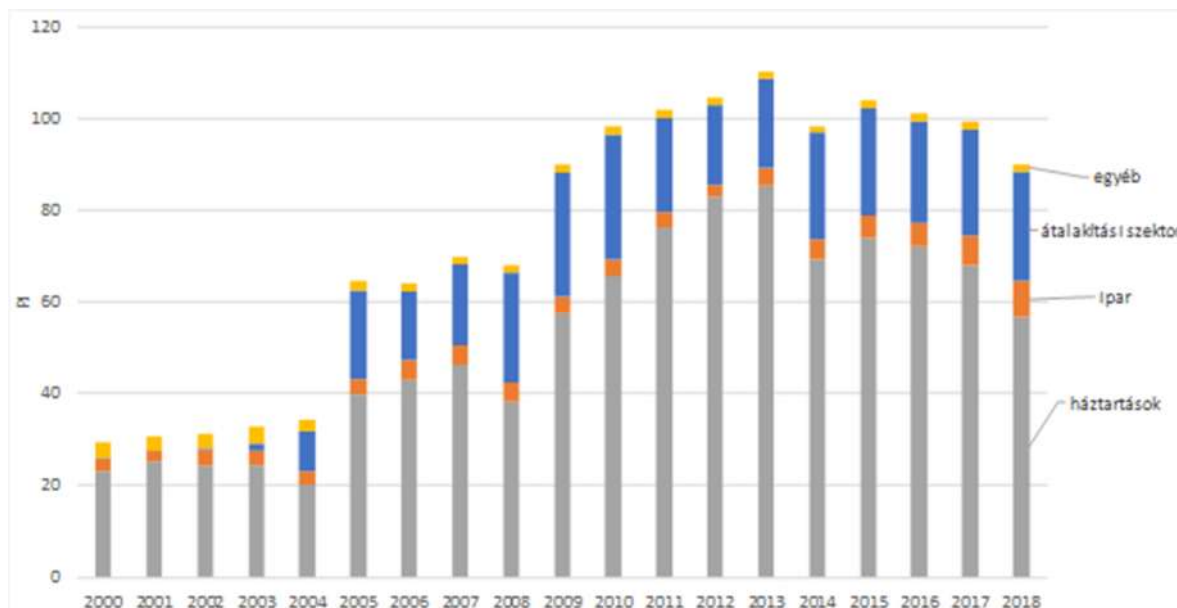
Az ipari szektorokban megjelenő primer szilárd biomassza adat az OSAP adatgyűjtés részeként kerül a szakstatisztikába, így módszertanilag az ipari szektorok energiafelhasználási adataihoz hasonlónak tekinthető.

A háztartások primer szilárd biomassza felhasználása módszertanilag eltérő módon készül. A MEKH közlése¹³ szerint alapvető módszertani változást vezettek be a háztartási tűzifa elszámolásában 2015 után. A korábban átvett erdészeti tűzifa kitermelési adatok helyett áttértek egy új, összetett módszertanra, melyben egyrészt a KSH Háztartási és életkörülmény adatfelvételét egészítették ki az energiafelhasználásra vonatkozó kérdésekkel, majd az így kapott adatokat a lakóépület állományra végzett épületenergetikai számításokkal támasztották alá. A korrekció több mint kétszeres eltérést okozott a korábbi adatokhoz képest. A módszertani változás hatását a MEKH saját közlése szerint először 2010-ig, majd későbbi egészen 2005-ig vezette vissza utólagos adatkorrekció formájában.

A következőkben egy ábra segítségével mutatjuk be a tűzifa felhasználás ágazati megoszlását és tendenciáját a MEKH által közzétett országos energiamérleg alapján.

¹³ MEKH (2017) A MEKH új, a háztartások energiafelhasználására vonatkozó statisztikát tett közzé, letöltés: <http://www.mekh.hu/a-mekh-uj-a-haztartasok-energiafelhasznalasara-vonatkozo-statisztikat-tett-kozze>

2. ÁBRA: A SZILÁRD BIOMASSZA FELHASZNÁLÁS ALAKULÁSA AZ ENERGIA ÁTALAKÍTÁSI SZÉKTORBAN ÉS A VÉGSŐ FELHASZNÁLÓK SZERINT, (PJ) MAGYARORSZÁGON 2000-2018



Forrás: saját ábra MEKH adatok alapján

Jól látható a 2005-ig visszavezetett utólagos adatkorrektúra hatása a háztartási szegmensben. A 2004-es 20 PJ háztartási felhasználásról 2005-re 40 PJ-ra megugró adat mögött nincsenek fundamentális, csak módszertani okok. Az ábra azt is jól mutatja, hogy a háztartásokra becsült tűzifa fogyasztás legalább kétszeresen meghaladja az átalakítási szektor és az ipari szektorok összes tűzifa felhasználásának összegét. A háztartási adat 2013-ig dinamikus növekvő, azóta lassan csökkenő tűzifa felhasználást jelez. Az erőművi, fűtőművi felhasználás 2014-ig nagyjából növekvő trendet követ, 2014-től kezdve pedig stagnál. Habár jóval kisebb volumen mellett, de folyamatosan növekszik az ipar által energetikai célokra felhasznált tűzifa mennyisége is.

A 100 PJ körül tetőző primer szilárd biomasszából mindössze 4-5 PJ-t tesz ki a szalma erőművi felhasználása. Vagyis a tűzifa MEKH által becsült felhasználása adja az 1000 és 1100 PJ között változó országos primer energiaellátás kb 10%-át. Ez az arány 2012-15 között volt a legmagasabb, azóta több erőmű (Oroszlányi, Borsodi, Tiszapalkonyai) leállításának következtében csökkenő.

A csökkenő háztartási felhasználás ellenére a tűzifa mai napig a háztartások második legfontosabb energiahordozója a földgáz után, meghaladva a villamos energiát. A következő táblázatban 2018-as energiamérleg adatokon mutatjuk be a tűzifa jelentőségét a háztartások végső energiafelhasználásában.

4. TÁBLÁZAT: A HÁZTARTÁSOK VÉGSŐ ENERGIAFELHASZNÁLÁSÁNAK MEGOSZLÁSA PRIMER ENERGIAHORDOZÓK KÖZÖTT MAGYARORSZÁGON, 2018, TJ ÉS %

	TJ	%
szén és lignit	3 972	1,6%
PB gáz	3 174	1,3%
földgáz	118 510	48,7%
primer szilárd biomassza	56 615	23,3%
napenergia	517	0,2%
villamos energia	40 932	16,8%
távhő	19 567	8,0%

Forrás: saját táblázat a MEKH adatai alapján

Látható, hogy a háztartások feleannyi tűzifát használnak hőcélokra, mint amennyi földgázt, de még így is az összes energiafelhasználásuk közel negyedét adja a tűzifa. Ehhez képest a tűzifa jelentősége a fűtőművi, erőművi szektorban sokkal kisebb. A következő táblázatban szintén 2018-ra mutatjuk be, hogy mennyi a főbb primerenergia-hordozók felhasználásának aránya a villamosenergia-termelésben és a hőtermelésben.

5. TÁBLÁZAT: AZ ENERGIAÁTALAKÍTÁSI FOLYAMATOKBAN FELHASZNÁLT PRIMERENERGIA MEGOSZLÁSA ENERGIAHORDOZÓ TÍPUSOK KÖZÖTT A VILLAMOSENERGIATERMELÉSBEN ÉS A HŐTERMELÉSBEN MAGYARORSZÁGON, 2018, %

	villamosenergia-termelés	hőtermelés
	%	%
szén és lignit	15,6%	10,3%
kőolaj származékok	0,3%	0,1%
földgáz	23,4%	73,7%
primer szilárd biomassza	5,8%	8,9%
napenergia	2,0%	0,0%
szél + geotermikus	2,0%	5,5%
nukleáris	50,9%	1,4%
hulladék, egyéb	3,5%	9,0%

Forrás: saját táblázat a MEKH adatai alapján

A villamosenergia-termelésben a szilárd biomassza csak egy a nem túl jelentős megújuló energiahordozók közül, amelyekkel együtt sem éri el a lignit alapú termelés arányát. A hőtermelésben kissé magasabb a szilárd biomassza felhasználás aránya, de nagyságrendileg a szén és a hulladék 10% körüli nagyságrendjében marad.

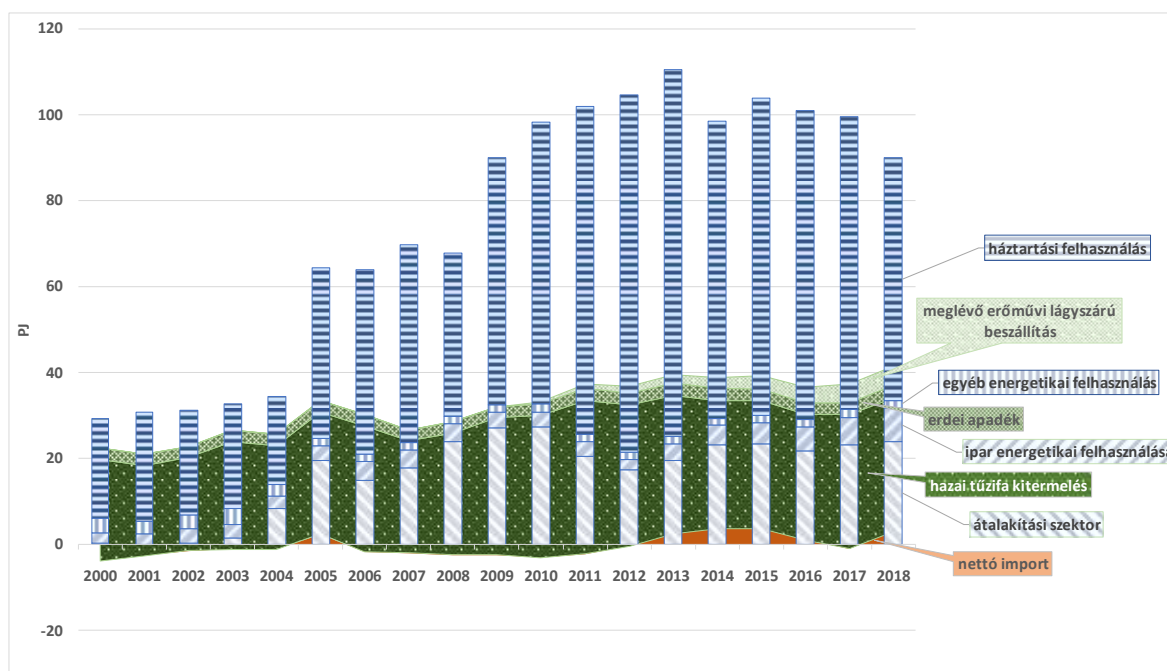
Tehát összességében felhasználás oldalon megállapíthatjuk, hogy minden szempontból legfontosabb tűzifa fogyasztói szegmens a háztartásoké.

2.2.4. MÉRLEG

Ezek után megvonhatjuk a szilárd biomassza források és felhasználások mérlegét Magyarországon. Forrás oldalon a hazai erdei tűzifa, a felhasznált erdei apadék becsült értéke, a meglévő lágyszárú (szalma) beszállítások és a tűzifa külkereskedelmi adatokból számítható egyenleg

jelennek meg. A felhasználási oldalt pedig az átalakítási szektor (fűtőművek, erőművek) fogyasztása, az ipari ágazatok energetikai célú végfelhasználása és a háztartások végső felhasználási adatai alkotják. A következő ábrán összefoglaljuk a forrás és felhasználás alapján kirajzolódó szilárd biomassza mérleget Magyarországon 2000 és 2018 között.

3. ÁBRA: A SZILÁRD BIOMASSZA FORRÁSOK ÉS ENERGETIKAI FELHASZNÁLÁSOK ALAKULÁSA MAGYARORSZÁGON, 2000-2018, PJ



Forrás: saját ábra az Agrárminisztérium, a KSH, a MEKH és az EUROSTAT adatai alapján

A köbméterben megadott forrás oldali adatok átváltásához több interjú alapján a hazai biomassza erőművek és fűtőművek hosszú távú tapasztalati értékeit vettük alapul. Ezek alapján $0,9\text{t/m}^3$ sűrűséggel, 40%-os nedvességtartalommal és 10 GJ/t fűtőértékkel számoltunk.

A mérleg nagyon problémás képet rajzol elénk. A felhasználás oldalon elszámolt szilárd biomassza az időszak teljes egészében jelentősen meghaladja a forrás oldali statisztikák szerint rendelkezésre álló mennyiséget. A felhasználásra vetített hiány a 2000. évi 24%-os értékről folyamatosan növekedve 2007-re már meghaladja a 60%-ot, és az azt követő tíz évben folyamatosan 60% fölött marad. 2006-tól kezdve a hiányzó tűzifa mennyisége több, mint a hivatalos statisztikai közlésekben szereplő összes tűzifa mennyisége.

A probléma súlyosságát jól fejezi ki, ha kumuláljuk a hiányt a vizsgált 2000-2018 közötti időszakra. A közel két évtizeden át kumulált hiány mértéke meghaladja a 835 PJ-t, ami nagyjából annyi, mint Magyarország teljes végső energiafelhasználása volt 2018-ban (842 PJ – MEKH). Tűzifában kifejezve a kumulált hiány több mint 92 millió köbméter tűzifa (ugyanezen időszak alatt a statisztikák szerint felhasználható összes tűzifa kumulált értéke 65 millió köbméter). A kumulált hiányt kifejező 92 millió köbméter fa a magyarországi erdők átlagos hektáronkénti előfatömegével számolva ($170\text{ m}^3/\text{ha}$ – Agrárminisztérium) összesen 544 ezer hektárnyi erdő teljes előfakészletével egyenlő. Ez a terület pedig az összes fával borított területnek (1 millió 860 ezer hektár) jóval több, mint a negyede (29%).

A hiány magyarázatát keresve gyakran jelenik meg a nem erdő besorolású területekről letermelhető fa mennyisége mint indoklási kísérlet. A nem erdő besorolású területet feloszthatjuk művelt (de nem erdő és szántó), valamint kivett területre. Az első kategóriában valamilyen fatermelés biztosan folyik, de intenzitása az erdők 4-5 m³/ha intenzitásának csak a tört része lehet, már csak azért is, mert ezeken a területeken nem folyik koncentrált, profi fatermelés. Pl. 0,2-0,3 m³/ha-t lehet becsülni, ez országosan néhány százezer m³ évente. A kivett területek fajlagos hozama még ennél is kisebb lehet, így az összes nem erdő besorolású területen keletkező famennyiséget nehéz lenne 0,5 Mm³-nél nagyobbra venni, különösképpen, ha a piacon megjelenő, nyilvántartott mennyiséget ismerjük csak el.

2.2.5. FENNTARTHATÓSÁG

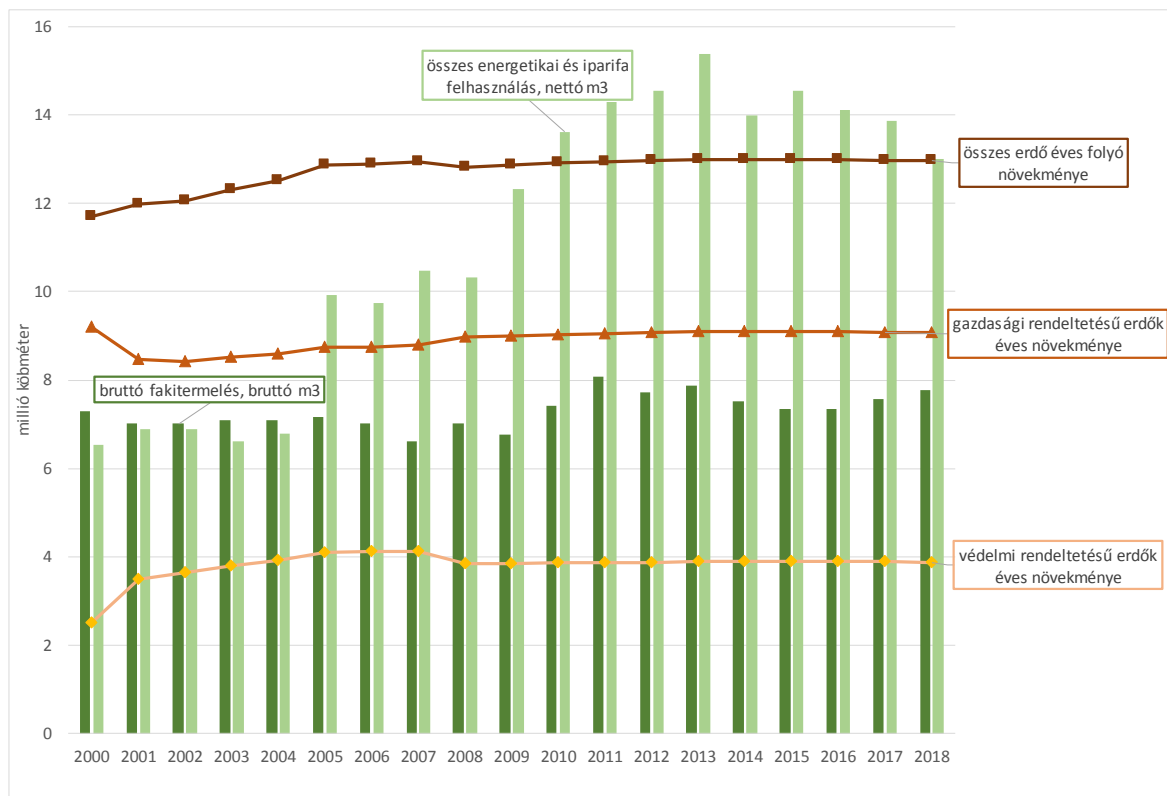
A fenti mérlegben körvonalazódó helyzet egyértelműen felveti a fenntarthatóság kérdését. A gazdasági célú faanyagtermelő erdőszetben a fenntarthatóságot a tartamossággal fejezik ki: akkor tekinthető tartamosnak az erdőgazdálkodás, ha az élőfaállomány természetes éves növekménye meghaladja a kitermelt bruttó famennyiséget. Ezért nézzük meg a magyarországi erdők éves növekményét, és hasonlítsuk össze ne csak a forrásoldali statisztikák szerint kitermelt mennyiséggel, hanem egy olyan hipotetikus kitermelési mennyiséggel, ami a felhasználási statisztikák kielégítéséhez volna szükséges.

A korábbi Állami Erdészeti Szakszolgálat 2009-ig közölte a magyarországi erdők élőfa állományát az erdők elsődleges rendeltetése szerinti megoszlásban, és nemcsak az élőfa készlet, hanem az erdők éves növekmény adatai is elérhetőek voltak külön a faanyag termelési rendeltetésű erdőkre és az egyéb különleges rendeltetésű erdőkre, köztük a természetvédelmi rendeltetésű erdőkre (a 2007-es adatévvvel bezárólag).

Így csak 2007-ig tudunk tényadatokat bemutatni a magyarországi erdők éves növekményére, megbontva a gazdasági rendeltetésű erdők és az egyéb, védelmi rendeltetésű erdők növekményére.¹⁴ 2008-tól kezdve a tényadatok hiányában csak azt tudjuk jelezni, hogy ha érvényesek a 2007-ig közölt hektáronkénti élőfakészlet adatok és éves növekmény adatok, akkor a 2007-et követő évek erdőterületi adatai (KSH) alapján mennyi éves növekmény lenne várható.

¹⁴ Az Erdőtörvény (2009/XXXVII) meghatározása szerint védelmi rendeltetésű erdők a természetvédelmi, talajvédelmi, vízvédelmi, part- és töltésvédelmi, településvédelmi, tájképvédelmi, műtárgyvédelmi, örökségvédelmi és bányászati védelmi erdők, valamint ide tartoznak a Natura 2000 hálózat részeként kijelölt erdők és a különleges védelmi rendeltetések, mint az árvízvédelmi, honvédelmi és határrendészeti feladatokat biztosító erdők. Gazdasági rendeltetések a következők: faanyagtermelés, szaporítóanyag termelés, vadaskert, földalatti gomba termelés, mezővédelem, tanerdő, kísérleti erdő, erdőszeti génrezervátum. A parkerdők és a vadasparkok besorolása „közjóléti”. Az egyes erdő rendeltetésekre eltérő erdőgazdálkodási szabályok vonatkoznak.

4. ÁBRA: A FORRÁSOLDALI HIVATALOS ÉVES TÚZIFA KITERMELÉSI ADAT ÉS A FELHASZNÁLÁS OLDALI HIVATALOS ÉVES TÚZIFA ÉS IPARI FA FELHASZNÁLÁSI ADATOK VISZONYA A MAGYARORSZÁGON KEZELT ERDŐK ÉVES FOLYÓ NÖVEDEKÉHEZ KÉPEST, MILLIÓ KÖBMÉTER, 2000-2018



Forrás: saját ábra az alábbi adatközlések alapján

Bruttó fakitermelés adat, bruttó m³ – Agrárminisztérium és KSH;

Összes energetikai és iparifa felhasználási adatok, nettó m³ – MEKH és Agrárminisztérium

Éves növekmény adatok, bruttó m³ – Állami Erdészeti Szakszolgálat 2007-ig, utána saját becslés

Az ábrán kirajzolódó összefüggések óvatos becslésnek tekinthetők két szempontból is. Először is a fahasználati adatok nettó köbméterben szerepelnek, (iparifa: nettó kitermelés, tűzifa: nettó kitermelés) míg az éves fanövekmény adatok bruttó köbméterben. A nettó fahasználati adatokra még rá lehetne számolni legalább 10% erdőn maradó apadékot, akkor kapnánk meg, hogy mennyi élőfa kitermelésére van szükség ennyi nettó köbméter felhasználáshoz.

Fontos ezen kívül, hogy ha sérült az erdőgazdálkodás tartamossága, ahogy arra az adatok esetleg utalnak, akkor a korábbi élőfakészlet és növekmény adatok romlani kezdtek, és a stabil növekmények helyett egyre csökkenő éves növekmények valószínűsíthetőek.

Ha elfogadjuk, hogy faanyagtermelést védelmi rendeltetésű erdőkben nem, csak gazdasági rendeltetésű erdőkben lehet folytatni, akkor az erdőgazdálkodás valamikor 2004-2005 táján lépett túl a tartamosságon. Ha a védett erdőkből is elfogadható a fakitermelés (annak ellenére, hogy idetartozik az összes természetvédelmi rendeltetésű erdő is) akkor pár évvel később, 2009-2010 körül haladta meg az összes fahasználat az országos összes erdőterület éves összes folyó növekményét, és ez az állapot egészen 2018-ig fennállt.

A helyzet tisztázást igényel, melyben legalább két szakhatóságnak együtt kellene működnie: a MEKH-nek és az Agrárminisztérium Erdészeti Szakigazgatási Hivatalának, de a háztartási felhasználási statisztika módszertani háttere miatt a KSH részvétele is kívánatos volna.

Elképzeltető, hogy mind a forrás, mind a felhasználás oldali adatokban vannak jelentős eltérések, valamint a módszertanok is tartalmaznak/tartalmazhatnak hibákat. A helyzet azonban annyira súlyosnak tűnik, hogy valószínűleg nemcsak a statisztikákban, hanem a valóságban is komoly aggályok merülnek fel a jelenlegi tűzifa termelés és felhasználás fenntarthatóságával kapcsolatban.

Ha a felhasználásra vonatkozó adatokat fogadjuk el helyesnek, akkor a forrás oldal esetleges módszertani hiányossága azt jelentené, hogy sokkal magasabb a kitermelés mértéke, mint ahogy azt az erdészeti statisztikák mutatják. Az évről évre kitermelt mennyiségek ebben az esetben megközelítik, esetleg meg is haladják az erdők természetes éves növekményét, ami megkérdőjelezné a tűzifa mint megújuló energiaforrás elismerését.

A felhasználási oldal esetleges módszertani hibái azt jelentenék, hogy a háztartások csak jóval kevesebb tűzifát használnak fel, akár azért, mert a végső hőigényt becsüli túl a módszertan, vagy azért, mert a hőigény tűzifával kielégített részét becsüli túl (pl. szén- vagy hulladékégetés). Mindkét eset alapjaiban bizonytalanítja el Magyarország megújuló energia teljesítményét, és megkérdőjelezi a kitűzött 2020-as célkitűzés teljesítését.

Ez a helyzet annál is inkább veszélyezteti Magyarország megújuló energia elszámolását, mert az EU Megújuló Energia Irányelve az erdei eredetű biomassza felhasználásával termelt megújuló energiával kapcsolatban kifejezetten kitér arra, hogy az erdei eredetű biomassza eredetű energia csak akkor tekinthető megújulónak, ha a tagállam *„...olyan nemzeti vagy annál alacsonyabb szintű jogszabályokat alkalmaz a kitermelési területre, amelyek biztosítják a szénkészletek és a szénelnyelők megőrzését és gyarapítását, és bizonyítékkal szolgálnak arra nézve, hogy a földhasználati, földhasználat-megváltoztatási és erdőgazdálkodási ágazat bejelentett kibocsátása nem haladja meg az elnyelés mértékét.”* (Az Európai Parlament és a Tanács (EU) 2018/2001 Irányelve (2018. december 11.) a megújuló energiaforrásokból előállított energia használatának előmozdításáról, 29. cikk, 7. bekezdés)

Márpedig az éves folyó növekményt meghaladó kitermelés esetében ez az elv sérül. Túlhatalás esetén szintén sérülni látszik az erdők hosszú távú termelőkapacitásának fenntartása.

„...az erdei biomasszát olyan országban termelték ki, ahol .../... olyan nyomon követési és jogértékesítési rendszerek vannak érvényben, amelyek biztosítják, hogy .../... a kitermelés tartsa fenn vagy javítsa az erdő hosszú távú termelőkapacitását...” (29. cikk, 6. bekezdés)

Összességében kiemelten fontosnak tartjuk egy magas színvonalú, megbízható eredetigazolási és a nyomonkövetési rendszer működtetését és folyamatos ellenőrzését a teljes biomassza piacra, adott esetben az EU Megújulóenergia Irányelv előírásait meghaladó mértékben is.

2.2.6. ÉGHAJLATVÉDELMI HATÁS

A szilárd biomassza energetikai alkalmazásának klímavédelmi szempontból kedvező a megítélése, mert a biomassza a légköri szén-dioxidból épült fel, ezért felhasználása révén fosszilis

szén elégetése és légkörbe juttatása kerülhető el. Az utóbbi évtizedben azonban több aggály merült fel a biomasszatüzelés karbonsemlegessége kapcsán, ami azt eredményezte, hogy az uniós szabályozás mára jelentős mértékben megszigorította a biomasszából származó tüzelőanyagokkal szemben megkövetelt fenntarthatósági és üvegházhatásúgázkibocsátás-megtakarítási kritériumokat. A felmerülő aggályok két csoportba sorolhatóak. Egyrészt a biomassza előállítása, átalakítása, szállítása is lehet karbonintenzív, amivel számolni kell. Másrészt a biomassza elégetésével rövid távon a légkörből évtizedek alatt kivont kARBONT juttatunk vissza a légkörbe, és ennek a tevékenységnek a légköri karbonkészletre gyakorolt hatását is figyelembe kell venni.

A biomassza energia saját karbonlábnyoma attól függ, hogy mennyire volt energaintenzív a termelése, (nehézségek, műtrágya) az átalakítása (szárítás, pelletálás) és a szállítása (távolság, szállítóeszköz). Ezeknek a tényezőknek a számszerűsítését az EU Megújuló Energia Irányelve (EU/2018/2001) is tartalmazza a közösségi támogatási rendszerek módszertani egységesítése érdekében. A szilárd biomasszára vonatkozóan közölt értékek (VI. melléklet) jelentős szórást mutatnak. Nagyon magas üvegházgáz megtakarítással használható energiahordozók például a kis távolságra szállított, (1-500 km) hőcélú felhasználásra kerülő erdészeti rönkfa vagy faapríték (93%). Ugyanezeknek az anyagoknak az üvegházgáz-elkerülése villamosenergia-célú felhasználás és 10 ezer km fölötti szállítási távolság esetén sokkal alacsonyabb (51 – 41%). Vannak olyan szilárd biomassza energiahordozók is, melyeknek minimális a klímavédelmi értéke: például a rövid vágásfordulójú fászszerű energiaültetvényekről származó faanyagból készített brikett (felhasználási céltól és szállítási távolságtól függően 50% alatti értékektől le egészen a 7-15%-ig).

A biomassza égetés éghajlatvédelmi értékét az aktuális légköri karbon készlet és a klímavédelmi célkitűzések időhorizontja alapján is meg lehet ítélni. Nem vitatva a fosszilis szén égetésének elkerülésében játszott szerepét, a biomasszára mint karbon-nyelőre is lehet tekinteni, mivel a következő évtizedekben minden légköri kivonási potenciálra nagy szüksége van az emberiségnek, hogy az évszázad közepére visszafordítsuk a légköri karbon készletének növekedését. Ebből a szempontból a következő két-három évtized kritikus, és ezért a biomassza klímavédelmi értéke rövid és hosszútávon eltérő is lehet: rövid távon nettó nyelőként, hosszabb távon pedig alacsony karbonintenzitású energiahordozóként lehet számítani rá.

Nem példa nélkül való a klímapolitikában, hogy egy faktornak jelentősen rosszabb a rövidtávú (20 – 50 éves) éghajlatváltozási hatása, mint a hosszútávú (>100 év). Például a metán légköri üvegházhatását jelentősen befolyásolja, hogy a szén-dioxidnál potensebb, de rövidebb légköri tartózkodási idejű üvegházgáz. Ezért a 100-éves időhorizonton értelmezett szén-dioxid egyenérték (GWP egyenérték) nem ragadja meg a ma kibocsátott metán következő 20 évben kifejtett felmelegítő hatását. A GWP100 skálán azonos üvegházhatású szén-dioxid, illetve metán emisszió drámaian eltérő hatással jár 20-30 éves távlatban: míg a szén-dioxidnak kb. 100 év kell a teljes felmelegítő potenciálja kifejtéséhez, a metán kifejti a magáét kb. 20 év alatt. Ez pedig kritikus különbség a 2050-es klímacélok szempontjából. Emiatt az elszámolásokban megjelent a GWP100 mellett a GWP20 mint felmelegítési mértékegység is. Míg a metán GWP100 értéke 24-28, a GWP20 értéke ennek kb. háromszorosa, 72-84 között alakul.

Egy ehhez hasonlóan összetett megközelítés a biomassza által elérhető üvegházgáz megtakarítás tekintetében is indokolható lehet, de egyelőre nincs rá elfogadott nemzetközi konvenció. A biomassza égetésből származó szén-dioxid éppen ugyanúgy terheli a klímát, mint a fosszilis

energiahordozók égetéséből származó szén-dioxid. És bár igaz a biomassza energia hosszútávú klímasemlegessége, mégsem mindegy a 1,5 – 2 Celsius fok között megállítandó globális felmelegedés miatt, hogy az évszázad közepéig mennyi szén-dioxidot juttatunk még a légkörbe. Ezért mindenképp célszerű lenne szakítani azzal, hogy a biomassza égetés zéró emissziós faktorial jelenik meg az ÜHG elszámolásokban, mert az erdőkben lekötött karbon a következő évtizedekben nagy értéket képvisel az emberiség számára.

2.2.7. HELYI KÖRNYEZETI HATÁSOK

Egy új fűtőmű vagy fűtőerőmű építése és működtetése során egyszerre merülnek fel környezetvédelmi, az épített infrastruktúrával és a lakott területekkel való összeegyeztethetőséggel kapcsolatos kérdések. A gyakorlatban a legtöbb gondot levegőterhelés korlátozása, a zajkibocsátás csökkentése és a tüzelőanyag-beszállítás környezetkímélő megoldása okozza.

A vonatkozó jogszabályok nagyobb berendezések esetén előírják a környezeti elemekre gyakorolt hatások vizsgálatát a létesítés, az üzemeltetés és a felhagyás során.¹⁵ Környezeti elemnek tekintik a talajt, a levegőt, a zaj által érintett környezetet, a vízrendszert és a fejlesztés által érintett ökológiai környezetet és tájképet. Vizsgálni kell továbbá a hulladékok kezelésének módját, valamint az esetleges havária események hatásait.

A biomassza alapú távhőtermelés levegőterhelését meglehetősen szigorú normákhoz alkalmazkodó tüzeléstechnikai megoldások és leválasztó berendezések korlátozzák. A hazai távhőrendszerekben megvalósítani tervezett –20 MWth teljesítményt nem meghaladó biomassza fűtőművek által kibocsátott füstgáz szennyezőanyag-tartalmát az előírt technológiai kibocsátási értékek alatt kell tartani.¹⁶ Ezen túlmenően ún. transzmisszió számítással kell igazolni, hogy a létesítmény nem okoz a hatásterületében meg nem engedhető immissziót (légszennyezettséget). Ez utóbbi akkor okozhat gondot, ha az érintett terület már terhelt, pl. más ipari üzemek is bocsátanak ki szennyezőket vagy nagy a közlekedési terhelés.

Elvileg a légszennyező- és zajkibocsátás korlátozása műszaki eszközökkel megoldható, viszont annak költsége és helyigénye az előírások szigorodásával meredeken emelkedik. A 2018-tól hatályos technológiai szabályozás már annyira szigorú, hogy rendkívüli esetektől eltekintve a technológiai kibocsátási értékek betartása jelenti a nagyobb kihívást.¹⁷ A biomassza fűtőművek kibocsátása azonban a legszigorúbb normák betartása esetén is nagyobb emisszióval jár, mint a földgáztüzelésű berendezéseké, emellett a kéményt elhagyó (időnként a kéreg által megszínezett, magasabb nedvességtartalom esetén jelentős párat tartalmazó) füstgáz látványa a lakossági elfogadottságot ronthatja.

¹⁵ 314/2005. (XII. 25.) Korm. rendelet a környezeti hatásvizsgálati és az egységes környezethasználati engedélyezési eljárásról

¹⁶ 53/2017. (X. 18.) FM rendelet a 140 kWth és annál nagyobb, de 50 MWth-nál kisebb teljes névleges bemenő hőteljesítményű tüzelőberendezések működési feltételeiről és légszennyező anyagainak kibocsátási határértékeiről.

¹⁷ Például az új 300 mg/Nm³-es NO_x előírás a szokásos tüzeléstechnikai megoldásokon túl általában elkerülhetlenné teszi a nitrogén-oxid kibocsátás korlátozását egy további eljárással, a szelektív nem-katalitikus leválasztással (SNCR)

A tüzelőanyag beszállítás, a telephelyen történő anyagmozgatás, illetve a hamu kiszállítása egyaránt jelentős kamionforgalommal és zajjal jár. A magyarországi gyakorlatok alapján a tüzelőanyagot többnyire teherautókkal szállítják a létesítményekhez, ami egy 10 MW-os fűtőmű esetében hozzávetőlegesen naponta 6 kamionfordulót jelent az érintett utakon. A zajhatás elsősorban a fűtőmű telephelyén lehet kritikus: a kamionok telephelyen történő be- és kiállása során a tolatóradar csipogása, a féklegező elengedése, az ürítés, illetve a kirakodott faanyag mozgatása tekinthető a nagy zajforrásnak. A zajhatások zárt fogadó épület esetén jelentősen enyhíthetőek, ez azonban nem elhanyagolható mértékű beruházási költségnövekedéssel jár.

A létesítés során az egyik legnagyobb kockázat a beszállítási útvonal engedélyezése és a növekvő kamionforgalom lakossági elutasítása. A tüzelőanyag be- és a hamu kiszállítása esetében ugyanis nincs lehetőség speciális, az externális hatásokat csökkentő technológiák alkalmazására. Az engedélyező hatóságok a piacon elérhető szokásos szállító járműveket veszik figyelembe, a beruházó csak a szállítási útvonalak helyes megválasztásával és a szállítások nappali időszakra ütemezésével próbálhat megfelelni az elvárásoknak.

Biomassza fűtőmű üzemeltetése során számottevő mennyiségű pernye és hamu képződik, melynek elszállítása a telephely teherautóforgalmát növeli. A hulladékokat az adott hulladék (pl. hamu, EWC kód 10 01 01) befogadására engedéllyel rendelkező átvevőnek kell átadni. Amennyiben tiszta fa- vagy biomassza égetésekor keletkező hamuról van szó, elvileg lehetséges a hasznosítás is, pl. talajerő pótlási célra. A füstgáz tisztításakor keletkező pernye már problémásabb lehet, mert az a tüzelőanyag összetételétől és a tisztítási technológiától függően veszélyes hulladék besorolást kaphat.

A környezeti hatások sokrétű mivolta és szabályozottsága miatt egy tervezett létesítményhez környezetvédelmi tervet kell elkészíteni vagy tanulmányt kell elkészíteni és engedélyezésre benyújtani. A már hivatkozott 314-es rendelet határozza meg, hogy a létesítmény fajtájától és teljesítményétől függően az engedélyezés az építési engedélyezés keretében történhet (ez az egyszerűbb eset) vagy külön környezetvédelmi engedélyt kell beszerezni az építési engedélyezési eljárás megkezdése előtt. Ez utóbbi esetben kötelező, az előbbiben célszerű az érintett nyilvánosságot tájékoztatni.

2.2.8. A BIOMASSZA TÁVHŐ CÉLÚ FELHASZNÁLÁSÁNAK HATÉKONYSÁGI ELŐNYE

A biomassza hőcélú felhasználása során magasabb energetika hatásfok érhető el, mint a villamosenergia célú felhasználás során. A biomassza alapon termelő villamos erőművekben egyszerű gőzturbina technológia esetén a vonalra adott energia aránya a biomasszával bevitt energiának mindössze 11-36%-a (JRC, 2017). Az elérhető összenergetikai hatásfok javul, ha a villamosenergia-termelési ciklus során keletkező hőveszteség egy részét sikerül hasznosítani.

Ezzel szemben a tisztán hőcélú felhasználások hatásfoka 73-99% (EU Bizottság, 2017) között alakul. Az alacsonyabb értékek itt is a kisméretű, elavult kazánokra és korszerűtlen, magas hőmérsékleten üzemelő fűtési rendszerekre jellemzőek. A korszerű kondenzációs kazánokkal felszerelt, alacsony hőmérsékletű távhő rendszerekben a biomassza kazánok energetika hatásfoka elérheti a 90%-ot. A hazai rendszerekben megvalósítani tervezett fűtőművek esetében

várhatóan valahol a két szélső érték között, 83-85% körüli hatásfokokra számíthatunk. Az alábbi táblázatban bemutatjuk az elérhető legjobb referenciatechnológia energetikai hatásfokait, melyek mint legjobb tervezési paraméterek jelenhetnek meg alacsony vízhőmérsékletű távhő rendszerekben.

6. TÁBLÁZAT: A BIOMASSZA HASZNOSÍTÁS ÖSSZENERGETIKAI HATÁSFOKÁNAK ALAKULÁSA A HASZNOSÍTÁS CÉLJA ÉS AZ ALKALMAZOTT TECHNOLÓGIA SZERINT

	villamosenergia-termelés (gőzturbina technológia, nettó elektromos hatásfok, %)	közvetlen távhőcélú hőhasznosítás (nettó teljes tüzelőanyag-hasznosítás, %)
BREF megfigyelések ¹	11 – 36%	= < 102%
BAT konklúziók ²	28 – 38%	73 – 90%
IEA ³	14 – 40%	90%

¹JRC (2017) BREF Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Large Combustion Plants Industrial Emissions Directive 2010/75/EU (Integrated Pollution Prevention and Control)

²EU Bizottság (2017) - Az EU Bizottság 2017/1442 végrehajtási határozata (2017. július 31.) a 2010/75/EU európai parlamenti és tanácsi irányelv szerinti elérhető legjobb technikákkal (BAT) kapcsolatos következtetéseknek a nagy tüzelőberendezések tekintetében történő meghatározásáról; Megj.: legalább évi 1500 órát üzemelő létesítményekre, kapcsolt termelés esetén a két hatásfok érték közül csak az egyik alkalmazandó a kapcsolt egység kialakításától függően (inkább hő vagy inkább villamos energiát termel)

³IEA (2012) Technology Roadmaps – Bioenergy for Heat and Power

Vagyis a biomassza energetikai alkalmazására irányuló támogatási rendszerek jelentős mértékben meghatározzák, hogy mennyi lesz az egységnyi biomassza felhasználásból ténylegesen el is fogyasztott energia mennyisége. Ha a támogatási rendszer jobban ösztönzi a rendelkezésre álló biomassza villamosenergia célú felhasználását, mint a távhő célút, akkor a támogatási rendszer nem hatékony. Mivel a megújuló energia támogatás célja, hogy növelje a megújuló energia arányát a végfelhasználásban, ezért a biomasszára irányuló támogatás sokkal jobban hasznosul, ha a távhő célú hasznosítást preferálja a villamosenergia célú felhasználással szemben.

A támogatás közvetlen, energetikai hatékonysága mellett fontos a fajlagos támogatási igények összehasonlítása is. Erre a célra érdemes az alternatív technológiákat a hőtermelés egységköltsége (LCOH – levelized cost of heat) alapján összehasonlítani.

A hőtermelés egységköltségét a következő általános összefüggés alapján vizsgálhatjuk:

$$LCOH = \frac{I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{H_t}{(1+r)^t}}$$

ahol:

I_0 = induló beruházási tőke

$C_t = M_t + F_t$

M_t = üzemeltetési és karbantartási költségek összege a t. évben (O&M)

F_t = üzemanyag költség a t. évben

H_t = a felhasználásra átadott hőenergia mennyisége a t. évben

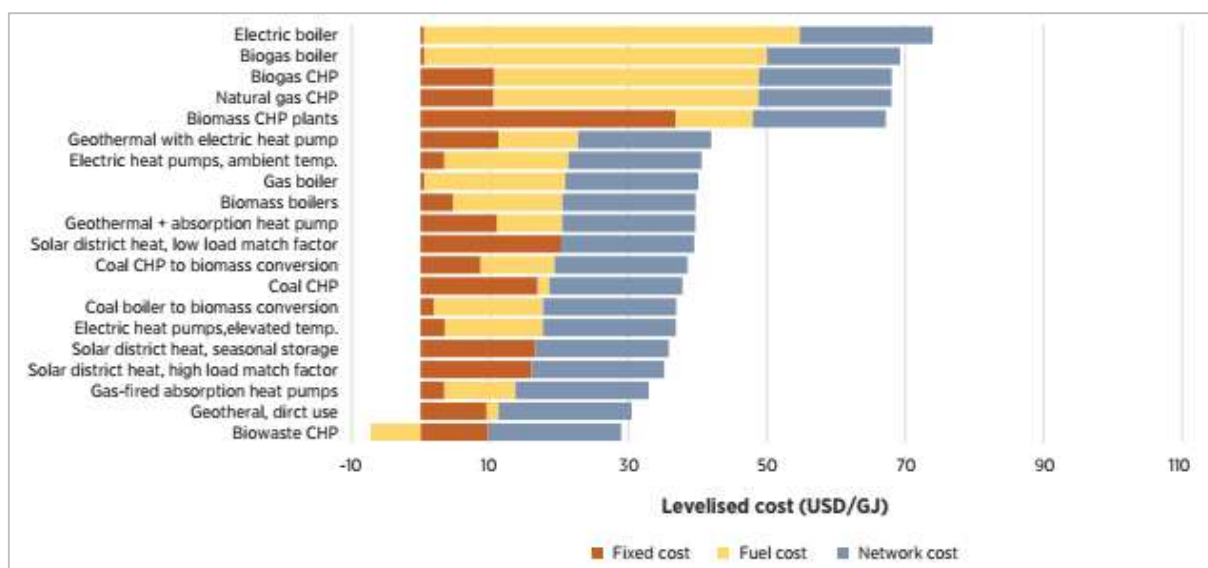
r = diszkontráta (elvárt hozam)

n = a projekt tervezett megtérülési ideje

Ebben a megközelítésben a hőtermelés egységköltségét úgy fejezzük ki, hogy mi az a konstans egységnyi bevétel, amit a létesítmény élettartama alatt el kell érni ahhoz, hogy a beruházással kapcsolatos összes költség megtérüljön, beleértve a saját- és idegen tőke elvárt hozamát is. Az LCOH megközelítéssel összehasonlítható az eltérő technológiákkal és energiahordozókkal termelt hő költsége.

A következő ábrán a Nemzetközi Megújulóenergia Ügynökség (IRENA) által Németországban 2030-ra várt LCOH értékek szerepelnek egyes távhőtermelő technológiákra vonatkozóan.

5. ÁBRA: AZ IRENA VÁRAKOZÁSA SZERINT A TÁVHŐ EGYSÉGGKÖLTSÉGEK VÁRHATÓ ALAKULÁSA, 2030



Forrás: IRENA (2017)

Látható, hogy milyen jelentős a távhő elosztóhálózat költségének a súlya végfelhasználó által érzékelt távhő árban. Mivel azonban a villamosenergia-célú termelés egységköltségét (LCOE) a hálózatba táplált villamos energia után számolják ki, ezért az összehasonlíthatóság érdekében a távhő egységköltségét is az átadási ponton, vagyis hálózati költségek nélkül vesszük figyelembe.

A következőkben azt elemezzük, hogyan viszonyul egymáshoz a szilárd biomassza alapú távhőcélú és a villamosenergia-célú alkalmazások hatékonysága és költsége, és megfogalmazzuk, hogy ez alapján milyen támogatási elvek javasolhatók a szilárd biomassza energetikai hasznosítására.

Az összehasonlításhoz a távhő és a villamos energia egységköltségére egyaránt az IRENA által publikált európai adatokat használjuk (LCOH: IRENA, 2017, LCOE: IRENA, 2019). A technológiák energetikai hatásfokát az EU Bizottság (2017) határozatából, az abban szereplő legjobb elérhető, létező technikára megadott hatásfokok szerint vesszük számításba.

Az itt felvázolt összehasonlítás adathiányosságok miatt alapvetően nem magyarországi, hanem átlagos európai paraméterekkel készült, ezért közvetlen következtetések levonásra nem alkalmas, de arányaiban jól mutatja az itt tárgyalt összefüggéseket.

7. TÁBLÁZAT: SZILÁRD BIOMASSZA ALAPÚ VILLAMOSENERGIA- ÉS TÁVHŐ TERMELÉS EGYSÉGGKÖLTSÉGE ÉS ENERGETIKA HATÁSFOKA

		m.e.	min	max
villamos energia	LCOE ¹	USD/MWh	80	100
	hatásfok ²	%	28%	38%
távhő	LCOH ³	USD/MWh	60	80
	hatásfok ²	%	73%	99%

¹IRENA (2019)

²EU Bizottság (2017)

³IRENA (2017)

Kirajzolódik a biomassza távhő előnye: ha a szabályozó célja a megújulóenergia végső felhasználási arányának minél költséghatékonyabb emelése, akkor egységnyi hasznosítható hőenergiát alacsonyabb költségen és jobb energetikai hatásfokkal lehet előállítani, mint egységnyi villamosenergiát a biomassza alapú villamosenergia-termelés esetében.

Ha a támogatások hatékonyságát elemezzük, akkor ennek a két faktornak a hatása egymást erősíti. Ennek szemléltetésére nézzünk egy egyszerű számpéldát. Tegyük fel, hogy egységnyi tűzifa energetikai felhasználását támogatjuk – a tűzifát az egyik esetben villamosenergia-termelési célra, a másik esetben távhő termelési célra használják fel. Az alábbi táblázatban összefoglaljuk a két alternatív felhasználás révén megtermelt energia értékét, amit a fedezeti pontot jelentő egységköltséggel (LCOE illetve LCOH) számoltunk ki.

A példa egyszerűsége érdekében mindkét esetben legyen 100 MWh a tűzifa formájában bevitt energia mennyisége. A megtermelt energiát a fent bemutatott hatásfokok határozzák meg.

8. TÁBLÁZAT: 100 MWH TŰZIFA FELHASZNÁLÁSÁBÓL TERMELHETŐ TÁVHŐ ÉS VILLAMOSENERGIA ÉRTÉKÉNEK SZÓRÁSA A REFERENCIA HATÁSFOKOK ÉS EGYSÉGGKÖLTSÉGEK ALAPJÁN

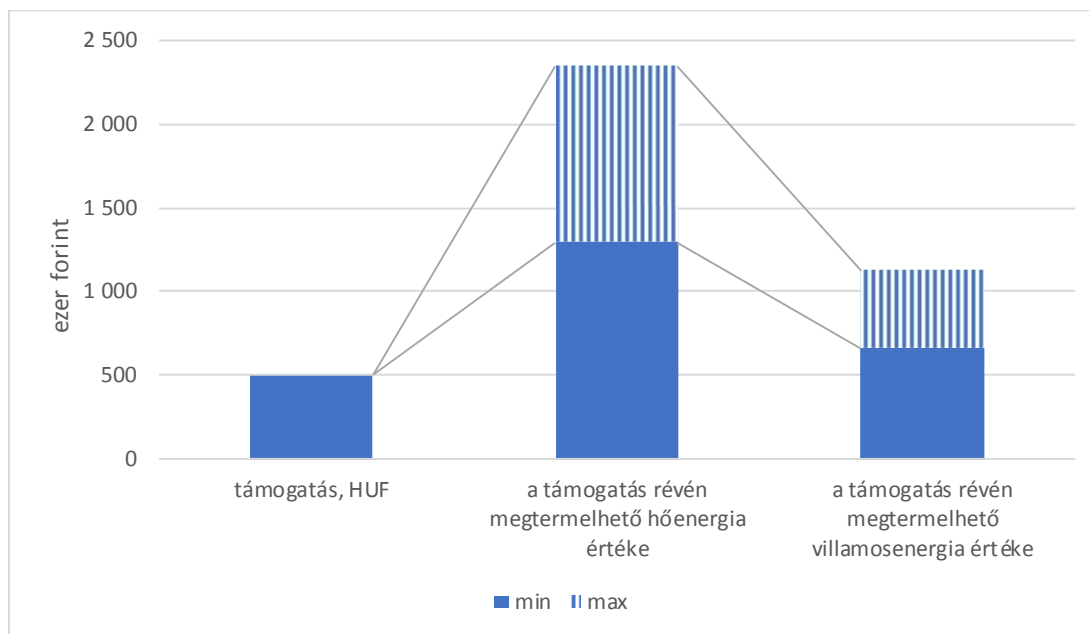
TÁVHŐ			VILLAMOS ENERGIA		
termelés	LCOH, USD/MWh		termelés	LCOE, USD/MWh	
MWh _{th}	60	80	MWh _e	80	100
	termelt távhő értéke, ezer Ft			termelt villany értéke, ezer Ft	
73	1 296	1 729	28	663	829
99	1 758	2 344	38	900	1 125

HUF/USD: 296

Egységnyi támogatás tehát nagyon eltérő mértékű hasznosságot generál a különböző feltételek mellett. Hogy ezt számszerűen is megragadhatassuk, tegyük fel, hogy a támogatási rendszer a felhasznált tűzifa arányában nyújtja a termelőknek a támogatást. Az egyszerűség kedvéért legyen a támogatás mértéke a tűzifa árának a fele. 100 MWh tűzifa 360 GJ, aminek a piaci ára nagyjából 1.000.000 Ft (2700-2800 Ft/GJ). Legyen a támogatás mértéke ennek a fele: 500 eFt.

A következő ábrán bemutatjuk, hogy mennyire hatékony a támogatás a két alternatíva esetén, azaz mekkora megújulóenergia fogyasztást lehet generálni általa.

6. ÁBRA: BIOMASSZA ENERGETIKAI HASZNOSÍTÁSÁRA NYÚJTOTT EGYSÉGNYI TÁMOGATÁS ÁLTAL MEGTERMELHETŐ MEGÚJULÓENERGIA ÉRTÉKE A HŐCÉLÚ ÉS A VILLAMOSENERGIA-CÉLÚ FELHASZNÁLÁS TÁMOGATÁSA ESETÉN



Forrás: saját ábra az IRENA és a BAT paraméterek alapján

Az ábrán látjuk, hogy mennyivel nagyobb hatást érhetünk el a tűzifa távhő célú támogatásával, mint a villamosenergia-célú felhasználás támogatásával. A támogatási források hatékonyabb felhasználását mutatja, hogy a távhő célú felhasználás esetén a támogatási hányad csak 20-40% között marad, míg ha ugyanannak az egységnyi tűzifának a villamosenergia-célú felhasználását támogatjuk, akkor a támogatási hányad 45-75%-ra ugrik.

Ezek alapján javasolható a szilárd biomassza villamosenergia-célú felhasználásának támogatása helyett a forrásokat a távhő célú támogatásra átcsoportosítani. Ez egyúttal nemcsak a támogatási források, de a korláatosan rendelkezésre álló tűzifa hatékonyabb felhasználását is eredményezné.

2.2.9. PIACI ÁRAK, MINŐSÉGI PARAMÉTEREK

Interjúink során nagyon eltérő piaci árakról kaptunk információt: 1500 Ft/GJ-tól a 2700 Ft/GJ-ig terjedő árak fordultak elő az erőművi, fűtőművi beszerzések alkalmával. Azt érzékelni lehetett, hogy domináns szereplők az állami erdőgazdaságok, amelyek -gazdálkodó szervezetek lévén- magas árakat próbálnak érvényesíteni. Ennek alapja az állami erdőgazdaságok területi és piaci túlsúlya: a tűzifa kitermelés 60-70%-a stabilan az állami erdőgazdaságokból származik. Az állami erdőgazdaságok sokszor nem is maguk, hanem alvállalkozóik révén teljesítik a szállításokat. Áránlatokat magán erdőgazdálkodóktól és faapríték kereskedőktől is lehet kapni, de mivel ezen szereplők rendelkezésére álló faállomány korlátozottabb, vagy -kereskedők esetén- nem saját forrásból származik, itt az ellátás folyamatossága bizonytalanabb lehet.

Elvileg bármilyen biomasszát el lehet tüzelni, ismertek technológiai megoldások a nagyon nedves, a nehezen kezelhető vagy az erősen szennyezett anyagok eltüzelésére is. Egy biomassza alapú távhős fejlesztést a helyileg elérhető minőségű biomasszára kell tervezni, és ehhez kell igazítani a felhasználás technológiáját.

A beszállító kiválasztása esetén külön kihívás a tüzelőanyag szállítóval történt megállapodás szerződéses rögzítése, majd a szerződött anyag átvétele, és annak biztosítása, hogy a beszállításra kerülő anyag megfelel a szerződésben meghatározott, a tüzelőberendezés által megkívánt paramétereknek (darabméret, nedvességtartalom). A biomassza, pl. a faapríték minősége ugyanis nem határozható meg egzakt módon, bár vannak erőfeszítések a minőség szabványosítására. A felhasznált elsősorban az anyag energiatartalma, nedvességtartalma, hamutartalma és szemcsézete érdekli, valamint az, hogy a tüzelőanyag ne tartalmazzon a technológiában zavart okozó komponenseket (pl. alacsony olvadáspontú ásványi anyagokat), és idegen anyagokat (pl. vasdarabokat, vagy túlméretes darabokat) illetve környezetvédelmi szempontból nem megengedett szennyezőket (olajokat, vegyi anyagokat stb.). Részletesebb, pl. kémiai elemzéseket is tartalmazó vizsgálatokat a szerződéskötés előtt és bizonyos időnként szoktak végezni, feltételezve, hogy adott forrásból származó anyag alapvető tulajdonságai nem változnak gyorsan.

A beérkező tüzelőanyag energiatartalmát egzakt módon kalorimetrálással lehet meghatározni, de a kalorimetrlás költséges és időt igénylő eljárás. E helyett leggyakrabban a tüzelőanyag nedvességtartalma és az energiatartalma (fűtőértéke) közötti lineáris összefüggésre támaszkodva szállítmányonként ellenőrzik a nedvességtartalmat. A nedvességtartalom és a mért tömeg alapján számítható a szállítmány energiatartalma. A szerződéseket energiatartalomra (GJ), ún. átro tonnára (szárazanyagra) vagy valamilyen (pl. 35%-os) nedvességtartalmú anyagra kötik. A ténylegesen beérkező szállítmány mért paraméterei alapján ezek a szerződéses jellemzők egyszerű összefüggésekkel számíthatók.

A faátvétel érzékeny pontja a mintavétel. Egy tipikusan 20 tonnás szállítmányból úgy kivenni 1-2 kg mintát, hogy az reprezentálja a 20 tonnányi anyag jellemzőit, nem kis kihívás. A hazai tapasztalatok azt mutatják, hogy a szállítók gyakran nem riadnak vissza a mintavételezés meghamisításától. Ezért célszerű több mintát venni, a szállítmány több, előre nem várható pontjáról, és nem a mérlegeléskor, hanem az ürítéskor. Kapható mintavételező automatika, mely a szállítmány előre meghatározott számú pontjáról úgy vesz mintát, hogy a mintavétel térbeli koordinátáit véletlenszám-generátor határozza meg.

Egy szokásos tüzelőanyag-szállítási szerződés minőséggel kapcsolatos előírásai a következők:

- a szállítmányok mérlegelése (a jármű tömegének meghatározása érkezéskor és távozáskor),
- mintavétel nedvességtartalom-meghatározás céljából minden szállítmány esetében,
- ellenőrző minta vételének a joga a szállító részére,
- hamutartalom-meghatározás a vevő elhatározása szerint,
- kalorimetrlás és teljeskörű vizsgálat a vevő elhatározása szerint, pl. gyanús szállítmány esetében.

Az átvétel körüli anomáliák 5-15%-os költségtöbbletet okozhatnak valamelyik félnek. Szigorúbb átvételi eljárások kínálati piacon, illetve nagy alkuerejű, felkészült vevők esetén alkalmazhatók. Erősíti a felek közötti bizalmat, ha az átvétel transzparens módon zajlik, az eljárást független szakértő verifikálta és a kritikus vizsgálatokat akkreditált laboratóriumukkal végeztetik. Az itt felsorolt bonyodalmak egyszerűsítésére léteznek egyszerűbb átvételi módszerek is, melyeket általában akkor lehet használni, ha a felek közötti bizalom megfelelő.

2.3. BIOMASSZA ALAPÚ TÁVHŐTERMELÉS GYAKORLATI TAPASZTALATAI

A következőkben bemutatjuk, hogy biomasszára alapozott távhőtermelés a gyakorlatban milyen létesítményekben, milyen üzemeltetési sajátosságokkal végezhető, és a projektek fejlesztése milyen lépésekben történhet. Az anyagrészt célja, hogy felhívja a figyelmet azokra a gyakorlati szempontokra, melyeket a biomassza fűtőművek, illetve erőművek távhőrendszerbe történő integrációja során figyelembe kell venni.

Fűtőművek és erőművek

Távfűtésre alkalmas hő biomasszából elő lehet állítani kizárólag hőtermelésre alkalmas fűtőműben, vagy villamos energiával kapcsoltan hő termelő fűtőerőműben. A két technológia sajátosságainak összehasonlítását az alábbi táblázat tartalmazza (zárójelben az új fejlesztéseknél elvárható valószínű értékek szerepelnek).

9. TÁBLÁZAT FŰTŐMŰVEK ÉS FŰTŐERŐMŰVEK JELLEMZŐI

Az összehasonlítás szempontja	Fűtőmű	Fűtőerőmű
A termelt energiatípus	Hő	Hő és villamos energia
Az összes megtermelt megújuló energia éves átlagban a bevitt tüzelőhőre vonatkoztatva	65-85% (82%) ¹	30-70% (40%) ²
A technológia bonyolultsága	Kevésbé bonyolult.	Bonyolultabb, számos alrendszerral, igényesebb üzemeltetési követelményekkel.
Beruházási költség hőre vetítve (m€/MWth)	0,4-0,9	Lásd a megjegyzést ³
Helyigény	Kisebb.	Nagyobb (többlet terület igényel a turbinaház, a tápvíz-ellátás, a kondenzáció és a villamos kiadó állomás).
Kihasználhatóság	Tipikusan a névleges teljesítmény 40-100%-a között üzemeltethető.	Hő oldalon akár a 0-100% tartományban üzemeltethető.
Terheléskövetés sebessége	Alacsonyabb, mert a terhelést csak a tüzelési teljesítmény változtatásával lehet követni.	Műszaki szempontból nagyobb is lehet, ha változatlan tüzelési teljesítmény mellett változtatják a villany/hő arányt. Korlátot jelenthet a menetrendtartás követelménye.
Adható-e működési támogatás?	Elvileg nincs akadálya, de kevés példa van rá vélhetően azért, mert nagyobb a visszaélés lehetősége.	Igen, a villamos energiára szokásos, melyben egyes esetekben elismerik a zöld hő termelést is.

Megjegyzések:

¹Az éves hatásfok függ a berendezés kialakításától (pl. beépítettek-e hatásfok növelő utófűtő felületeket) és az üzemeltetés módjától (milyen hőmérsékletű vizet termelnek, mennyi a leszállítás és üresjárás stb.).

²Kapcsolt energiatermelésnél az összhatásfok sok tényezőtől függ, melyek közül a leglényegesebb a villamos és hőtermelési kapacitás (MW), valamint az éves termelés (GJ/év) aránya. Jobb összhatásfok adódik, ha ez az arány kicsi (keves villanyt és sok hőt termelnek), ekkor viszont romlik a megtérülés, mert kevesebb nagy értékű villanyt tudnak eladni. Javul a hatásfok, ha a kiadott hő hőmérséklet szintje alacsony, illetve ha a primer hőhasznosítás (távfűtés) után tudják még használni a maradék hőt (pl. kertészet fűtésére). Természetesen sok függ attól is, hogy a termelőt hol tudják elhelyezni a tartamdiagramon (van-e nyári hőkiadás). Az is befolyásolja a

villamos hatásfokot, vele az összhatásfokot, hogy amikor nincs vagy kevés a hőkiadás, milyen hőmérsékleten tudják a kondenzátort tartani. Ez meg attól függ, hogy rendelkezésre áll-e a helyszínen hűtési pótvíz (lehet-e nedves hűtést alkalmazni), ha nem, ezért száraz hűtést alkalmaznak, akkor mekkora hűtőtornyot vesznek, és milyen az éghajlat. A projekt fejlesztők a mikroszintű üzleti modellel optimalizálják a kapcsolt műveket.

³*Kapcsolt műveknél a beruházási költséget a villamos teljesítményre szokták vetíteni, mert az befolyásolja alapvetően a költségeket. Ennek értéke 3-7 m€/MWe-re becsülhető, de van példa 10 m€/MWe fölötti értékre is.*

Összefoglalva az állapítható meg, hogy ha a cél adott mennyiségű biomasszából a legtöbb megújuló energiát előállítani, akkor célszerűbb fűtőműveket építeni. A biomassza alapú fűtőerőművek nem időjárásfüggőek (tudnak menetrendet tartani), de a villamos rendszer szabályozásában csak korlátozottan tudnak részt venni, mert túlterhelésre vagy gyors terhelésváltoztatásra nem képesek. A fenti összehasonlítás legtöbb érve a fűtőművek mellett szól, de nem szabad azt gondolni, hogy a biomasszás fűtőerőművek nem terjedtek el. 2017-ben az EU 28 tagállamának összes biomassza alapú áramtermelése 94,5 TWh volt, és az előző évhez képest növekedett¹⁸.

A technológia fejlesztők nyilvánvalóan dolgoznak a fa alapú energiatermelés tökéletesítésén. A cél magasabb hatásfokok, szélesebb szabályozási tartomány, kedvezőbb környezetvédelmi teljesítmény elérése. Megjegyezzük, hogy ezek a tökéletesített, pl. a biomassza elgázosítását tartalmazó technológiák kereskedelmi tendereken ritkán jelennek meg.

A biomassza és gáz tüzelésű berendezések üzemeltetésének sajátosságait összehasonlítva a létesítmények távfűtési víz oldalán nincs különbség, ugyanúgy kell nyomást tartani és keringetni. Különbség a tüzelőanyag-ellátás, a tüzelés és a füstgáz kezelés területén van. A biomasszás hőtermelő biztonságos üzemének egyik legfontosabb feltétele a megfelelő minőségű tüzelőanyag beszerzése és folyamatos rendelkezésre állása. Az érintett létesítmények üzemzavarainak döntő többségét is a tüzelőanyag-kezelés területén jelentkező problémák okozzák, ezért a beruházás során különös figyelmet kell fordítani ezek megelőzésére.

Az egyszerűen csak „fatér”-nek nevezett létesítmény-részben szilárd anyagot kell mozgatni, ami gyakran vezet kopásokhoz, üzemleállásokhoz és meghibásodásokhoz. Ha törekedni kell a nagy rendelkezésre állásra, akkor vagy különleges minőségű (ezért drága) berendezéseket alkalmaznak, vagy a kritikus elemekből meleg tartalékot építenek be (ilyen lehet a faaprítékot a kazánba juttató feladók konvektorok megkettőzése, és párhuzamos karbantartó járdák építése). A jó rendelkezésre álláshoz emellett megfelelő tartalékalkatrész-készletet kell fenntartani és természetesen gondos karbantartási programot kell végrehajtani.

A biomassza tüzelése is nagyobb feladat, mint a gáz tüzelése. Mechanikus berendezéseket, pl. rostélyt kell magas hőmérsékletű munkatérben üzemeltetni és a pillanatnyi tüzelőanyag-minőségnek és terhelésnek megfelelően kell az égéslevegő ellátást a különböző bevezetési pontokon szabályozni. Közben a kazán hőátadó felületein lerakódások képződnek, melyeket egy optimális szintig el kell távolítani. Végül a keletkező hamut a kazán különböző pontjairól össze

¹⁸ <file:///C:/Users/Zoli/Downloads/Baro-Biomasse-Solide-GB-2018.pdf>

kell gyűjteni és szállításra előkészíteni. Más kezelést igényelhet a tűztérből és a pernyeleválasztóból származó hamu, ez utóbbi lehet veszélyes hulladék is. A hamu elkerülhetetlenül tartalmaz még éghető anyagot és porzásra hajlamos. Ha ez környezetvédelmi okból szükséges, akkor a hamut még az elszállítás előtt nedvesíteni kell, vagy kiporzás-mentes konténereket kell használni.

Az említett berendezések üzemeltetése speciális szakértelemmel rendelkező dolgozókat igényel. Nagyobb piacokon megtalálhatóak olyan kis, rugalmas vállalkozások, melyek hibaelhárítási, karbantartási célra költséghatékony módon igénybe vehetők. Ez nem jellemző egyelőre a magyar piacra, itt a biomasszás létesítmények üzemeltetői saját állományt kénytelenek foglalkoztatni. A költségek csökkentésének egyik módja az olyan karbantartási szakképesítéssel rendelkező dolgozók alkalmazása, akik – megfelelő képzés után – hajlandóak kezelési feladatokat ellátni és esetleg még a fatéri négykerekű gépek üzemeltetésére is hajlandóak.

Az üzemeltetési feladatok erőmű esetében még annyival bonyolultabbak, hogy kezelni kell a turbinát és segédberendezéseit is, valamint az áramkiadási oldal középvezetési készülékeit. A turbina-kezelés munkaerő oldali problémái miatt választják egyes beruházók – alacsonyabb hatásfokuk ellenére – az ORC-berendezéseket, melyek szinte teljesen kezelésmentesen működtethetők, időszakos karbantartásukat pedig a gyártók szakszervíze látja el.

Zöld- és barnamezős beruházások

A biomassza fűtő- vagy erőművek létesítése történhet barnamezős beruházás keretében, vagyis a távhőtermelő, vagy adott esetben a tulajdonos önkormányzat valamely másik meglévő, jellemzően meglévő infrastruktúrával (közművekkel) rendelkező telephelyén. Amennyiben erre alkalmas meglévő telephely nem áll rendelkezésre, úgy zöldmezős beruházás keretében egy erre alkalmas, nagy valószínűséggel infrastrukturálisan kevésbé ellátott területet kell vásárolni.

A zöldmezős beruházásokat a terület vásárlása, átminősítése és a szükséges közműcsatlakozások kiépítése miatt jellemzően költségesebb és hosszadalmasabb fejlesztésnek szokás tekinteni, ugyanakkor számos olyan egyéb tényezőt kell mérlegelni, melyek a mérleg nyelvét még erre alkalmas telephely birtokában is a zöldmezős beruházás irányába billenthetnek el. A következő táblázatban a két beruházás típus különböző szempontok mentén történő összehasonlítása szerepel.

10. TÁBLÁZAT ZÖLD MEZŐS ÉS BARNA MEZPŐS BERUHÁZÁSOK

Az összehasonlítás szempontja	Zöld mező	Barna mező
A fejlesztési terület tulajdonjoga	Meg kell szerezni a tulajdonjogot, ez városok közelében, ahol drága a föld, rendkívül költséges lehet.	Ha a barna mező a meglévő hőforrás területén van, akkor a tulajdonjog általában rendelkezésre áll. Ha a fejlesztés idegen telken tervezett, akkor a telket meg kell vásárolni.
Jogi alkalmasság	Ha a zöld mező mezőgazdasági terület, azt a településrendezési tervben át kell minősíteni, és módosítani kell a település építési szabályzatát. Mindezt a megyei és országos településrendezési koncepcióval összhangban kell végrehajtani. Ki kell továbbá vonni a telket a mezőgazdasági művelés alól, amit a hatóság megtagadhat, ha jó minőségű termőföldről van szó.	A barna mező rendelkezhet (de nem feltétlenül rendelkezik) a megfelelő besorolással.
Műszaki alkalmasság – alépítmények létesítésének lehetősége ⁴	Az összes feltételt a fejlesztés megkezdése előtt tisztázni kell.	Egyes feltételek eleve teljesítettek lehetnek, kockázatot általában a föld alatti létesítmények és a talaj szennyezettsége jelenthet.
Műszaki alkalmasság – megközelíthetőség ⁵	Általában elkerülhetetlen az útfejlesztés.	Szerencsés esetben megfelelő a megközelíthetőség.
Műszaki alkalmasság – közművek	Általában minden közművet (távhő, víz, csatorna, villany, esetleg gáz, kommunikáció) ki kell építeni.	Egyes közművek rendelkezésre állhatnak.
Környezetvédelmi megfelelés	Könnyebb lehet a környezetvédelmi előírásoknak megfelelni, mert a zöld mező környezete valószínűleg kevésbé terhelt gáznemű légszennyezőkkel, zajjal, porral.	A lakóterületek közelsége és a terület terheltsége (már a fejlesztést megelőzően nagy immissziók vagy zaj) nehézséget okozhat ⁶ .
Tervezési szabadság	Ha megfelelő a telek mérete és alakja, optimális elrendezés alakítható ki.	Valószínűleg kényszereknek vagy korlátoknak kell megfelelni, ami többlet költségeket okozhat.

⁴ Alépítmények akkor helyezhetők el, ha a terület régészeti fel van szabadítva, robbanászermentesített, nincsenek a felszín alatt zavaró létesítmények, a talaj nem szennyezett és teherbíró.

5 A megközelíthetőség akkor megfelelő, ha a biomasszát beszállító járművek biztonságosan tudnak be- és kihajtani, a telek útcsatlakozását a hatóság engedélyezte és a tűzvédelmi hatóság is kiadta a megfelelőségi nyilatkozatát.

6 Biomassza tüzelés esetén az egységnyi hasznos energia termelésénél megengedett ún. technológiai légszennyező kibocsátás a vonatkozó 53/2017. (X. 18.) FM rendelet szerint szennyező komponensektől függően 4-5-ször akkora, mint gáztüzelésnél. Pl. egy 10 MW-os biomassza fűtőmű NO_x kibocsátása biomassza tüzelés esetén 4464 g, gáztüzelésnél 1044 g óránként. Természetesen lehet a jogszabályban megengedettnél alacsonyabb technológiai kibocsátásra tervezni egy biomassza tüzelő berendezést, de ez jelentős többletköltséget okoz.

Összefoglalva: A fejlesztők először mindig barnamezős területet próbálnak találni, és csak akkor mennek tovább zöld mezőre, ha a barnamezős fejlesztés valamilyen megvalósíthatósági probléma miatt nem lehetséges. Efféle problémák városias területeken (ahol távfűtés van) gyakran előfordulnak.

A hő- és villamos piachoz való alkalmazkodás lehetőségei

Fűtőművek

A fűtőművek hőpiachoz való alkalmazkodásának lehetőségét a kazánkiosztás (hány darab, milyen teljesítményű biomassza kazán van beépítve) és a kazánok terhelésváltoztatási képessége határozza meg. A fajlagos létesítési költségek csökkentése érdekében, a biomassza kazánok viszonylagos rugalmatlanságát is szem előtt tartva a beruházók általában csak egy, esetleg kettő (téli és nyári) kazánt építenek be.

A kazánok szokásos módon 40 és 100% közötti teljesítményen üzemeltethetők. A gyártó által megadott alsó érték alatt égés-stabilitási problémák léphetnek fel. Részterhelésen általában romlik a hatásfok. A terhelésváltoztatás a kazánban jelentkező hőfeszültségi problémák miatt csak lassan, tipikusan néhány óra alatt hajtható végre. A biomassza kazánok nem szeretik a gyakori indítást-leállítást. Természetesen határozott beruházói igény esetén a szokásos feltételeken túl lehet lépni, de ennek ára van: többlet beruházási igény, rosszabb hatásfok vagy rövidebb élettartam. Például ha igény a gyors újraindítás, akkor kisebb kazánoknál ún. parázstartó üzemmódot tartanak fenn, ami üresjárási állapotnak felel meg, kisebb mennyiségű tüzelőanyagot folyamatosan el kell égetni anélkül, hogy az hasznosulna. Nagyobb kazánoknál segédégőt alkalmaznak erre a melegtartási célra, amelyik földgázzal vagy PB-vel üzemeltethető.

A 7/2006. (V. 24.) TNM rendelet módosítása után kialakult helyzetben az üzemeltetőknek érdekében állhat a beépített kazánt maximálisan kihasználni, hogy portfóliójukban növekedjen a megújuló hő mennyisége. A kazánokat télen általában teljes terheléssel járatják és a hőforrás gázkazánjaival végzik a terheléskövetést. A tél enyhébb napjain és az átmeneti időszakban a kihasználást tároló beépítésével lehet növelni, ez azonban a hazai távhő piacon nem tekinthető bevett gyakorlatnak. Korábban a gázmotorok villamos oldali kihasználásának javítására alakítottak át egyes távhős cégek olajtárolókat hőtárolóvá. Most, az új helyzetben érdemes lesz elvégezni a hőtárolók beépítésének gazdaságosságára vonatkozó elemzéseket, és ha ezek igazolják a tárolók létjogosultságát, akkor biztosítani kell, hogy a szabályozás és a támogatáspolitikája ösztönözze ezt.

Fűtőerőművek

A fűtőerőműveket lehet hő- vagy áramvezérelt üzemmódban működtetni. Hővezérelt üzemmódban a fűtőerőmű a hőpiac mindenkori igényeit elégíti ki, áramtermelése ettől függően változik. Áramvezérelt üzemmódban pedig a fűtőerőmű valamilyen menetrendnek igyekszik megfelelni, miközben gáztüzelésű csúcskazánokkal követik a hőigényeket. Biomassza kazánból – a jelen feltételek mellett – nem építenek be tartalékot, túlzottan drága lenne, ennek költségét pedig az árszabályozó hatóság nem ismerné el.

A fűtőerőművekre is igaz, hogy a primer energiaátalakító, a biomassza tüzelésű gőzkazán (ORC ciklusnál termoolaj kazán) csak korlátozott mértékben és lassan tud terhelést változtatni. Egy biomassza kazán hideg állapotból történő indítása 3-6 óra. Ugyanez meleg, ún. hőntartott állapotból fél-egy óra. Pillanatnyilag adott kazánteljesítmény mellett viszonylag gyorsan, perces-tízperces nagyságrendben lehet a hő/villany arányt változtatni.

A rendszerirányító a hálózati csatlakozási szerződésben megköveteli, hogy a biomassza tüzelésű erőművek is jelentkezzenek be a kiegyenlítő piaci tenderekre. Ott viszont jellemzően csak LE üzemmódra és olyan magas rendelkezésre állási díjjal tudnak csak szerepelni, hogy tényleges részvételükre aligha kerül sor. LE irányú igény esetén a termelőző gőzt egy darabig a szabadba engedik. A rendszerirányító FEL igényére akkor tudnának reagálni, ha folyamatosan részterhelésen üzemelnének, és csak igény esetén növelnék a teljesítményüket. A részterheléses üzem azonban kihasználtság-csökkenést jelent, ami rossz hatással van a bioerőmű üzleti tervére.

A tüzelőanyag-ellátás gyakorlati szempontjai

A biomassza létesítmények üzeméhez biztosítani kell a tüzelőanyag rendelkezésre állását, szükség esetén tárolását, a fűtőműbe vagy fűtőerőműbe történő beszállítást, a telephelyen történő anyagelőkészítést, tárolást és anyagmozgatást. A tüzelőanyag-ellátás kapcsán több kérdés merül fel:

- a) be tudja-e szerezni a biomasszas mű a szükséges éves mennyiségű és minőségű tüzelőanyagot az elvárt áron,
- b) tudja-e a szállító a mű által igényelt logisztikai, beszállítási követelményeket teljesíteni és
- c) hol történjen a felhasználásra kész minőségű anyag előállítása.

A biomassza rendelkezésre állása

Az ún. száraz biomassza általában tűzifát jelent, de elképzelhető a gabonaszalma, napraforgóhéj, kukoricaszár, kéreg, napraforgó-szár, gyümölcsfa-nyesedék, fűrészpor stb. felhasználása is (kb. ilyen sorrendben). Leginkább kiforrott tüzelési technológiák a tűzifára vannak, de az egyéb biomassza-féleségek eltüzelése is megoldható magasabb beruházási költség és más kompromisszumok mellett. A mezőgazdasági hulladékok és melléktermékek esetében a technológiai kérdések mellett felmerülhetnek fenntarthatósági kérdések is, pl. hogy mennyi szerves anyagot szabad a földről lehozni. Erről nagy viták vannak, lásd pl. dr. Gyulai Iván „A biomassza dilemma” c. tanulmányát¹⁹. Magyarországon jelentősebb mértékű mezőgazdasági hulladék tüzelés Pé-

¹⁹ Megtalálható pl. itt: https://www.bitesz.hu/wp-content/uploads/2016/11/biomassza_dilemma.pdf

csett és Szabadegyházán folyik, ahol sikerült megszervezni ezeknek az anyagoknak a logisztikáját. A Mátrai Erőmű kiszolgálására alakult Geosol Kft. különféle biomassa-féleségek és égethető hulladékok energetikai hasznosításra történő előkészítését végzi.

Az ország megújulás céljainak teljesítése szempontjából kulcsfontosságú kérdés, hogy cél-e az EU Megújuló Energia Irányelve szerinti fenntartható biomassa státusz széles körű igazolása, vagy megelégszünk az igazolással a 20 MW tüzelési teljesítménynél nagyobb létesítmények esetében, ahogyan ezt az irányelv megengedi.

Logisztika

A felhasználás helyén a távhőtermelőknél szezonális tárolásra nincs lehetőség (nagyon kevés kivétellel, pl. Pécs, Szakoly), városi hőforrásoknál a tárolható mennyiség legfeljebb néhány nap, amivel a hétvégéket, a közlekedési katasztrófákat és a többnapos ünnepeket tudják átvészelni. A tárolást alapvetően a szállítóknak kell megoldaniuk.

Vasúti szállítás a legritkább esetben lehetséges vagy célszerű. A fűtőmű területén kialakított fogadó állomásra, vagonűrítőre stb. van szükség, és a kapcsolódó műveletek zajosak, porosak. Ráadásul a vagonba be- és kirakodás költségeit is figyelembe véve a vasúti szállítás általában gazdaságilag sem versenyképes. Természetesen vannak kivételek. Például hosszabb távolságról történő szállítás esetén az irányvonatok versenyképesebbek lehetnek, mint a közúti szállítás.

A közúti szállításához terhelhető, súlykorlátozás nélküli utakra van szükség, melyeken az igényelt forgalom engedélyeztethető. Települési önkormányzatok sokszor ellenzik a számukra semmi-féle előnnyel nem járó biomasszas fejlesztéseket, és pl. az útengedélyek megtagadásával vagy súlykorlátozások bevezetésével nehezítik a fejlesztéseket. A fűtőműben megfelelő fogadó létesítményekre van szükség. Ezek kialakítása és költsége alapvetően a környezetvédelmi követelményektől függ.

A legolcsóbb megoldás a tüzelőanyagot szabadterén tárolni és ott homloklapos rakodóval mozgatni, és csak a napi mennyiség manipulálására építeni fedett, ún. éklétrát tárolót. Egy lakóházakkal körbeépített vagy más okból védendő területen követelmény lehet a zaj- és pormentes logisztika, ami azt jelenti, hogy a szállító járművek minden manőverét csak épületben szabad végrehajtani. A zaj- és pormentes fatér a biomassa tüzelésű létesítmények építési költségeit akár 15-20%-kal növelhetik.

Az illetékes környezetvédelmi hatóság általában időbeli korlátozást határoz meg a szállító járművek mozgására, amihez a logisztika megszervezésénél alkalmazkodni kell.

A beszállításon kívül a logisztika körébe tartozik az anyagátvétel (mérlegelés és minőség-ellenőrzés), valamint a hamuelszállítás is.

Anyag-előkészítés

Városon belüli fűtőmű kialakításnál a zaj- és porémisszió miatt minimalizálni kell a tüzelőanyag-előkészítési műveletek körét. A kerekfa-aprítás szinte kivétel nélkül minden esetben kizárható (Pécsett van, de ott az erőmű a városon kívül helyezkedik el. Szakolyban is van aprítás, de ott is az erőmű a lakott területektől távol lett felépítve.) Kérdés a túlméretes- és vasleválasztás. A túlméretes anyagok üzemzavart, a fémek, kövek, téglák üzemzavart és berendezés-meghibásodást okozhatnak, bár a különféle technológiák nem egyformán érzékenyek. Az „olcsó” (rossz minőségű) tüzelőanyagban (faaprítékban) jelentős mennyiségben lehet por,

túlméretes és idegen inert anyag is – előfordulhat cseréptöredék, ácskapocs, féltégla, sőt tűzicsap is.

A szállítók általában hajlandóak szerződésben garantálni a túlméretes daraboktól és fémtől mentes anyag szállítását, de a tapasztalt üzemeltetők tudják, hogy az ennek a kötelezettségnek a megsértéséből adódó káraik megtérítését csak kivételes esetben tudják elérni. Ez azt jelenti, hogy egy távfűtési célú biomassza alapú hőtermelő jellemzően 3-5 napos tárolót, valamint túlméretes és vasleválasztót kell tartalmazzon.

A biomassza tüzelésű fűtőművek kialakítási változatai

Minden fűtőmű tartalmaz tüzelőanyag-ellátó üzemet, kazánt vagy kazánokat, füstgáz elvezetést, hamueltávolító rendszert, fűtővíz oldali keringetést, villamosenergia-ellátást és irányítás-technikát. Zöldmezős fejlesztésnél ki kell alakítani az alap infrastruktúrát is. Ebben az anyagban csak néhány olyan kérdés vizsgálatára térünk ki, melyek lényeges befolyással vannak a létesítési vagy üzemeltetési költségekre.

Zöld- vagy barnamező

Ahogy ezt fentebb kifejtettük, a zöldmezős fejlesztés költségei között megjelennek a telekvásárlás és infrastruktúra fejlesztés költségei, a barnamezősnél pedig jelentkezhetnek az elhelyezési kompromisszumok miatti többlet-költségek és az esetlegesen szennyezett vagy korábbi építmények maradványaival terhelt terület kármentesítése. A gyakorlat is alátámasztja azt a vélekedést, hogy a barnamezős telepítés olcsóbb, a fejlesztők, ha lehet, ezt alkalmazzák. Hangsúlyozva, hogy nagyon sok múlik az egyedi helyi viszonyokon, úgy lehet becsülni, hogy egy szokásos zöldmezős fejlesztés 10-30%-kal drágább, mint egy barnamezős.

A telek mérete

Egy pl. 10 MW-os biofűtőmű kompromisszumoktól mentes elhelyezéséhez 2-3 ha területre van szükség. Sok esetben nem áll rendelkezésre ekkora fejlesztési terület, ami mind a létesítésnél, mind az üzemeltetésnél többlet költséget okoz. Például szükség lehet a kisebb teljesítményeknél szokásos vízszintes elhelyezés helyett függőlegeset alkalmazni, vagy a kívánatos tüzelőanyag-mennyiség elhelyezésére darus csarnokot építeni.

Füstcsöves vagy vízcsöves technológia

A biomassza tüzelésű fűtőművek és fűtőerőművek 10-15 MW tüzelési teljesítmény alatt általában ún. füstcsöves kazánt alkalmaznak mechanikus rostély tüzeléssel. A rostélyt tűzálló fallal körülvett tüzelőkamrában helyezik el. Ez a technológia viszonylag egyszerű, és toleráns a tüzelőanyag minőségével szemben. Lehetséges a füstcsöves kazánokból 2-3 darabot beépíteni, így nagyobb fűtőművi kapacitás alakítható ki. A vízcsöves kazánok tetszőleges egységteljesítménnyel gyárthatók, de magasabb árak miatt tipikusan 20 MW felett kezdenek versenyképesek lenni. A tüzelési rendszerük lehet rostélyos vagy fluid.

Elterjedt az a nézet, hogy a füstcsöves kazánnal szerelt fűtőművek olcsóbbak. A biomassza tüzelésű kazánoknál is létezik a méretgazdaságosság elve, de ezt befolyásolhatja a technológia típusa. Nem lehetünk biztosak abban, hogy a hazai távhő rendszerekben számításba vehető jellemző teljesítmény tartományban (3-10 MW) a kisebb kazánok fajlagosan drágábbak, mint a nagyobbak.

A környezetvédelmi követelmények szigorodása [53/2017. (X. 18.) FM rendelet] a technológiák közötti versenyt újabban a vízcsöves kazánok felé tolja el, mert ezeknél könnyebben kialakítható a nitrogén-oxidok csökkentésére szolgáló SNCR rendszer. A vízcsöves technológiának egyéb előnyei is vannak, de a távhős fejlesztők ritkán hajlandók ezek miatt többet fizetni.

A füstelvezetés lehetősége

A környezetvédelmi követelmények határozzák meg, hogy milyen magas kéményen bocsáthatók ki a füstgázok. Alapesetben – ha a megkövetelt kibocsátási magasság nem nagyobb 20-40 m-nél – az új fejlesztésekhez új kéményt építenek. Barnamezős telepítésnél előfordulhat, hogy van a telephelyen meglévő, nagy kapacitású kémény. Ilyenkor a hatóság is előírhatja ennek a kéménynek a használatát. A meglévő kémény igénybevétele csökkentheti is vagy növelheti is a költségeket attól függően, hogy a meglévő kémény hol helyezkedik el és milyen állapotban van.

A füstgázok szennyezőanyag-tartalmának korlátozására tiszta biomassza esetén

- a) megfelelő tüzeléstechnikát és
- b) mechanikai porleválasztást alkalmaznak.

A megfelelő tüzeléstechnika olyan égési viszonyok kialakítását jelenti, melyekben kevés CO és NO_x keletkezik. A közepes tüzelőberendezésekre vonatkozó új előírások²⁰ betartásához többnyire szükség van külön NO_x csökkentő berendezés beépítésére. Ez általában ún. SNCR²¹, mely ammónia vagy urea befecskendezésével az NO_x-ből elemi nitrogént csinál. A befecskendezés a tüztér 800 és 1000°C közötti hőmérsékletű részében hatásos.

A por leválasztására régebben mechanikus leválasztókat alkalmaztak, pl. multiciklonokat. Ezek nem képesek a mai szigorúbb előírásoknak megfelelni, ezért újabban elkerülhetetlen a zsákos szűrők vagy elektrofilterek beépítése. Mindkét technológiának megvannak az előnyei és hátrányai, gyártótól függ, hogy melyiket részesítik előnyben.

Ha a biomassza vegyileg szennyezett – pl. használt raklap, bontási fahulladék stb. –, akkor a lehetséges vegyi szennyeződés típusától függően a füstgázt kémiaiilag is kezelni kell. Ez hasonló a hulladékégetők füstgáz tisztítási eljárásaihoz, de az esetek többségében azért annál egyszerűbb. A vegyileg szennyezett fa vagy más biomassza égetése műfajilag átmenet a megújuló energiatermelés és a hulladékkezelés között.

A fűtő kialakítása

Ha a fűtőművet városias környezetben, lakóházak közelében kell elhelyezni, szigorú előírásoknak kell megfelelni a zaj- és porkibocsátás területén. Zajkibocsátással jár a szállító járművek beközeledése, mérlegelése (amikor elengedik a féklevégőt), ürítése (a fenékmozgató hidraulika működtetése), valamint a homlokklapos rakodók mozgása (legfőképpen a hátramenet-csipogó). Szabadtéri kialakításnál a zajok akadálytalanul terjednek a szomszédos lakóépületek felé. További gondot okozhat, ha a terület már eleve zajos, ekkor a fűtőmű zajkibocsátását még jobban korlátozni kell.

²⁰ 53/2017. (X. 18.) FM rendelet

²¹ Selective non-catalytic reduction

Mind a zajok, mind pedig a szálló porok korlátozhatóak zárt fogadó épület kialakításával, ami növeli a költségeket és felvethet biztonságtechnikai kérdéseket. A költségnövekedés mértékét a projekt összköltségére vetítve 10-15%-ra lehet becsülni.

Az automatizáltság szintje

A nagynyomású berendezéseket hatósági előírás szerint állandóan felügyelni kell, hacsak nem alakítanak ki megbízható automatikát. A szofisztikáltabb felügyelő rendszerre fordított többlet beruházási költség az üzemeltetés munkaerő költségénél elérhető megtakarításból általában megtérül.

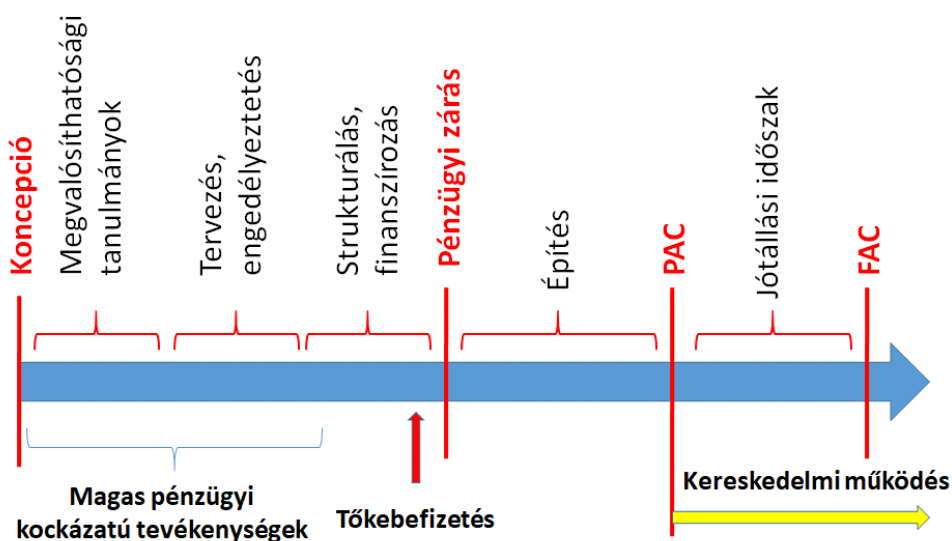
A biomasszas projektek fejlesztésének és megvalósításának menete

A következőkben két fő kérdést kell érintenünk: a projekt tulajdonosi és finanszírozási struktúráját, valamint a megvalósítás modelljét.

A mai magyar piacon a jelenlegi KEHOP pályázatok kiírási feltételei mellett biomasszas projekteket elsősorban a távhőszolgáltatók valósíthatnak meg, pályázati forrás és saját tőke felhasználásával. Ennek a „közösségi beruházás” struktúrájának az alternatívája a „magánberuházás”, melynek tulajdonosa valamelyik távhőszolgáltató részére fejleszt hőtermelő kapacitást. A hazai gyakorlatban nem ritka a kevert megoldás sem, amikor a befektető és a távhőszolgáltató közösen hoz létre egy projektársaságot, amely a beruházást megvalósítja, és a megtermelt hőt a szolgáltatónak értékesíti.

Egy kiterjedt távhős megújuló program tervezésénél ki kell alakítani az elképzelést arról, hogy milyen fejlesztési struktúra segítségével valósuljanak meg a projektek. Tekintetbe véve a tervezett megújulás fejlesztések jelentős volumenét, szükség lesz a magántőke bevonására is. A magántőke tipikusan projektfinanszírozási struktúrában, bankhitel igénybevételével hajtja végre fejlesztéseit, de hitelre a közösségi tulajdonú beruházóknak is szüksége lehet.

7. ÁBRA: BIOMASSZA PROJEKTEK FEJLESZTÉSE



Forrás: Lontay Zoltán

A legfontosabb szereplők a fejlesztő, a beruházó (vagy befektető, projekt tulajdonos), a bank és a kivitelező. Községi beruházásnál a beruházó lehet az önkormányzati tulajdonú távhő cég is, bár az ő tőkeereje manapság erősen korlátozott. További szereplők a tüzelőanyag-beszállítók, a hatóságok és – fűtőerőmű esetén – a villamos hálózati üzemeltetők. A fejlesztő és a beruházó lehet ugyanaz a személy, bár szokásos a fejlesztési munka kisebb-nagyobb részét profi kiadnia. Az is lehetséges, hogy a fejlesztő saját maga kezdi el a fejlesztést annak reményében, hogy a kifejlesztett projekt értékesíthető lesz, vagy a projektben üzleti lehetőséghez juthat.

A nagy tőkeerejű multinacionális cégek is általában projektfinanszírozást alkalmaznak (ún. SPV²²-ket alapítva), amivel egyrészt a kockázatukat tudják mérsékelni, másrészt be tudják vonni a hitelező bankok szakértelmét. Az önerő igény mérséklésére a beruházók igyekeznek állami vagy községi beruházás-támogatásokat igénybe venni, függetlenül attól, hogy a biomassza alapú energiatermelés működési támogatást is kaphat. Korábban a fűtőerőművek a KÁT rendszeren keresztül juthattak működési támogatáshoz, újabban a METÁR rendszeren keresztül lehetséges ez. Ún. zöld hő támogatás jelenleg nincs Magyarországon, de bevezetését érdemes fontolóra venni.

Ha önkormányzati tulajdonú távhős cég végzi a fejlesztést, neki kell biztosítani a fejlesztés költségeit (tanulmányok, engedélyeztetés, telek stb.), és a megvalósításra bizonyára igyekszik pályázati forrást igénybe venni. Ez a forrás lehet – részben vagy egészben – a banki hitel önerője, miközben a hitel a támogatás önerője.

A projektek fejlődési ciklusának döntő pillanata a pénzügyi zárás, amikor a beruházó aláírt hitelszerződés birtokában befizeti, vagy pályázati forrás esetén igazolja a bank által megkövetelt önerőt. Az ezt megelőző tevékenységek – a projektfejlesztés – kockázatát a fejlesztő viseli, mert a pénzügyi zárás megghiúsulása esetén a projekt előkészítésére fordított költségeit senki sem téríti meg (hacsak nem sikerül a projektet valamilyen készülségi állapotban értékesítenie). A bank akkor írja alá a hitelszerződést, ha a fejlesztés eredményeképpen rendelkezésre állnak a következők (a lista nem teljeskörű):

- a) üzleti koncepció, a lényeges paraméterek (vásárlási és értékesítési mennyiségek és árak, beruházási költségek stb.) alátámasztásával,
- b) a projekt struktúrája: tulajdoni viszonyok, ki kinek mit ad el, ki hogy vesz részt a megvalósításban stb.,
- c) szabályosan alapított és bejegyzett projektársaság,
- d) a projekt kezelésének szervezete,
- e) a telek tulajdonjoga, szolgalmi jogok idegen telkeken (pl. vezetékeknek),
- f) műszaki koncepció, tervdokumentáció legalább ún. főterv (basic design) mélységben,
- g) az összes szükséges létesítési engedély,
- h) aláírt kivitelezési szerződések (melyek hatályba léptetésére a pénzügyi zárás után kerül sor),
- i) biomassza szállítási szerződések és a biomassza piac felmérése,
- j) hő- és áramértékesítési szerződések, piaci értékelés,

²² Special Purpose Vehicle

- k) hamu-elhelyezési szerződés,
- l) üzemeltetési koncepció és szerződések,
- m) biztosítások,
- n) auditált üzleti terv.

A felsorolás is mutatja, hogy jelentős munkát és anyagi forrást igényel egy projekt fejlesztése. Megfelelőképpen attraktív kell legyen a gazdasági és szabályozási környezet, hogy egy piaci szereplő motiváltnak érezze magát, vállalja a kockázatokat és fejlesztésbe kezdjen. A fejlesztőnek vagy az őt megbízó beruházónak a fejlesztési kockázat mérséklésére általában célszerű igénybe vennie olyan tapasztalt tanácsadót, aki a projekt korai szakaszában azonosítani tudja a legnagyobb kockázatokat hordozó elemeket (elterjedt kifejezéssel csontvázakat), mely alapján elkerülhető egyes költséges fejlesztési lépések (pl. telekvásárlás, tervezés) megtétele.

A projektfejlesztés keretében kell döntést hozni a kivitelezési (beruházói szemszögből nézve beszerzési) modellről. A bioenergiás fejlesztések komplex projektek, egyrészt több szakágat tartalmaznak (technológia, gépészet, villamos erőátvitel, irányítástechnika, építészet stb.), másrészt több tevékenységi típust (tervezés, engedélyeztetés, gyártás, szerelés, építés stb.). A beszerzést lehet csomagokra bontani, és külön-külön beszerezni pl. a tervezést, a szerelést stb. és a főberendezést, az építést, a csőszerelést stb. A beszerzési csomagok meghatározása nagy szakértelmet és piacismeretet igényel.

Saját beruházói apparátussal nem rendelkező beruházók általában ún. fővállalkozói (EPC²³) konstrukcióban szerzik be a szállítási/kivitelezési munkákat. A fővállalkozó a kivitelezéssel kapcsolatos összes munkáért felel,

- rögzített áron,
- teljesítmény- és
- határidő garancia mellett.

A fővállalkozói szerződés akkor jó, ha a fővállalkozót és a beruházót terhelő kockázatok kiegyensúlyozottan jelennek meg benne, így lehet ugyanis a költségek és kockázatok minimumát elérni. A mai magyar fűtőművi, ill. fűtőerőművi vállalkozási piacon meglehetősen kevés ütőképes fővállalkozó van, így nehéz őket versenyeztetni. További probléma – ahogy ezt a megíúsult KEHOP 5.3.2 projektek is mutatják –, hogy a távhős cégeknek és a velük konzorciumot alkotó NFP-nek nincs tapasztalata egyedi műszaki berendezéseket tartalmazó, komplex, nagy értékű létesítmények beszerzésében. Az is gondot jelent, hogy a közösségi forrást felhasználó beruházásokat szabályozó jogi előírások nem egyértelműek, illetve nem betarthatóak. Például a közbeszerzési tender meghirdetése előtt kell elkészíteni a kiviteli terveket, miközben az egyedi technológiai berendezések tervezési adatai csak a közbeszerzés lebonyolítása után válnak ismertté. Egy országos fűtőmű-fejlesztési program tervezésénél ezeket a szempontokat is figyelembe kell venni.

²³ Engineering, Procurement, Construction

Megjegyezzük, hogy a fővállalkozói szerződések megkötése is nagy szakértelmet igénylő mérnöki, illetve jogász feladat. Segítséget adhat a nemzetközi piacon ismert szerződéstípusok alkalmazása. Ilyen pl. a FIDIC²⁴ vagy az ORGALIME²⁵.

Ha megtörtént a pénzügyi zárás, a beruházó kifizeti a fővállalkozó vagy vállalkozók előlegét, miáltal a kivitelezési szerződések aktívvá válnak. A fejlesztés lelkét jelentő kazán gyártása addig el sem kezdődik, amíg a szerződésben meghatározott előleg (ez adott esetben a szerződéses összeg 30-40%-át is kiteheti) nem kerül kifizetésre. Innen kezdve a kivitelezők az előre rögzített ütemterv szerint szállítanak és építenek, a beruházó pedig teljesítési mérföldkövenként fizet. A tapasztalt beruházók igyekeznek az építés folyamán olyan helyzetet fenntartani, hogy ha a kivitelezővel valami súlyos dolog történne, más kivitelezővel tudják folytatni a projekt megvalósítását. Ennek érdekében a kivitelezőktől ún. jóteljesítési garanciákat kérnek és a fizetéséknél visszatartást (retention) alkalmaznak.

Az építési-szerelési munkák elvégzése után különböző vizsgálatok következnek, melyet követően a beruházó átveszi a berendezést, aláírja az ún. PAC-ot (Provisional Acceptance Certificate) és a garanciális munkák fedezetére szolgáló bankgarancia ellenében kifizeti a maradék vállalás díjat. A PAC annak elismerése, hogy a kivitelező eleget tett szerződéses kötelezettségeinek. Megkezdődik a kereskedelmi üzem, melynek első 18-22 hónapja a garanciális időszak. Az ekkor jelentkező műszaki hibákat a szállító köteles saját költségén kijavítani. A garanciális időszak lejártakor a beruházó kiadja a FAC-ot (Final Acceptance Certificate), ekkor a szavatossági felelősségen kívül minden más kötelezettsége megszűnik a szállítónak (kikerül az obligóból).

A nem fővállalkozói típusú, több csomagból álló beszerzéseknél fokozott mérnöki munkával kell törekedni arra, hogy az egyes csomagok illeszkedjenek egymáshoz.

Komplex projekteknél feszes projektkezelési munkára van szükség ahhoz, hogy a megvalósulás ne tartson túlzottan sokáig. A fent közölt 7. ábra vázlatosan mutatja egy biomasszas projekt megvalósításának időtervét. Az egyes lépéseknek mindig van egy sorrendisége, pl. nem lehet a kivitelezést elkezdni engedélyek nélkül, vagy nem lehet engedélyezési eljárásokat lefolytatni tervezés nélkül. Hasonlóképpen nem lehet a kivitelezést elkezdni előlegfizetés nélkül stb. A sorrendiség követelményéből adódik, hogy ha egy kritikus úton lévő tevékenység csúszik, az összes utána következő is csúszik, beleértve a befejezést. Ha a beruházó fel tud vállalni kockázatot és van valamennyi pénze, adódhatnak lehetőségek a gyorsításra. Pl. el lehet indítani a gyártástervezést vagy a kritikus anyagok beszerzését az engedélyek kézhezvétele előtt, ha a beruházónak van erre pénze. A gyorsító intézkedések meghozatalát lehetetlenné tehetik a közpénzből történő finanszírozás kötöttségei.

A gazdaságosság mikroszintű értékelése

Egy projekt üzleti, pénzügyi megvalósíthatóságát üzleti terv segítségével ellenőrzik. Az üzleti tervnek két fő funkciója van:

- Győzze meg a beruházót (befektetőt), hogy a projekt képes az általa elvárt üzleti hasznot biztosítani. Ennek érdekében az üzleti terv számolja az IRR-t, a ROE-t és az EBITDA-t.

²⁴ <http://fidic.org/> Publications

²⁵ <https://www.oralim.eu/legal-publications/turnkey-contract-0>

- Győzze meg a hitelező bankot, hogy a projekt képes lesz a felvett hitelt biztonsággal törleszteni.

A bank azt ellenőrzi, hogy az üzleti terv az előírt ADSCR követelményt teljesíti-e, vagyis képes-e a projekt minden üzleti évben olyan nettó üzemi eredményt elérni, mely a hitelszolgálatot biztonsággal lehetővé teszi.

Az üzleti terv a hitel-visszafizetési időszakra modellezi a pénzügyi folyamatokat. Felveszi a makrogazdasági scenáriót (árfolyamok, inflációs mutatók stb.), és felveszi az összes bevételi és kiadási tételt. Bioerőmű esetében a bevételi oldalon a hő- és áramértékesítés árbevétele szerepel, fűtőműnél csak hőértékesítés van. Kiadási oldalon a főbb tételek a beruházási költség, a tüzelőanyag-vásárlás költsége, a karbantartás és üzemeltetés költsége, a segédanyagok és segédenergiák, a hatósági díjak, a projektársaság rezsiköltségei stb. És természetesen a hiteltörlesztés, melynek mértékét és ütemezését a hitelszerződés rögzíti. Ugyancsak a hitelszerződés határozza meg, hogy a beruházó mikor, milyen feltételek teljesülése (ADSCR előírás) esetén vehet ki nyereséget.

Az üzleti terv minden bemenő száma mögött szerződés vagy más igazoló dokumentum kell álljon, és a számítási módszertant auditáltatni kell. Az üzleti terv segítségével lehet rugalmasági számításokat és kockázat-értékelést folytatni. Ezt a bank mindig megköveteli, de a projekt tulajdonosnak is ez az érdeke. A hitelező bank hitelbiztosítékként jelzálogot tesz a projektársaság minden vagyonára. Egy esetleges szerződésszegés esetén a teljes projekt így átmegy a bank tulajdonába, aki azt belátása szerint értékesíti vagy más szereplőkkel tovább folytatja.

2.4. GEOTERMIA

A geotermikus energiaforrások kiemelkedően nagy potenciállal rendelkeznek, de ezen potenciálok meglévő távhőrendszerekben történő kiaknázásának jelentős akadályai vannak. A következőkben áttekintjük a korábbi potenciálbecslések eredményeit, és megvizsgáljuk a geotermikus rendszerek létesítésének és üzemeltetésének sajátosságait.

2.4.1. GEOTERMIKUS POTENCIÁL

A Pannon-medence felszín alatti kőzeteiben tárolt, illetve azokból kinyerhető geotermális energia volumenére számtalan becslés készült. Az 5 km mélységben tárolt több száz millió PJ-ra rúgó földtani vagyon reálisan kitermelhető (utánpótlódó) része is meghaladja a 170 PJ-t. A leggyakrabban hivatkozott érték a törmelékes üledékekből (homok, homokkő) vagy repedezett mészkőből, dolomitból kinyerhető – és visszapótlódó – termálvíz potenciál, mely szerény becslések szerint is legalább 60 PJ/év-re tehető²⁶.

²⁶ Mádlné (2008): A geotermikus energiahasznosítás nemzetközi és hazai helyzete, jövőbeni lehetőségei Magyarországon

A geotermikus potenciálon belül jellemzően két kategóriát különböztethetünk meg: a jellemzően egyéni épületek fűtésére alkalmas, hőszivattyúval hasznosítható sekély geotermiát, és a nagyobb fűtési rendszerek (pl. távhőrendszerek) hőigényének kielégítésére is alkalmas mély geotermiát. Előbbire vonatkozóan a reálisan kitermelhető potenciál 10-23 PJ/év közé tehető, míg a távhőszektor számára elsődleges mély geotermiára vonatkozó becslések 30-65 PJ/év közötti visszapótlódó potenciált említenek.²⁷

A jelenlegi felhasználással összehasonlítva ezek hatalmas potenciáloknak tekinthetők: a hőszivattyúkkal kitermelt energia 0,35-0,4 PJ/év-re tehető, míg a mély geotermiára épülő termálvízzel kinyert teljes energia (ebbe a gyógyfürdőkben felhasznált termálvíz nem hasznosított energiatartalmát is beszámoljuk) mezőgazdaságban, településfűtési és távhőrendszerekben felhasznált energiát) 9,3 PJ/év²⁸.

A hazai távhőrendszerekben rendelkezésre álló (hasznosítható) geotermikus potenciálra vonatkozóan mindeddig nem készült becslés. A GEODH projekt keretében ugyan azonosításra kerültek azon magyarországi távhőrendszerek, melyek rendelkeznek ilyen potenciállal, de annak számszerű becslésére ez a tanulmány sem vállalkozott. A jelen projektben vizsgált 25 távhőrendszerből 15-ben áll rendelkezésre valamekkora geotermikus potenciál, jóllehet ez utóbbi rendszerek felében erősen kérdéses, hogy a távhőrendszerek vízhőfoka megenged-e a mérsékelt hőmérsékletű geotermia hasznosítását.

A rendelkezésre álló geotermikus potenciálok mérlegelésekor fontos hangsúlyozni, hogy a geotermikus fluidum energiatartalmának jó esetben is csak töredéke hasznosítható a távhőrendszerekben belül: egy 100 fokos termálvíz egy 70 fokos visszatérő hőmérsékletű rendszerben -elméleti- energiatartalmának kevesebb, mint felét képes leadni. A fennmaradó energiatartalom alacsonyabb hőigényű rendszerekben (pl. bevásárlóközpontok, sportlétesítmények, ipari vagy mezőgazdasági telepek), gyakran a távhőrendszeren kívül hasznosítható, de vannak javaslatok a lehűlt termálvíz hőszivattyúval történő „újramelegítésére” és távhőtermelésre történő hasznosítására is. A fokozatosan csökkenő hőigényű felhasználók összerendezésével kialakítható kaszkád rendszer sokkal nagyobb arányban képes kihasználni a kitermelt termálvíz energiatartalmát (és ennél fogva a beruházási költségek nagyobb hányadát képes egy év alatt kitermelni) mint önmagában a – meglévő – távhőrendszer. Ahogy egy iparági szereplő fogalmazott: „a geotermia halála, ha csak a távhőrendszerben vizsgáljuk”.

A kaszkádrendszerben történő hasznosítás a környezeti fenntarthatóság szempontjából is lényeges tényező. A kitermelt termálvíz visszasajtolásának alapvető, a termálvíz hasznosítás engedélyében is szereplő feltétele ugyanis, hogy a felhasznált (vagyis hőtartalmának jelentős részét elvesztő) termálvíz kellően alacsony hőmérsékletűre hűljön. Magas hőmérsékletű víz visszasajtolása csak jóval nagyobb nyomással (és nagyobb energiaráfordítással) biztosítható, ez

²⁷ A 2017. évi Energetikai Ásványvagyon-hasznosítási és Készletgazdálkodási Cselekvési Terv (ÁCSST) 30 PJ utánpótlódó kapacitásról beszél, szakmai szervezetek 65 PJ mobilizálható vízkészlettel számolnak (Lásd Megújuló Energia Szervezetek Szövetsége (2019): Hőenergia helyben; Kurunczi (2015): A geotermia mint hazai erőforrás)

²⁸ Ebből a tényleges energetikai hasznosítás 4-5 PJ-ra tehető. Lásd: NFM (2017): Energetikai Ásványvagyon-hasznosítási és Készletgazdálkodási Cselekvési Terv (ÁCSST)

azonban – különösen porózus, „nehezebben nyelő” homokkő esetén – veszélyezteti a visszasajtolás fenntarthatóságát, és ezáltal a kitermelt termálvíz-készlet visszapotlódását.

Ugyanakkor a kaszkád rendszerek kialakítását több körülmény nehezíti, mindenekelőtt a több szereplővel történő (hőértékesítési) megállapodások összehangolásának nehézségei, a térbeli elhelyezkedésből fakadó korlátok és az alacsonyabb hőmérsékletű energiahordozó felhasználásával kapcsolatos többlet költségek.²⁹

Az adott hőfokú és térfogatáramú termálvíz távhőrendszerben történő hasznosíthatóságának mértéke elsősorban a távhőrendszer primer visszatérő hőmérsékletétől függ. Ha az kellőképpen alacsony, akkor a mérsékelt hőmérsékletű termálvíz is jól hasznosítható, a primer előremenő hőfok pedig -ha szükséges- kazános hőtermeléssel beállítható. A távhőrendszerben hasznosítható geotermikus energia arányát tehát növeli, ha a jellemzően magas hőfokú rendszereket az épületek leszigetelésével és energetikai korszerűsítésével alacsonyabb hőfokra tudjuk átállítani. Ez különösen azon távhőrendszerekben lényeges, melyek épp magas hőfokigényük miatt zárják ki az egyébként rendelkezésre álló, de mérsékelt hőmérsékletű termálvíz energiájának a hasznosítását. Fontos hangsúlyozni, hogy egy energiahatékonysági program csak akkor képes a geotermia számára további hőkörzeteket megnyitni, amennyiben az épületek korszerűsítése összehangoltan történik, magyarul nem marad az érintett hőkörzetben korszerűtlen, magas hőfokigényű épület.

A geotermikus potenciálok távhőrendszerben történő hasznosíthatósága emellett számottevő szezonalitást mutat. A távhőrendszerek visszatérő hőmérséklete ugyanis a fűtési idény és az év során változik, a külső hőmérséklettel ellentétes irányban: nyáron alacsonyabb, télen magasabb. Ezért a külső hőmérséklet emelkedésével a hasznosítható geotermikus hőteljesítmény növekszik, és egy határhőmérsékletnél eléri a távhőrendszer hőteljesítmény-igényét. Ennél melegebb időben a geotermikus hőteljesítményt a hőigények korlátozzák, túlságosan hideg időjárás esetén pedig a magas visszatérő hőmérséklet korlátozza a geotermális kapacitások hasznosíthatóságát.

A vizsgált távhőrendszerekben azonosítható tényleges potenciálok tehát nagymértékben elmaradhatnak attól, mint amire az ország geológiai adottságai lehetőséget biztosítanak. Látni kell továbbá, hogy a termálvíz kitermelésnek rezervoár-védelmi korlátai vannak (még akkor is, ha visszasajtolják a kitermelt vizeket), melyek egyes projektek engedélyezését megakadályozhatják.

Fontos azonban szem előtt tartani, hogy a jelen vizsgálatból kimaradó kisebb távhőrendszerek, vagy éppen távhőszolgáltatással nem rendelkező városok és települések számottevő geotermikus potenciállal rendelkezhetnek, melyet jelen vizsgálat során nem tudunk azonosítani.³⁰

²⁹ A kaszkád elv speciális megjelenése, amikor a lehasznált vizet hőszivattyúval ismét felmelegítik. Ha csak kis hőmérséklet-emelésre van szükség, akár 6-7-es COP is elérhető, ami gazdaságos hasznosítást tehet lehetővé.

³⁰ A GEODH projektben közel 40 olyan kedvező geotermális adottságokkal rendelkező várost/települést azonosítottak, melyek nem rendelkeznek távhőrendszerrel, vagy kisebb méretük miatt nem kerültek be a vizsgált távhőrendszerek közé.

2.4.2. GEOTERMIKUS TÁVHŐTERMELÉS

Magyarországon nemcsak a fent bemutatott elméleti potenciál magas, de a jelenlegi hasznosítás is kiemelkedő: geotermikus energián alapuló távhőrendszerből Európán belül csak Franciaországban, Németországban és Izlandon találunk többet, mint itthon. 2019-es adatok alapján 23 településen összesen több mint 223 MW-nyi kapacitás szolgálja ki a távfűtési igényeket geotermikus alapon, évente nagyjából 635 GWh hőenergiát termelve. A legnagyobb geotermikus távhőkapacitással rendelkező városok Győr és Miskolc, hozzájuk zárkózik fel éppen Szeged. További évi 800 GWh-t meghaladó mennyiségű geotermikus hőt használnak fel közvetlen hőhasznosítás formájában termál (és hagyományos) fürdőkben, és ehhez hasonló mennyiségű geotermikus hőt hasznosít itthon a mezőgazdasági szektor is (Nádor, Kujbus & Tóth, 2019³¹).

A geotermikus energia távfűtési hasznosítása hazánkban két különböző modell szerint működik: a klasszikus távhőrendszerekben, illetve az úgynevezett termálvizes városfűtés keretein belül. Utóbbiak üzemeltetői a legtöbb esetben az önkormányzatok (ill. önkormányzati cégek), távhőszolgáltatói engedély helyett pedig csak vízjogi engedély szükséges ezen rendszerek esetén. Ebben az esetben olyan kisebb rendszerekről van szó, ahol a fűtés a kinyert termálvízzel közvetlenül történik, és jellemzően az ellátott fogyasztók különböző közintézmények. Ezekből a rendszerekből az Alföld különböző kisebb településein találkozhatunk sokkal, de ebbe a kategóriába tartozik például Veresegyház is. Fontos azonban megjegyezni, hogy a termálvíz keringtetése közvetlenül a fűtési rendszerben csak akkor megoldható, ha a vízben nincsenek olyan agresszív oldott anyagok, amik már rövid távon is komoly korróziós problémákat jelenthetnek.

A klasszikus geotermikus távhőrendszerek esetén a kútból kinyert magas hőmérsékletű (az esetek jelentős részében 90-100 fokok) termálvizet egy zárt vezetéken keresztül egy hőközpontba szállítják, ahol hőenergiáját egy hőcserélőn keresztül átadja a távhőrendszer vizsztatérő ágán áramló forró víznek. Az energia leadása után a némileg lehűlt termálvíz egy zárt vezetéken tovább halad a visszasajtoló kúthoz, ahol a külső környezettel való érintkezés nélkül ismét a föld alá kerül.

A termálvíz kitermelő kútból történő kiemelése a természetes rétegnyomás és a kútfejen elhelyezett felszíni, vagy a kútba merülő búvárszivattyúk segítségével történik. A kitermelt termálvízben lebegő részecskék, oldott gázok (pl. metán) és sók találhatóak, melyek a berendezések eltömődését vagy korrózióját is okozhatják. Az idő előtti károsodások elkerülése érdekében a termálvezetéken áramló fluidumot szűrőkkel tisztítják, melynek különös jelentősége van a vizszasajtolás során, a kút eltömődésének megelőzése érdekében.

A termálvíz visszasajtolása egyrészt biztosítja a kinyert vízkészlet visszapótlódását, másrészt elejét veszi a felszíni vizek elszennyezésének. A visszasajtolást a szivattyúkon túl a lehűlt termálvíz nagyobb fajsúlya is segíti, ezért a kitermelt termálvíz energiatartalmának minél nagyobb mértékű kinyerése (ami a visszasajtolásra kerülő víz alacsony hőfokát eredményezi) nem csupán a hőértékesítési bevételek növelése, hanem a visszasajtolás költségeinek csökkentése szempontjából is fontos kérdés. A visszasajtolás ugyanis idővel elnehezülhet: a szükséges nyo-

³¹ Nádor, A., Kujbus, A., & Toth, A. N. (2019). Geothermal energy use, country update for Hungary. In European Geothermal Congress, Pisa, Italy.

más (és a szivattyúk működtetésének költsége) növekedhet, szélsőséges esetben (nem megfelelő szűrés vagy a fogadó kőzet roncsolódásának hatására) a kút eltömődhet, mely különösen homokköves kőzetekben jelent kockázatot.

A szivattyúk teljesítményének változtatásával a vízhozam és az egységnyi idő alatt kinyerhető energia mennyisége egyaránt változtatható. A berendezések gyakori leállítása és újraindítása azonban két okból sem kívánatos: egyrészt a szivattyúk élettartamát rövidítheti, másrészt a kivett víz mennyiségének gyakori változtatása károsan befolyásolja a rezervoárt. A geotermikus kutakat ezért -ha lehet- állandó teljesítménnyel érdemes üzemeltetni. Ez lehet egész éves, vagy téli üzem is: ha a nyári hőigény nem indokolja a geotermikus rendszer üzemét, akkor nyáron érdemes lehet azt leállítani. Ez idő alatt a karbantartási munkálatok elvégezhetőek, emellett a rezervoár időszakos pihentetése jó hatással lehet a rendszer fenntartható üzemére.

A kutak és a ráépülő geotermikus rendszerek MW_{th} -ban kifejezett teljesítményét három tényező határozza meg: a kinyert víz hőfoka, a kút hozama (l/s), és a kinyert termálvíz hőcserélőkön mért hőfokesése („delta T”). Mivel a hőfokeséssel kinyert energia mennyisége attól függ, milyen a távhőrendszer visszatérő hőmérséklete, és milyen kisebb hőfokigényű fogyasztókat lehet bevonni a fokozatosan hőjét vesztő termálvíz maradék energiájának kinyerésére, ezért egy geotermikus rendszer tényleges teljesítményének mérésére objektívabb mérőszám a GJ-ban kinyert hő mennyisége. Magas hőfokkal és nagy vízhozammal rendelkező rezervoárokra építhető akár 50 MW_{th} -os teljesítményű rendszer, de ha a távhőrendszerben csupán 20 fokos hőlépcső valósul meg, akkor a ténylegesen kinyert energia csupán töredéke annak, mint amire a rendszer képes lenne.

Ezért a MW_{th} -ra vetített beruházási költségek félrevezetőek lehetnek: egy nagy teljesítményűnek mondott geotermikus rendszer beruházási költsége lehet fajlagosan alacsony, de ha a rendszer hőlépcsője kicsi, akkor a MW_{th} -ban kifejezett nagy teljesítőképesség kihasználatlan marad, és a felesleges kapacitás kiépítésének többletköltsége „elégetett pénz”.

A nehézséget nem csupán az okozza, hogy a felszíni rendszernek a termálvízhez történő optimalizálása (pl. a rendszer hőmérsékletének leszorítása, illetve az alacsonyabb hőfokigényű fogyasztók integrálása és a kaszkád rendszer kiépítése) hosszadalmas és költséges folyamat. Az is probléma, hogy a beruházási költség nem egyenesen arányos a rendszer teljesítőképességgel: a beruházási költség oroszlánrészét a kút fúrása teszi ki, és adott kúttal kinyerhető teljesítményt nagyban meghatározza a hőfok és a vízhozam. Adott mélységű kút megfúrása akkor is ugyanannyi, ha a termálvíz 100 fokos, és a vízhozam 40 l/s, és akkor is, ha a víz csupán 80 fokos és a vízhozam 30 l/s. Sarkítva azt mondhatnánk, hogy a rendszer maximális teljesítőképességét a geológia határozza meg, nem a beruházó.

2.4.3. GEOTERMIKUS PROJEKTEK MEGVALÓSÍTÁSA

A geotermikus projektek egyik legfőbb sajátossága a távhőszektorban általában jellemző beruházásokhoz képesti jóval magasabb kockázat. Ez a kockázat függ a geológiai adottságoktól, a korábban elvégzett mérésektől, kutatásoktól, esetleges korábbi fúrások meglététől (illetve az ezekből nyerhető információk hozzáférhetőségétől), valamint a finanszírozás módjától is.

A geológiai adottságokat illetően két nagy kategóriára érdemes bontani a hazai projekteket: a karsztos/mészköves vízadó rétegbe történő fúrás, illetve a homokkőbe történő fúrás alapvetően különbözik kockázati szempontból. Előbbi esetén egy repedezett kőzetről van szó, a víz magukban a repedésekben van, ezért megtalálása sokkal komplexebb feladat, jóval pontosabban meg kell határozni a fúrás helyét, relatív kis eltérés esetén is előfordulhat, hogy a tervezett forrás helyett akár teljesen száraz kutat fúrjanak (ez nem példanélküli Magyarországon sem). Ezzel szemben a homokkő esetén valamivel kisebb az egymás közelében fúrt kutak közötti várható eltérés hőmérséklet és vízhozam szempontjából. A karsztos vízadó rétegek jellemzően mélyebben találhatók, átlagosan 2000 m környékén, akár 100-120 °C-os hőmérséklettel, míg a homokkő esetén jellemzően 700-1800 m-es mélységbe fúrnak, és 60-90 °C körüli hőmérséklet jellemző. A magyar termásvíz rezervoárok nagyjából 30%-a sorolható az előbbiek közé, míg a források kb. 70%-a homokkőben található.³²

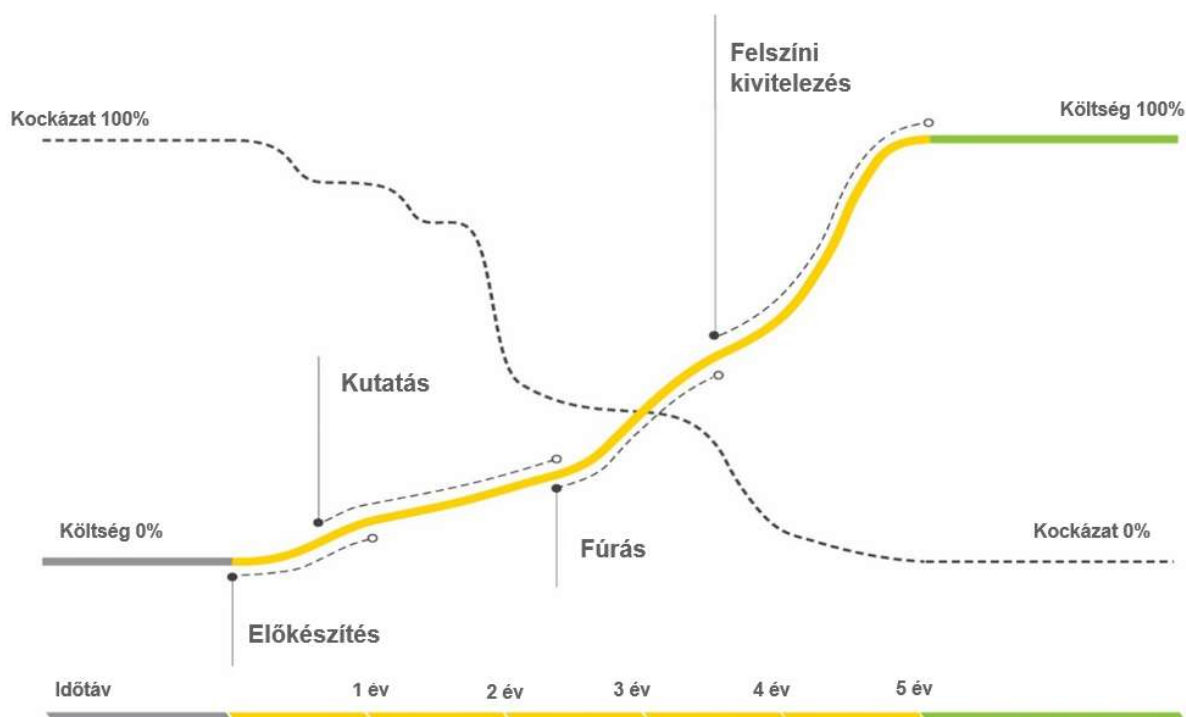
A megfelelő előkészítés, előzetes mérések elkészítése, modellek felállítása jelentősen képes csökkenteni a kockázatokat, de így is akár 25-50%-os eséllyel előfordulhat, hogy egy fúrás sikertelen. Ez annak fényében különösen fontos, hogy a fúrási költségek jellemzően a teljes projekt költségvetés 40-50%-át teszik ki³³. Maguk az előkészítés költségei is jelentősek lehetnek (nagyjából 10-15% körülire tehető az arányuk a teljes költségből), ezért a korábbi kutatások eredményeinek közzététele mindenképpen nagyban elő tudná segíteni a projektek előrehaladását, megvalósítását. Jelenleg több mint 1600 geotermális kútról tartanak nyilván adatokat itthon – ezek adatbázisba rendezésén, az adatok lekérhetőségének, hozzáférhetőségének megteremtésén jelenleg is dolgozik a magyar államapparátus. Az adatok transzparens (és ingyenes) közzététele komoly segítség lehet a jövőbeli geotermikus projektek megvalósításához.

A kút elkészülte után mind a fennmaradó költségek, mind a kockázatok jelentősen lecsökkennek, a felszíni gépészet kiépítése és az üzemeltetés már jóval olcsóbb és kiszámíthatóbb. Egyetlen költségelem van, ami a helyi adottságoktól függően komoly terhet jelenthet: a szükséges vezetékhálózat kiépítése. Ez magába foglalja a kút és a távhőrendszer összekötését biztosító vezetékeket, de egy-egy projekt esetén magának a távhőrendszernek a bővítése is felmerülhet (pl. új fogyasztók rákötése, különösen egy kaszkádrendszer kiépítésekor, ahol az alacsonyabb hőmérsékletszükségletű új fogyasztók bekapcsolása jellemző). Ez utóbbi a városi környezetben szignifikáns költségeket jelenthet, különösen, ha szükség van kisajátításokra, ha a meglévő egyéb közművek miatt bonyolult a vezetékek fektetése vagy az engedélyeztetés. A geotermikus projektekre jellemző költség- és kockázati görbét a következő ábrán foglaljuk össze.

³² A. N. Toth, A. Nyikos, D. K. Fenerty (2019): Prospects for geothermal power projects in Hungary

³³ Kyriakis, Sotirios A. (2016) Geothermal district heating networks: modelling novel operational strategies incorporating heat storage. PhD thesis; A. N. Toth, A. Nyikos, D. K. Fenerty (2019): Prospects for geothermal power projects in Hungary

8. ÁBRA: GEOTERMIKUS PROJEKTEK KÖLTSÉGEINEK ÉS KOCKÁZATÁNAK ALAKULÁSA A MEGVALÓSÍTÁS KÜLÖNBÖZŐ FÁZISAI SORÁN



Forrás: Interreg, DARLING-E projekt³⁴

Ahogy fent említettük a kockázatok megfelelő kezelése kulcsfontosságú a geotermikus projektek esetén, ezért Európa-szerte jellemző megoldás a kockázati alapok létrehozása (pl. Németországban, Svájcban, Franciaországban is találkozhatunk ilyenekkel). Ezekbe az alapokba minden tag a teljes költségének megadott százalékát vagy egy előre meghatározott összeget fizet be azért cserébe, hogy egy sikertelen fúrás esetén a fúrási költségek jelentős részét az alapból visszaigényelhesse. Egy nagyobb portfólió esetén és kellően hosszútávon (természetesen kellő körültekintéssel meghatározott be- és kifizetés mellett) az alap képes saját maga finanszírozására. Egy ilyen alap létrehozásával kapcsolatban szintén komoly előkészítő munka van folyamatban, ami nagy segítséget jelenthet a geotermikus projekteknek, hiszen egy ekkora kockázat mellett többnyire a külső finanszírozás lehetősége is nagyon szűkös, vagyis a fúrást tipikusan saját tőkéből kénytelenek finanszírozni a beruházók.

A kockázati alap további előnye, hogy a nemzetközi gyakorlat alapján nem kerülhet be bárki a kockázatközösségbe: jellemzően egy szakmai bírálóbizottság dönt arról, hogy a projekt kellően előkészített, szakmailag megfelelő színvonalú-e, hogy csak azt a kockázatot kelljen viselnie az alap többi tagjának, ami feltétlenül elkerülhetetlen, és előzetes vizsgálatokkal, modellezéssel tovább ésszerű költségek mellett már nem csökkenthető. Ennek Magyarországon is komoly jelentősége lehet, a projektek szakmai színvonalának elbírálása a támogatások odaítélésekor is szempont lehet (pl. csak az pályázhat, aki megkapta a belépőt a kockázati alapba). Hazánkban

³⁴ <http://www.interreg-danube.eu/news-and-events/newsletters/1566>

nemzetközileg is elismert szakembergárda áll rendelkezésre ezen a területen, ezért egy független szakértőkből álló bizottság felállítása nem jelenthet problémát.

Beruházási költségek becslése

A geotermikus projektek esetén a fosszilis beruházásokhoz képest jóval nagyobb arányban szóródnak a költségek, elsősorban a kockázatok és a rendkívül eltérő lehetséges geológiai adottságok miatt: a kőzetek adottságai (mészkő vagy homokkő) mellett a vízminőség is fontos szempont, hiszen a használható gépészet költségei nagyban függenek a víz összetételétől, adott esetben hőmérsékletétől, nyomásától is.

A már megvalósult hazai projektek és a nemzetközi szakirodalom alapján ezért igyekeztünk megvizsgálni, hogy mik azok a határok, amik között jellemzően mozognak a geotermikus beruházások költségei, és mindezek alapján igyekeztünk feltételezéseket tenni a modellezés során (lásd a későbbi fejezetekben). Az 11. Táblázatban azokat az adatokat foglaljuk össze, amik alapján a becslésünk készült, feltüntetve a forrásokat. Fontos megjegyezni, hogy a nemzetközi szakirodalom adatai többnyire magasabbak a hazai projektekre elérhető információknál, ez részben a magasabb munkaerőköltséggel és gépészeti bérleti díjakkal magyarázható. Másrészt a technológia ezen a területen is folyamatosan fejlődik, ezért a 8-10 évvel korábbi becslések szintén inkább felsőbecslésnek tekinthetők. A költségeket egy egységes mértékegységre vetítve fejezzük ki, a könnyebb összevethetőség kedvéért. Ez a mértékegység a millió Ft/MW_{th}, ez többnyire minden forrás esetén kiszámítható volt a rendelkezésre álló adatok alapján. Fontos azonban szem előtt tartani, hogy ahogy fent már említettük a kapacitás meghatározása egy-egy projekt esetén nem mindig teljesen egyértelmű. Ezért is tartjuk fontosnak minél több forrás adatait bemutatni, és a legnagyobb és legkisebb értéket megjeleníteni egy egyszerű átlag helyett.

11. TÁBLÁZAT: GEOTERMIKUS BERUHÁZÁSOKRA VONATKOZÓ KÖLTSÉGBECSLÉSEK

Forrás	millió Ft/MW _{th}	
	min	max
IEA (2011)	200	450
OECD (2010)	500	1000
GEO-DH (2014)	540	540
Clean Energy Trends (2010)	300	1500
ETSAP (2010)	300	850
O. Gudmundsson, J. E. Thorsen & L. Zhang (2013)	544	608
Kyriakis, S. A. (2016)	625	1561
A. N. Toth, A. Nyikos, D. K. Fenerty (2019)*	720	1072
Kurunczi (2015)	338	338
Kurunczi (2019)	388	388
Századvég (2015)	300	300
Kóbor (2015)	124	424

*10 MW-os átlag projekt mérettel számolva
Forrás: REKK gyűjtés

Míg a nemzetközi költségbecslések 200 és 1561 mFt/MW között szóródtak 706 mFt/MW-s átlaggal, addig a magyar becslések (illetve részben tényadatok) 124 és 424 mFt/MW között, 325 mFt/MW-os átlaggal. A teljes adatsor esetén a minimum és a maximum átlaga nagyjából 400 és 750 mFt/MW körül adódott, míg a mindenre kiterjedő átlag nagyjából 500 mFt/MW.

2.5. NEM VIZSGÁLT MEGÚJULÓ TÁVHŐTERMELÉSI MÓDOK

Jelen tanulmány a biomassza és geotermikus energia nagyobb távhőközrűkben történő távhőtermelési célú hasznosításának lehetőségeit vizsgálja. Számos, kisebb mennyiségben rendelkezésre álló megújuló energiaforrás távhőtermelési potenciáljának vizsgálatától eltekintünk. Nem vizsgáljuk részletesen a napkollektoros hőtermelésben, a biogáz alapú energiatermelésben, illetve egyéb, összességében kisebb potenciállal rendelkező megújuló távhőtermelési módot, jóllehet ezek megfelelő adottságok esetén egyes távhőrendszerekben felhasználhatóak lehetnek. Nem terjed ki a vizsgálat az egyes távhőközrűkben nagy mennyiségben rendelkezésre álló települési szilárd hulladékok energetikai hasznosításában rejlő lehetőségekre sem, jóllehet ennek lehetősége több távhőközrűben is komolyan felmerült. A tervek azonban pályázati támogatások, és érdemi kormányzati elköteleződés hiányában általában a megvalósíthatósági tanulmányok elkészítéséig sem jutottak.³⁵

A hulladékégetés megújuló jellegét az adja, hogy a -biológiai eredetű- ipari és települési hulladék biológiailag lebontható része a megújuló irányelv szerint biomasszának minősül, a belőle előállított hő pedig megújuló eredetűnek³⁶. A települési szilárd hulladékok égetése számos európai országban nagyban hozzájárul a megújuló alapú távhőtermelés nagy arányához³⁷, jóllehet az energetikai hasznosításnak is korlátai vannak. Az energiatermelés céljából történő égetés a hulladékhierarchia utolsó előtti (kevésbé preferált) lépcsőfoka, vagyis erre csak a már nem újrahasznosítható hulladékok esetén van lehetőség, az égetőműnek pedig teljesíteni kell a hulladékirányelvben megszabott energiahatékonysági mutatókat.

A modellezés során nem foglalkozunk a hulladékhő hasznosításának lehetőségével. Ennek oka elsősorban, hogy nem álltak rendelkezésre ehhez kapcsolódóan pontos adatok – sem a kínálat nagyságát, sem a költségeket tekintve. A hulladékhő rendelkezésre állásához kapcsolódó információk pedig még a többi technológiához képest is nagyon helyspecifikusak, nem képzelhető el egy benchmark alapú megközelítés, még olyan mértékben sem, ahogyan a fentiekben a többi tüzelőanyag és technológia esetén azt alkalmaztuk. Az ugyanis távhőközrűként teljesen egyedi kérdés, hogy van-e olyan ipari szereplő, akinél ilyen típusú hőforrás rendelkezésre áll. A piaci szereplőkkel készített interjúk alapján úgy tűnt, hogy nem jellemzőek a közeli jövőre

³⁵ Egyetlen kivétel a HUHA 2, melyre eredetileg 50 mrd forint állami támogatást különítettek el, mely támogatást aztán 2019-ben visszavontak.

³⁶ Lásd: 2018/2001 irányelv 2. cikk 24. pont (a biomassza definíciója), illetve Az Európai Parlament és a Tanács 2008/98/EK IRÁNYELVE (2008. november 19.) a hulladékokról és egyes irányelvek hatályon kívül helyezéséről 3. cikkének 4. pontja (biohulladék definíciója)

³⁷ A megújuló hulladék alapú hőtermelés aránya Norvégiában 49%, Franciaországban 27%. Az együttes (CHP és közvetlen) hulladékégetési arány Svédországban és Dániában meghaladja a 20%-ot, de a balti államokban és Ausztriában is 3-8%-os értékeket találunk.

vonatkozó tervek nagyobb ipari üzem hulladékhőjének hasznosítására, így tehát ez a technológia nem került bele a modellezésbe. Fontosnak tartjuk ugyanakkor megjegyezni, hogy a hulladékhő távhőtermelésbe történő becsatornázása az egyik legolcsóbb és leginkább környezetbarát megoldás, ezért javasoljuk annak további vizsgálatát, hogy hol és milyen feltételek mellett lenne lehetőség erre a különböző távhőkörzetekben.

3. A HU-TIMES-DH MODELL BEMUTATÁSA

Jelen fejezetben a REKK által fejlesztett HU-TIMES-DH (magyar távhő TIMES) modell kerül bemutatásra, mintegy alapot biztosítva a következő fejezetben bemutatott modellezési eredmények átlátható és pontos értékeléséhez. A fejezet a következő alfejezetekből tevődik: a TIMES modell közgazdaságtani és operacionalizálási módszertanának összefoglaló bemutatása, valamint a modell keresleti- és kínálati oldalát felépítő adatok és a használt megközelítések ismertetése.

3.1. MÓDSZERTAN

A TIMES (The Integrated MARKAL-EFOM System) modell egy nemzetközileg használt és elfogadott modell, amelyet a Nemzetközi Energiaügynökség fejlesztett több évtizedes múltú tekintő MARKAL modellből. A modell robusztusságát és flexibilitását számos kutatási példa szemlélteti, legyen a megközelítés akár globális, nemzetközi, nemzeti vagy régiós szintű.

A TIMES modell integrált megközelítést alkalmaz, amelyben lehetőség nyílik két különböző, de egymást kiegészítő szemléletmód figyelembevételére; használata révén részint lehetőség nyílik az egyes – akár termelői egység szintű – technológiák műszaki szempontból releváns jellemzőinek modellezésére, miközben az átfogó energiapolitikai döntéseket holisztikusabb – közgazdaságtani – megközelítésből képes vizsgálni.

A TIMES modell működését tekintve matematikai optimalizációt alkalmaz annak érdekében, hogy a célfüggvényben szereplő kifejezést optimalizálja a – technológiai – korlátok egyidejű figyelembevételével. A célfüggvényben szereplő kifejezés tartalmazhatja a teljes társadalmi hasznosság maximalizálását³⁸ vagy a teljes termelési költség minimalizálását³⁹.

Felépítéséből adódóan a TIMES modell alkalmas hosszú távú energiapolitikai döntések vizsgálatára, ahol a vizsgált időhorizont több év vagy évtized lehet. Emellett az elemzett időperiódusokat – például éveket –, amelyek együttesen adják ki a vizsgált időhorizontot, további időegységekre – napok, napszakok, órák – lehet bontani attól függően, hogy a keresleti vagy kínálati oldali szabályok ezt hogyan indokolják.

A HU-TIMES-DH modell egy, a REKK által a magyar távhőrendszerre továbbfejlesztett TIMES modell, amelyben megjelennek a hazai távhőtermelői létesítmények technológiai- és költségoldali tulajdonságai, valamint az egyes vizsgált távhőrendszerekben jelentkező keresletoldali jellemzők. A modell segítségével vizsgáljuk, hogy a legkisebb költség elve mellett a referenciaesethez képest milyen addicionális költségekkel érhető el, hogy a megújulóenergia-alapú és a megújulóenergia- és kapcsolt erőművi termelés-alapú termelés penetrációját növeljük.

³⁸ Amennyiben az ármeghatározásban mind a keresleti mind a kínálati oldalak változásai szerepet játszanak, lévén a keresleti- és kínálati függvények rugalmasak.

³⁹ Amely egyenértékű a teljes termelői profit maximalizálásával. Ebben az esetben a keresleti oldalt rugalmatlannak tekintjük.

A magyar távhő TIMES modell minél pontosabb és naprakészebb felírásához az érintett távhőszolgáltatóknak kiküldött, az adott távhőrendszer kínálati és keresleti oldali jellemzőire adatot igénylő kérdőívekből származó adatokat alkalmaztuk.

A kérdőívben részint a távhőtermelői létesítmények technikai, költség és termelés-felhasználási jellemzőire kértünk adatokat, úgymint beépített hő- és villamosenergia-termelői kapacitás, hőtermelői technológia, átlagos üzemidő és karbantartási költségek, valamint az elmúlt három év felhasznált tüzelőanyag-összetétele, hő- és villamosenergia-termelése.

A kínálati oldali kérdések mellett a kérdőív tartalmazott keresleti oldali adatigénylést is, mint például az adott távhőszolgáltató körzetében az elmúlt 10 évben keletkezett éves távhőfogyasztás – lakossági, ipari és közületi bontásban –, valamint az éves fűtött légköbméter alakulása. Emellett megkértük a távhőszolgáltatókat, hogy amennyiben rendelkezésre áll, adjanak saját becslést az éves távhőfogyasztás alakulásáról 2030-ig. Továbbá az év közbeni fogyasztásalakulás eloszlásának vizsgálatához összesített napi fogyasztási adatokat kérdeztünk az elmúlt három évből.

Végezetül megkérdeztük a távhőszolgáltatókat, hogy történt-e felmérés a körzetükben megújuló távhőtermelési potenciálról, illetve megvalósíthatósági tanulmány konkrét megújuló távhőtermelési projektekről és amennyiben történt mi lett ezeknek az eredménye.

A távhőszolgáltatók által kapott válaszok alapján írtuk fel a hazai távhő TIMES modell kínálati és keresleti oldalait, melyek részletes bemutatását a következő alfejezetek tartalmazzák.

3.2. KERESLETI OLDAL

A magyar távhő TIMES modell keresleti oldalát az érintett távhőszolgáltatók kérdőíves adatfelmérésben szolgáltatott információi alapján állítottuk össze. Vizsgálatunk középpontjában azok a nagyobb távhőközetek állnak, amelyek jelenleg nem sorolhatók a hatékony távhőrendszerek csoportjába (12. táblázat).

12. TÁBLÁZAT A JELEN PROJEKT KERETÉBEN VIZSGÁLT TÁVHŐRENDSZEREK LISTÁJA, A TÁVHŐRENDSZEREKHEZ TARTOZÓ KUMULÁLT HŐFOGYASZTÁSI ÉS TÁVHŐBŐL VALÓ RÉSZESÉDÉSÜK ÉRTÉKEIVEL

Kumulált hőfogyasztás, GJ	Kumulált részesedés az összes távhőből	Település	Távhőrendszer	Távhőrendszer elnevezése a HU-TIMES-DH modellben
3 672 565	11.5%	Budapest	Észak-Pest-Újpalota *	BEPH/BEPU
6 148 264	19.3%	Budapest	Kelenföld (Dél-budai) hőközet ^a	BKEL
8 113 582	25.4%	Budapest	Kispest-Kőbánya hőközet	BKKH
9 955 347	31.2%	Debrecen	Városi távhőrendszer	DEBR
11 748 339	36.8%	Budapest	Észak-budai hőközet	BEBH
17 854 313	56.0%	Budapest	Csepel-Pesterzsébet hőközet	BCSP
18 661 353	58.5%	Dunaújváros	Városi távhőrendszer ^a	DUNA
19 429 293	60.9%	Budapest	Füredi úti FM hőközete	BFUH
20 194 680	63.3%	Nyíregyháza	Városi távhőrendszer ^a	NYÍR
20 916 609	65.6%	Székesfehérvár	Városi forróvízrendszer	SZFR

21 384 880	67.0%	Kecskemét	Egyesített rendszer	KECS
21 801 699	68.3%	Kazincbarcika	Városi távhőrendszer	KAZI
22 562 704	70.7%	Budapest	Rákoskeresztúri hőkörizet	BRKH
22 908 766	71.8%	Oroszlány	Városi távhőrendszer ^b	OROS
23 247 270	72.9%	Szombathely	Vízöntő úti rendszer	SZOM
23 581 370	73.9%	Ózd	Városi távhőrendszer	OZDV
24 457 977	76.7%	Kaposvár	Kaposvári távhőrendszer ^b	KAPO
26 242 400	82.3%	Szeged	Északi városrész I/b. távhőrendszer	SZEE
26 781 244	84.0%	Szeged	Tarján III. Tarján VIII. Felsőváros I. rendszer	SZET
27 393 521	85.9%	Szeged	Rókusi rendszer	SZER
27 521 667	86.3%	Miskolc	Diósgyőri távhőrendszer	DIOS
25 574 409	80.2%	Komló**	Komlói távhőrendszer	KOML
		Kisvárdá**	Városi távhőrendszer ^b	KISV

^aÉszak-Pest és Újpalota hőkörizeteket külön kezeltük a modellben.

^{**}Habár Komló és Kisvárdá eredetileg nem tartoznak a vizsgálatunk középpontjába, ezen körizetek hőszolgáltatói is szolgáltatott adatokat.

^aA távhőszolgáltató nem közölt kínálati és keresleti oldali adatokat, így ezen körizeteket nem vettük figyelembe a HU-TIMES-DH modellben.

^bA távhőszolgáltató nem közölt kínálati oldali adatokat, így ezen körizeteket nem vettük figyelembe a HU-TIMES-DH modellben.

Adathiány miatt a fenti táblázatban szereplő távhőrendszerekből az alábbiakat nem tartalmazza a HU-TIMES-DK modell: Kisvárdá, Kaposvár, Oroszlány, Nyíregyháza, Dunaújváros városi hőkörizetek, valamint dél-budai hőkörizet. Így a modellben összesen 19 távhőkörizetet vettünk figyelembe.

3.2.1. JÖVŐBENI KERESLETEK ALAKULÁSA

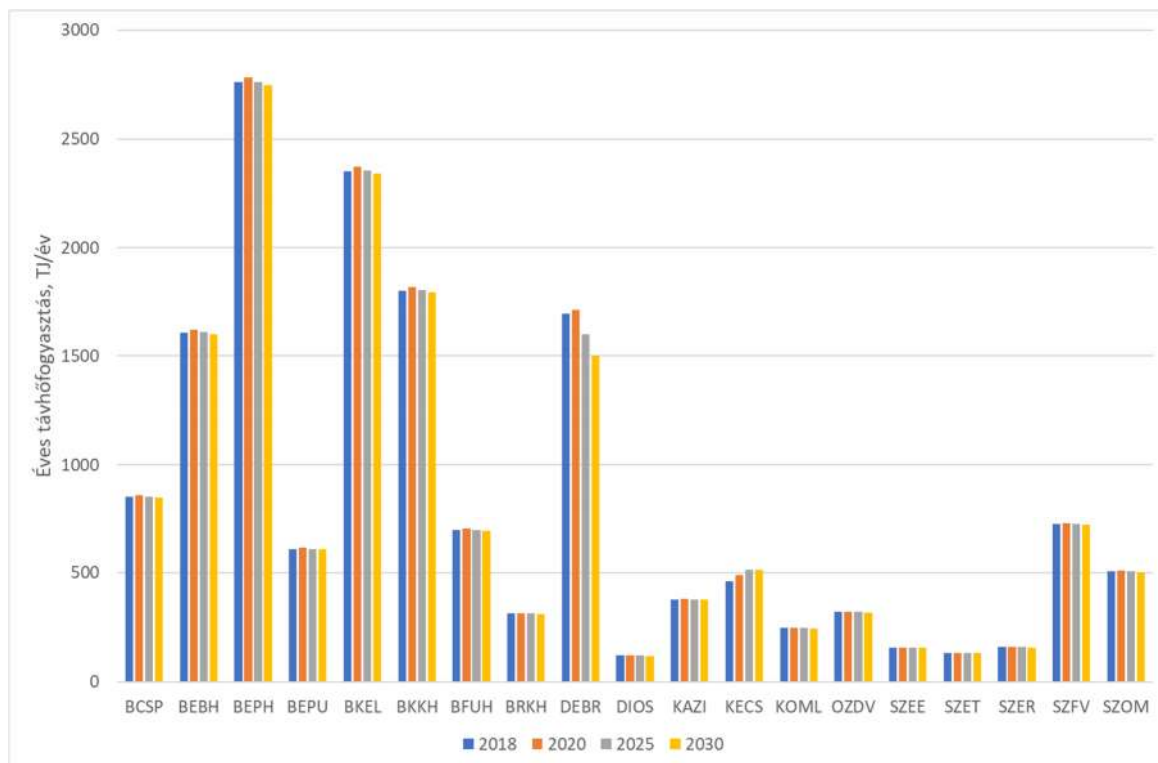
A jövőbeni keresletek alakulásának meghatározásához a távhőszolgáltatók által szolgáltatott adatokat használtuk. Az időhorizont kiválasztásánál fontos szempont, hogy az megfeleljen mind az energiapolitikai döntés hatásának vizsgálatához szükséges intervallumnak, ugyanakkor a bizonytalanság alacsony szinten tartása szempontjából ne legyen túl hosszú sem, így a modellben a 2018-2030 közötti időszakot vettük figyelembe, ahol 2018-at tekintjük bázisévnek.

Mivel összesen négy távhőkörizetre álltak rendelkezésre ilyen becsült jövőbeni keresleti értékek, így azon távhőkörizetek esetében, amelyeknél adathiányt tapasztaltunk a megadott jövőbeni éves fogyasztások változásának átlagát vettük alapul.

Amint azt az 9. ábra is mutatja, a bázisévhez viszonyítva az átlagos becsült hőfogyasztás enyhén – 0,86%-kal – emelkedik 2020-ra, majd rendre alacsony mértékben – 0,75%-kal és 0,56%-kal – csökken 2025-re és 2030-ra. Ez alól kivételt képez a debreceni és kecskeméti távhőkörizetek becsült jövőbeni keresletváltozása, lévén erre a két távhőkörizetre a

távhőszolgáltató saját becslését alkalmaztuk.⁴⁰ Ezen konzervatív megközelítéssel feltételezzük, hogy a távhőfogyasztói rendszerre kapcsolt új fogyasztók által támasztott keresletnövekedést ellensúlyozza az energiahatékonyságból származó keresletcsökkenés.

9. ÁBRA A JÖVŐBENI ÉVES BECSÜLT HŐFOGYASZTÁS A VIZSGÁLT HŐKÖRZETEKRE ÉS SAROK-ÉVEKRE (TJ/ÉV)

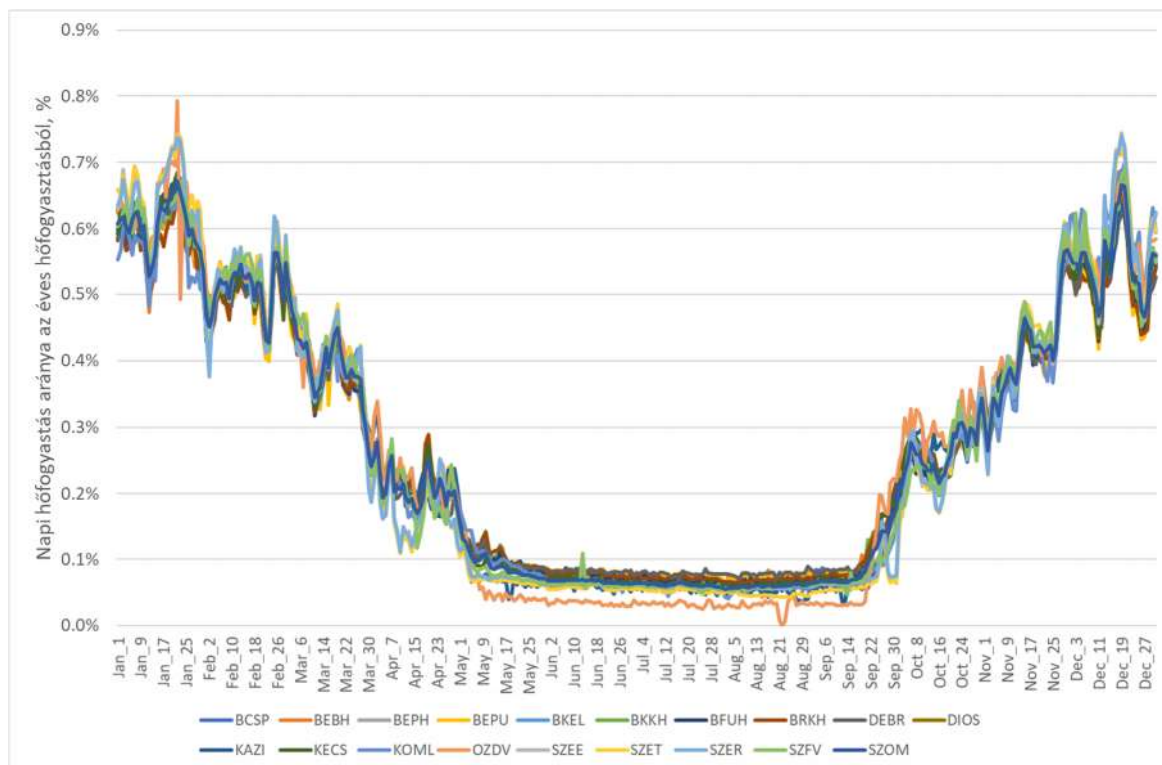


3.2.2. ÉV KÖZBENI KERESLET VÁLTOZÁSA

Az egyes távhőközrtek év közbeni fogyasztáeloszlását a távhőszolgáltatók által 2016-2018 időszakra megadott összesített napi fogyasztási adatai alapján becsültük a három év átlaga alapján az év 365 napjára. Kivételt képez ez alól a miskolci diósgyőri távhőrendszer, valamint a szombathelyi Vízöntő úti távhőrendszer, ahol adathiány miatt a többi távhőrendszer év közbeni fogyasztáeloszlásának átlagát vettük alapul.

⁴⁰ A debreceni és kecskeméti távhőszolgáltató mellett a kaposvári és oroszlányi távhőszolgáltató is szolgáltatott becsült jövőbeni hőfogyasztási értékeket, ugyanakkor az utóbbi két körzet esetében kiegészítő adatok nem álltak rendelkezésre, így azokat a modell futtatásakor nem elemeztük. Mindezzel együtt az átlagos éves hőfogyasztási változás meghatározásakor mind a négy körzet becsült értékeit felhasználtuk.

10. ÁBRA ÉVES HŐFOGYASZTÁS ÉV KÖZBENI BECSÜLT ÁTLAGOS ELOSZLÁSA, SZÁZALÉKBAN KIFEJEZVE



Amint azt a 10. ábra is mutatja a becsült átlagos éves hőfogyasztás év közbeni alakulása közelít az egyes vizsgált távhőrendszerek esetében. Alap hőigénynek a nyáron tapasztalható hőigény adódik, amely egyik távhőrendszer esetében sem éri el az egész éves kereslet 0.1 százalékát, ugyanakkor a téli nagy keresletű időszakokban 0,5-0,7% között adódik ez az érték.

3.3. KÍNÁLATI OLDAL

A modell kínálati oldalának bemutatása a meglévő és a jövőben létesülő távhőtermelők kapacitásméretére, hatásfokára, várható üzembezárásuk időpontjára, fix és változó költségeik mértékére, illetve a tényezőárak (a tüzelőanyag- és kvótaárak) alakulására vonatkozó feltételezéseinket tartalmazza.

3.3.1. MEGLÉVŐ TÁVHŐTERMELŐ BERENDEZÉSEK

Ahogy korábban bemutattuk összesen 19 távhőközteret vizsgáltunk részletesen. Ezen rendszerekben összesen 70 távhőtermelő létesítmény üzemel, melyek teljes beépített hőtermelői kapacitása 3442 MW_{th}, míg villamosenergia-kapacitása 1104 MW_e. Az adatok alapvetően háromféle forrásból származtak. Egyrészt a vizsgált távhőrendszerek üzemeltetőit kértük meg, hogy a modellezéshez szükséges legfontosabb információkat a távhőtermelő létesítményekről osszák meg velünk. Amennyiben ez nem állt rendelkezésre, akkor a MEKH határozatait, illetve a korábbi REKK-es kutatások eredményeként előálló adatbázissal egészítettük ki az információkat. Az így előálló adatbázis a következő adatokat tartalmazza:

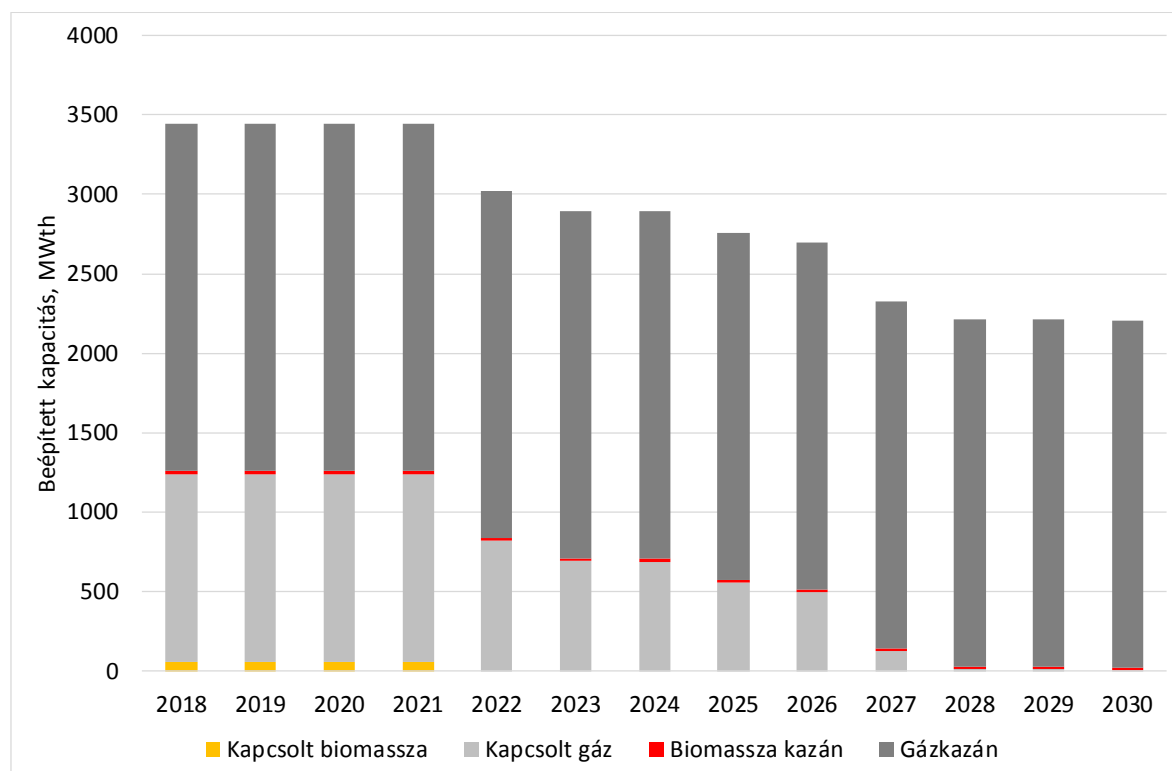
- Hő- és villamosenergiatermelő-kapacitás;

- Hő- és villamosenergia-termelés hatásfoka;
- A kapcsolt erőművek esetében a várható üzembezárás időpontja;
- Felhasznált tüzelőanyag;
- Fix és változó működtetési költségek.

A távhőtermelő létesítmények esetében azzal a feltételezéssel élünk, hogy a gázkazán, illetve a biomassza kazánok megfelelő karbantartás mellett képesek hosszú távon üzemelni, így bezárásokra 2030 előtt nem kell számítani. A gázkazánok esetében az üzemidő-korlát hiányát enyhén magasabb tőkeköltséggel ellensúlyoztuk. A kapcsolt termelők esetében viszont egyedileg meghatároztuk, hogy azok várhatóan mikor lépnek ki a rendszerből. Fontos azonban hangsúlyozni, hogy a várható üzembezárás időpontjában lehetőségük van ezen termelőknek arról dönteni, hogy felújítják a létesítményüket. A felújítási költségek mértéke a modellezés során megegyezik az új, hasonló technológiájú berendezés beruházási költségének a felével. Az azonban már a modellezés során eredményként adódik, hogy ezeket megéri-e felújítani vagy sem.

Az alábbi ábra összefoglalóan mutatja a vizsgált távhőrendszerek beépített hőtermelői kapacitásának alakulását 2018 és 2030 között. Ebből látható, hogy a most üzemelő kapacitások mintegy harmada kiesik a rendszerből, ha nem történik felújítás, így 2030-ra a kapacitás mennyisége 2204 MW_{th}-ra csökken.

11. ÁBRA: A VIZSGÁLT TÁVHŐRENDSZEREK TÁVHŐTERMELŐI LÉTESÍTMÉNYEINEK BEÉPÍTETT HŐTERMELŐI KAPACITÁSA, MW_{TH}, 2018-2030



Forrás: Távhőszolgáltatói interjúk, MEKH határozatok, REKK adatbázis alapján REKK szerkesztés

A hatásfokokat létesítményenként egyedileg határoztuk meg, ahol lehetőség volt rá, ott a legutolsó év műszaki paraméterei alapján, ahol nem, ott pedig az egyéb elérhető információk alapján. A fix és a változó működtetési költségek esetében egységesen azzal a feltételezéssel éltünk, hogy technológiánként eltérnek ezek a paraméterek, de az újak és a régiek között nem tettünk különbséget. Az alkalmazott fix és változó működtetési költségeket az új technológiák tárgyalásakor részletezzük.

3.3.2. TÉNYEZŐ-ÁRAK ALAKULÁSA

Biomassza árak

A modellezett alapesetben 1800 Ft/GJ biomassza árral kalkuláltunk, amely szintet a lefolytatott szakértői interjúk alkalmával határoztak meg. Egyes esetben a szakértői várakozások azt mutatták, hogy a jövőbeni biomassza ár lesüllyed a pár évvel ezelőtti, konstansnak tekintett 1500 Ft/GJ árra, így az alacsony biomassza ár esetben, ezzel az értékkel számoltunk. Ugyanakkor más becslés szerint 2030-ig a biomassza ára tovább fog emelkedni, így a magas biomassza ár érzékenységvizsgálatnál a szakértők által várt 2300 Ft/GJ árral számoltunk.

Földgáz ár

A távhőtermelők által vásárolt földgáz ára két fő komponensből tevődik össze. Egyrészt a nagykereskedelmi árból, illetve az egyéb tételekből, amelyek ráakódnak ezen tételre, amelyek közé sorolhatóak a különböző rendszerhasználati díjak és adók.

A nagykereskedelmi földgáz-ár előrejelzés során a REKK által fejlesztett Európai Gázpiaci Modell segítségével határoztuk meg a földgáz magyarországi nagykereskedelmi árát. A részletes földgázár-előrejelzési módszertan leírását a REKK által készített „A hazai nagykereskedelmi villamosenergia-piac modellezése és ellátásbiztonsági elemzése 2030-ig különböző erőművi forgatókönyvek mellett” című tanulmányának mellékelte tartalmazza. Az alkalmazott földgáz nagykereskedelmi ára, megegyezik ezen dokumentumban is használt előrejelzéssel. Ezek alapján 2030-ra 25,5 €/MWh-ás nagykereskedelmi gázzal kalkulálunk a számításaink során. Mivel a HU-TIMES-DH modell esetében forintban számolunk ezért szükséges egy átváltási árfolyamot is meghatározni. Az elemzésünk során ezt 320 Ft/EUR-nak vettük.

Az egyéb díjak esetében a jelenlegi érvényes átlagos díjakkal és adókkal számoltunk reáláron 2030-ra is, amely a kalkulációnk során 240,6 Ft/GJ-nak adódott. Így összességében 2030-ra 2506 Ft/GJ-os földgáz árral szembesülnek a távhőtermelő létesítmények a referencia esetben. Mivel azonban a földgázár meghatározó tényező a vizsgálatunk szempontjából, ezért erre a tényezőre a későbbiekben bemutatott érzékenységvizsgálatot is végzünk.

Szén-dioxid kvótaár

A szén-dioxid kvóta ár tekintetében a magyarországi Nemzeti Energia- és Klímatervében felvázolt pályával kalkuláltunk. Az ICIS 2019 nyári hosszú távú előrejelzése alapján 2020-ban 23,1 €/t, 2025-ben 36,4 €/t-ás kvótaárral szembesülhetnek a szennyező vállalatok, majd a 2020-as évek végén egy csökkenő pályára áll át a kvóta árfolyama, így 2030-ban 18,8 €/t-ás árral kalkuláltunk.

3.3.3. ÚJ TÁVHŐTERMELŐK A MODELLBEN

A következőkben bemutatjuk a különböző megújuló energiaforrásokra (biomasszára és geotermiára) alapozott, illetve új földgázkazánra és kapcsolt gázmotorra alapozott távhőtermelési módok beruházási és üzemeltetési költségeit, jellemző mérettartományukat és egyéb, a modell szempontjából lényeges paramétereiket.

Biomassza fűtőművek és fűtőerőművek

A biomassza tüzelésű távhőberuházások költségadatainak feltárásához a nemzetközi szakirodalom által publikált adatokat, valamint hazai projektek megalapozó tanulmányait vettük alapul. Hazai projektek közül a kaposvári, a kecskeméti, valamint a szombathelyi előtanulmányok részletes adatait elemeztük, a nemzetközi irodalomból pedig az IEA (ETSAP, Technology Roadmaps, Bioenergy Task 32 project report), JRC BREF, Európai Bizottság BAT tanulmányait használtuk, illetve interjút készítettünk az osztrák Polytechnik képviselőjével is.

A források feldolgozása során az alábbi információt igyekeztünk a lehető legtöbb forrásból megfigyelni: névleges kapacitás, technológiai megoldás, hatásfok, beruházási költség, fix üzemeltetési költség, változó üzemeltetési költség, tüzelőanyag felhasználás és költség, megvalósítás időtartam, kapacitás faktor és kihasználtság. A felsorolt adatok a legtöbb forrásban nem álltak mind rendelkezésre, valamint a mélyebb technológiai specifikációt, például az egyes kazánok (vízcsöves, füstcsöves) megkülönböztetését sem tették lehetővé. A rendelkezésre álló források alapján tanulmányunkban a hőtermelő fűtőműveket (heat only boilers – HOB) valamint a kapcsolt fűtőerőműveket (combined heat and power – CHP) különböztetünk meg, ezek szakirodalmi adatainak szóródását az alábbi táblázat mutatja be. Az adatok igazolják, hogy a hőtermelő kapacitásra vetített beruházási költség a kapcsolt fűtőerőműveknél jelentősen magasabb, illetve az is látható, hogy a hazai források valamelyest magasabb beruházási költségeket jeleznek mindkét kategóriára.

13. TÁBLÁZAT SZAKIRODALMI BIOMASSZA BERUHÁZÁSI KÖLTSÉGEK

	FŰTŐMŰ (HOB) MHUF/MW _{th}		FŰTŐERŐMŰ (CHP) MHUF/MW _{th}	
	min	max	min	max
Nemzetközi	86	119	372	844
Hazai	90	197	505	581

A szakirodalmi adatok gyűjtésének és feldolgozásának célja a modellezéshez szükséges bemenő adatok meghatározása, amihez bizonyos további leegyszerűsítő kategóriák létrehozása volt szükséges. A beruházás és működtetés költségeit három kategóriába soroltuk, melyek az alábbi tételeket foglalják magukban:

- Beruházási költség (CAPEX): előkészítés (tanulmányok, pályázat, dokumentáció, tender, közbeszerzés), megvalósítás (építés, közmű, gépek és berendezések, járulékos tevékenységek, környezetvédelem, szolgáltatások)
- Fix üzemeltetési költség (FOM): munkabér, karbantartás-javítás, pótló beruházások, hamu- és szennyvízszállítás költsége, egyéb költségek

- Változó üzemeltetési költség (VOM): másodlagos energiahordozók költsége a biomassza tüzelőanyag nélkül (gáz, gázolaj kazán begyűjtáshoz)

A fenti költségkategóriákon kívül paramétereztük a modellezés során a tüzelőanyag költségét, aminek a változékonysága és elérhetősége az iparági interjúk alapján kulcsfontosságú paraméter, így tehát külön érzékenységeket is futtatunk a biomassza ár egy meghatározott alacsony és magas szintjére is. Ezen túl azt feltételeztük, hogy sztenderd minőségű faapríték korlátlanul rendelkezésre áll.

A később szemléltetett modellezési inputadatokon látható, hogy a tüzelőanyag külön paraméterezésével a változó üzemeltetési költségek szintje nagyon alacsony, mivel a fenti kategorizálásnak megfelelően itt már csupán a másodlagos (begyűjtáshoz használt) energiahordozók ára jelenik meg.

Az alábbi két táblázat mutatja a forrásadatokból megbecsült költségadatokat a két technológiára. A két üzemeltetési költségkategória esetében a nemzetközi tanulmányok sokszor nem adtak elég részletes adatokat, illetve ezek olyan tételek, amelyek jelentősen eltérhetnek Magyarországon a nemzetközi benchmark értékektől, így ezeket a kategóriákat kizárólag a hazai megvalósíthatósági tanulmányok alapján becsültük.

Jelentősen szóródtak a tanulmányokban tárgyalt projektberuházások kapacitás adatai, illetve az azokhoz tartozó költségszintek, így mindkét technológiára létrehoztunk jellemző kapacitás intervallumokat. A fűtőmű esetében látható, hogy jelentős méretgazdaságosság látható a kapacitás növekedésével az egy MW_{th} -ra vetített beruházási költséget illetően.

14. TÁBLÁZAT BIOMASSZA FŰTŐMŰ (HOB) MODELLEZÉSI KÖLTSÉGADATAI

Névleges be- menő hőkapacitás, MW_{th}	Modellezés során alkalmazott méret	CAPEX, $MHUF/MW_{th}$	FOM, $MHUF/MW_{th}/év$	VOM, $MHUF/MWh$
1 - 5	3	250	3,08573	0,0003317
6 - 15	10	200	3,08573	0,0003317
16 - 50	30	150	3,08573	0,0003317

15. TÁBLÁZAT BIOMASSZA FŰTŐERŐMŰ (CHP) MODELLEZÉSI KÖLTSÉGADATAI

Névleges be- menő hőkapacitás, MW_{th}	Modellezés so- rán alkalmazott méret	CAPEX, $MHUF/MW_{th}$	FOM, $MHUF/MW_{th}/év$	VOM, $MHUF/MWh$
1 - 20	10	438	23,769	0,001032
21 - 100	50	659	23,769	0,001032

Rengeteg további technológiai és a beruházást illető specifikáció meghatározható még, de az iparági interjúk egyik fontos következtetése az, hogy ezek nem feltétlen strukturális eltérések,

hanem egyedi különbségek az egyes projektek között. A beruházási költségeket illetően jelentős eltéréseket okozhat, hogy zöld- vagy barnamezős projekt valósul-e meg, mivel utóbbi kategória az alacsonyabb várható költségei mellett nehezen beárazható kivitelezési kockázatokat tartalmaz.

Nem tértünk ki részletesen a környezetvédelmi technológiai megoldásokra, de a használt források egy része a legkorszerűbb levegőtisztaság-védelmi szűrőberendezéseket tartalmazza, tehát feltételezzük, hogy új fűtőmű vagy fűtőerőmű sűrűn lakott területre is telepíthető, jóllehet az immissziós határértékek korlátozhatnak, vagy költségesebbé tehetnek bizonyos fejlesztéseket. A telepítés helyét befolyásolja még a tüzelőanyag szállításához szükséges infrastruktúra, de jelenleg nincs a modellben ilyen korlát. A szállítással és rakodással járó zaj indokoltá tehet extra beruházásokat (külön építmények, hogy ezek a tevékenységek zárt térben történjenek), így lehet a projekt helyszínét lakott területekhez közel meghatározni.

Mindezen tényezők számtalan helyi, csak adott távhőrendszerre vonatkozó költségelemeket keletkeztethetnek. Az egyes távhőkörzetekben megvalósítható biomassza fűtőművi vagy fűtőerőművi beruházások költségbecsléseit mindazonáltal nem differenciáltuk ezen nehezen számszerűsíthető helyi sajátosságok mentén, hanem - adott méretkategórián belül - minden körzetben azonos beruházási és üzemeltetési költségeket feltételeztünk.

Geotermikus fűtőművek

A modellezés során az egyes távhőkörzetek között két szempont alapján teszünk különbséget. Egyrészt vizsgáljuk a geotermikus adottságokat: a korábbi kutatások és a szakértőkkel folytatott interjúk alapján három kategóriát állítunk fel. Az elsőbe a kedvező adottságokkal rendelkező települések tartoznak, ahol a rendelkezésre álló információk alapján várhatóan a jelenlegi távhőrendszerben hasznosítható hőmérsékletű víz termelhető ki (pl. Kőbánya-Kispest, Füredi út, Rákoskeresztúr). A második kategóriába a korábbi kutatások, illetve a helyben elvégzett előkészítő mérések és geológiai modellezések alapján feltételezhetően alacsonyabb hőmérsékletű forrással rendelkező távhőkörzetek tartoznak. Ezek esetén valószínűsíthető, hogy a jelenlegi távhőrendszer/a szekunder oldal komolyabb átalakítása, felújítása nélkül nem hasznosítható a geotermikus hő, és/vagy szélesebb körű további kutatás szükséges egy esetleges melegebb víztömeg megtalálásához. Ide tartozik többek között Debrecen, Nyíregyháza és Szombathely. Végül néhány távhőkörzet esetén azzal a feltételezéssel élünk, hogy a jelenlegi rendelkezésünkre álló információk alapján nem valószínűsíthető a geotermikus energia hasznosítása, akár a rendelkezésre álló nagyon alacsony potenciál miatt (pl. Dunaújváros, Ózd, Székesfehérvár) akár meglévő egyéb létesítmények – tipikusan gyógyfürdők – zavartalan üzemeltetésének biztosítása végett (pl. a budai hőkörzetek esetén). Különálló kategóriaként kezeltük a már folyamatban lévő (Szeged), vagy előkészítési fázisban járó projekteket (Miskolc). A mellékletekben mindig vizsgált távhőkörzet besorolása megtalálható.

Az első és második kategóriába tartozó távhőkörzetek esetén az adottságok közötti különbségeket a modellezésben a beruházási költségek közötti különbségekként jelenítjük meg: a jobb adottságú távhőkörzetek esetén alacsonyabb fajlagos beruházási költséget feltételeztünk, a gyengébb adottságúak esetén pedig magasabbat. Az üzemeltetési költségek esetén nem teszünk különbséget. A részleteket a következő táblázatban foglaljuk össze.

16. TÁBLÁZAT BERUHÁZÁSI ÉS MŰKÖDÉSI KÖLTSÉG FELTÉTELEZÉSEK A JOBB ÉS GYENGÉBB ADOTTSÁGÚ HŐKÖRZETEK

	CAPEX (mFt/MW)	OPEX (mFt/MW/év)
Jó adottságú	350	15
Gyengébb adottságú	700	15

Forrás: REKK becslés szakirodalmi adatok és szakértői interjúk alapján

Az egyes távhőkörizetek között a fentieken túl még egy szempont szerint különbséget teszünk, ez pedig a várható kockázatok nagysága. Bár jellemzően minden geotermikus projekt esetén nagyobbak a kockázatok, mint akár egy biomasszás, és főleg, mint egy egyszerű fosszilis beruházás esetén, de elsősorban a geológiai adottságoktól függően további kategóriákat érdemes felállítani. A modellezésben a távhőkörizeteket két csoportra bontottuk, aszerint, hogy a vízáadó réteg homokkő vagy karsztos képződmény (pl. mészkő). Ahogy fent bemutattuk, utóbbi esetén magasabb kockázattal szembesülnek a beruházók, ezért itt 10,04%-os diszkont faktort feltételeztünk, míg a homokkőhöz kapcsolódó beruházások esetén 9,04%-ot. A távhőkörizetek besorolását lásd a mellékletek között.

A referencia eset mellett egy külön forgatókönyvben vizsgáltuk, hogy milyen hatással lenne a geotermikus energia elterjedésére, ha két fontos előrelépés megtörténne: egyrészt a gyengébb adottságokkal rendelkező távhőkörizetek esetén végbe menne az a modernizáció, ami lehetővé tenné az alacsonyabb hőmérsékletű rezervoárok hőenergiájának hasznosítását is a távhőtermelésben, másrészt, ha felállításra kerülne a fent bemutatott kockázati alap. A modellezésben előbbi úgy jelenítjük meg, hogy az eddig második kategóriába sorolt távhőkörizetek is átkerülnek az első kategóriába, vagyis lecsökken a fajlagos beruházási költség ezekben a körzetekben. A második pont esetén pedig azzal a feltételezéssel élünk, hogy egy ilyen alap létrehozása csökkentené a beruházókat terhelő kockázatokat, ezért a modellezésben a diszkont faktorokat mindkét kategória (homokkő és karszt) esetén 1-1 százalékponttal csökkentjük, 8,04%-ra, illetve 9,04%-ra.

17. TÁBLÁZAT TÁVHŐRENDSZEREK BESOROLÁSA GEOTERMIKUS ADOTTSÁGOK ÉS DISZKONTFAKTOROK SZERINT

Vizsgált távhőkörizetek	Referencia eset		Csökkenő költségek eset	
	Besorolás	Diszkont faktor	Besorolás - sens	DF - sens
Csepel-Pesterzsébet hőkörizet (Budapest)	2	10.04%	1	9.04%
Dél-budai hőkörizet (Budapest)	-			
Észak-budai hőkörizet (Budapest)	-			
Észak-Pest (Budapest)	2	10.04%	1	9.04%
Újpalota (Budapest)	2	10.04%	1	9.04%
Kelenföld (Budapest)	-			
Kispest-Kőbánya hőkörizet (Budapest)	1	10.04%	1	9.04%
Füredi úti FM hőkörirete (Budapest)	1	10.04%	1	9.04%
Rákoskeresztúri hőkörizet (Budapest)	1	10.04%	1	9.04%
Városi távhőrendszer (Debrecen)	2	9.04%	1	8.04%
Diósgyőri távhőrendszer (Miskolc)	meglévő	10.04%	meglévő	9.04%

Városi távhőrendszer (Dunaújváros)	-			
Kaposvári távhőrendszer (Kaposvár)	2	10.04%	1	9.04%
Városi távhőrendszer (Kazincbarcika)	-			
Egyesített rendszer (Kecskemét)	2	9.04%	1	8.04%
Kisvárdai	-			
Komló	-			
Városi távhőrendszer (Nyíregyháza)	2	9.04%	1	8.04%
Városi távhőrendszer (Oroszlány)	-			
Városi távhőrendszer (Ózd)	-			
Északi városrész 1b távhőrendszer (Szeged)	meglévő	9.04%	meglévő	8.04%
Tarján 3 Tarján 8 Felsőváros 1 rendszer (Szeged)	meglévő	9.04%	meglévő	8.04%
Rókusi rendszer (Szeged)	meglévő	9.04%	meglévő	8.04%
Városi forróvízrendszer (Székesfehérvár)	-			
Vízöntő úti rendszer (Szombathely)	2	9.04%	1	8.04%

Gáztüzelésű fűtőművek

A modellben három eltérő új gáztüzelésű fűtőművi technológiát különböztetünk meg: a kombinált hő- és villamosenergia-termelő CCGT és gázmotor technológiákat, valamint a kizárólag hőenergia-termelésre hasznosítható gázkazánt. Az alábbi táblázatban lévő paramétereket irodalmi értékek⁴¹ alapján becsültük, melyeket az interjúk alkalmával szakértői véleményekkel egészítettünk ki.

	CCGT	Gázmotor	Gázkazán
Típusa	Kombinált hő- és villamosenergia-termelés	Kombinált hő- és villamosenergia-termelés	Kizárólag hőenergia-termelés
Technológia beépítésének lehetséges éve	2021	2021	2021
Technológia várható élettartama	25	25	25
Hőtermelés hatásfoka (%)	40%	40%	92%
Beruházási költség (millió Ft/MW)	507	270.75	30
Beruházás egyedi tőkeköltése (%)	7.4	7.4	6.4

⁴¹ Danish Energy Agency (2019): Technology Data for Generation of Electricity and District Heating.
Link: https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Analyser/technology_data_catalogue_for_el_and_dh.pdf

Fix üzemeltetési és karbantartási költség (millió Ft/MW)	11.43	2.78	0.58
Változó üzemeltetési és karbantartási költség (millió Ft/TJ)	0.367	0.45	0.092
Megtermelt hő- és villamosenergia hányadosa (TJ/TJ)	1.3	0.95	-
Maximum beépíthető kapacitás (MW)	100	10	20

Súlyozott átlagos tőkeköltség

A súlyozott átlagos tőkeköltségnek (WACC) jelentős hatása van az egyes projektek megtérülésére, mivel a jövőbeli várható bevételek diszkontálása kulcskérdés a beruházás megtérülése szempontjából. Az egyes technológiák kockázata eltérő, amelyet részben a diszkontráta, azaz a súlyozott átlagköltséggel fejezhetünk ki. Minél nagyobb a bizonytalanság és a kockázat az adott technológiával szemben, annál nagyobb az elvárt haszon, így a WACC értéke is. A vizsgált távhőtermelő technológiák közül a legkisebb kockázata a gázkazán építésének van, amihez a REKK (2018)⁴²-as kutatása alapján 6,4%-os súlyozott átlagos tőkeköltséget rendeltünk. Az alábbi táblázat összefoglalóan mutatja, hogy az egyes technológiák esetében milyen WACC értékekkel kalkuláltunk.

18. TÁBLÁZAT: AZ EGYES TÁVHŐTERMELŐ TECHNOLÓGIÁK ESETÉBEN A SÚLYOZOTT ÁTLAGOS TŐKEKÖLTSÉG ÉRTÉKE

	Súlyozott átlagos tőkeköltség
Gázkazán	6,04%
Kapcsolt gázerőmű	7,04%
Biomassza kazán	7,04%
Kapcsolt biomassza erőmű	8,04%
Geotermia	9,04%-10,4%

Forrás: REKK (2018) REKK becslés

⁴² REKK(2018): A 2030-as megújulóenergia-arány elérésének költségbecslése

4. MODELLEZÉSI EREDMÉNYEK

4.1. VIZSGÁLT FORGATÓKÖNYVEK

A modellezés során különböző forgatókönyveket vizsgálunk. A referencia esetben azt feltételeztük, hogy nincsen semmilyen elérendő cél sem a megújulókra, sem a kapcsolt fosszilis hőtermelőkre vonatkozóan. Ugyanakkor ebben az esetben is jelentősen átalakulhat a vizsgált távhőközrzetekben megfigyelt tüzelőanyag-összetétel, hiszen egyrészt változik az egyes távhőközrzetekben a fogyasztás, másrészt – ahogyan azt korábban bemutattuk – számos kapcsolt erőműnek lejár az élettartalma. A modellezés során ezen forgatókönyv esetében egy olyan távhőtermelési portfóliót kapunk, amellyel a legkisebb költségek mellett elégíthető ki a fogyasztás. Ezen költségekben nem csak a tüzelőanyag-, illetve a működtetési költségekkel kalkulálunk, hanem a beruházási költségeket is figyelembe vettük.

A referencia forgatókönyv mellett összesen 12 további forgatókönyvet vizsgáltunk. Ezen forgatókönyvekben eltérő célszámokat határoztunk meg a megújuló, illetve a kapcsolt termelésből származó távhő arányára, a modell pedig kiszámolja, hogy ezen célok teljesítése mellett mi a legolcsóbb tüzelőanyag-összetétel. Fontos hangsúlyozni, hogy a célok aggregált szinten kerültek meghatározásra, azaz nem külön-külön kell az egyes távhőközrzetekben ezeket a célokat teljesíteni, hanem a vizsgált távhőközrzetek összességében. Ez egyben azt is eredményezi, hogy némely távhőközrzetben magasabb lesz a megújuló termelés aránya, míg egy másikban esetleg nem is változik.

Kétféle célmeghatározás alapján végeztük el a vizsgálatot. Az egyikben kizárólag a megújuló alapú távhőtermelés részarányára határoztunk meg különböző erősségű megújuló célokat, míg a második csoportban a megújuló és kapcsolt termelés együttesére. A kétfajta célmeghatározást további vizsgálatokra bontottuk, és azt elemeztük, hogy 30, 40, 50, 60, 70, illetve 80%-os cél milyen tüzelőanyag összetételt jelent az egyes távhőközrzetekben, illetve mekkora nettó addicionális költséggel jár a referencia esethez viszonyítva. Az alábbi táblázat összefoglalóan mutatja, hogy milyen eseteket vizsgáltunk, illetve megadjuk a későbbiekben használt elnevezések rövid változatát is.

19. TÁBLÁZAT: VIZSGÁLT FORGATÓKÖNYVEK ÖSSZEFOGLALÁSA

Forgatókönyv elnevezése	Forgatókönyvben meghatározott cél
REF	Nincs meghatározott cél
RES-30	30%-os megújuló termelési arány 2030-ban
RES-40	40%-os megújuló termelési arány 2030-ban
RES-50	50%-os megújuló termelési arány 2030-ban
RES-60	60%-os megújuló termelési arány 2030-ban
RES-70	70%-os megújuló termelési arány 2030-ban
RES-80	80%-os megújuló termelési arány 2030-ban
TOT-30	30%-os megújuló és fosszilis kapcsolt termelési arány 2030-ban
TOT-40	40%-os megújuló és fosszilis kapcsolt termelési arány 2030-ban
TOT-50	50%-os megújuló és fosszilis kapcsolt termelési arány 2030-ban
TOT-60	60%-os megújuló és fosszilis kapcsolt termelési arány 2030-ban
TOT-70	70%-os megújuló és fosszilis kapcsolt termelési arány 2030-ban
TOT-80	80%-os megújuló és fosszilis kapcsolt termelési arány 2030-ban

Az alapesethez képest többféle parciális érzékenységvizsgálatot végeztünk, hogy képet kapjunk arról, hogy melyek a legfontosabb tényezők, amelyek befolyásolják az eredményeket. Öt ilyen érzékenységvizsgálat elemzésére került sor:

- Magas, illetve alacsony biomassza ár: A korábbiakban bemutattuk, hogy a tűzifa esetében jelentős ármozgások figyelhetők meg. Mivel ezen tényezőárnak nincs kiforrott, transzparens piaca, amely hosszú távú megbízható árjelzést szolgáltatna, ezért kétféle érzékenységvizsgálatot is végzünk. Egyrészt végzünk egy olyan érzékenységvizsgálatot, amely során a biomassza ára a biomassza-piacon jelentkező keresletnövekedés, illetve forrásszűkösség miatt az alapesethez képest jóval magasabb, 2300 Ft/GJ szintre emelkedik, amelyet HIGH_BIO érzékenységvizsgálatnak neveztünk el. A másik esetben a biomassza ára nem az alapesetben meghatározott 1800 Ft/GJ-os árszinten alakul, hanem annál alacsonyabban, 1500 Ft/GJ-os árszinten. Ezt nevezzük LOW_BIO érzékenységvizsgálatnak.
- Alacsony földgáz ár: A korábbiakban bemutattuk, hogy milyen nagykereskedelmi földgázzal kalkuláltunk. Az alapeset inkább tekinthető egy drágább forgatókönyvnek, mint egy olcsónak a mostani nagykereskedelmi árakat vizsgálva, ezért készítettünk egy olyan érzékenységvizsgálatot is, amely során a földgáz nagykereskedelmi ára 4 €/MWh-val alacsonyabb szinten alakul, így 2030-ra 21,5 €/MWh-nak adódik.
- A geotermikus távhőtermelési költség jelentősen csökkenthető, ha adott távhőrendszer alacsonyabb hőmérsékletű geotermális forrás befogadására is alkalmas. Ennek a költségbecslése meghaladja a jelen tanulmány kereteit, azonban végeztünk egy olyan vizsgálatot, amely során azt feltételeztük, hogy a távhőrendszerek alacsonyabb hőfokra történő átállása egyéb okokból megvalósul (pl. hőszigetelések révén). Ekkor a geotermia nagyobb mennyiségben és gazdaságosabban kiaknázzható. Ezt a modelle-

zés során úgy kezeltük, hogy egyrészt kisebb az elvárt haszon a geotermikus erőforrástól, így a WACC értékét egy százalékponttal csökkentettük, illetve egyes távhőközvetek esetében csökkentettük a beruházási költséget.

- Amint azt a 3.3.1 fejezetben bemutattuk, a jelenleg üzemelő gáztüzelésű és biomassza kazánok várható bezárásának ideje meghaladja a vizsgált időhorizont végét, így az általános fix és változó fenntartási és üzemeltetési költségek mellett ezen termelők esetében nem jelentkeznek felújítási költségek, szemben a kapcsolt termelőkkel, ahol a beruházónak az eddigi scenáriókban dönteni kellett, hogy felújítja üzemét vagy bezárja azt. Az ötödik érzékenységvizsgálatban azt feltételezzük, hogy a kapcsolt termelők esetében sem jelentkezik felújítási költség a vizsgált időhorizont alatt, így a jelenleg üzemelő kapcsolt termelői egységek élettartamának végét is a vizsgált időhorizont utolsó éve (2030) után határoztuk meg.

A fentieket foglalja össze az alábbi táblázat. Látható, hogy összességében 78 esetet vizsgálunk, amelynek az eredményeit a következőkben mutatjuk be.

20. TÁBLÁZAT: ELEMZETT ESETEK

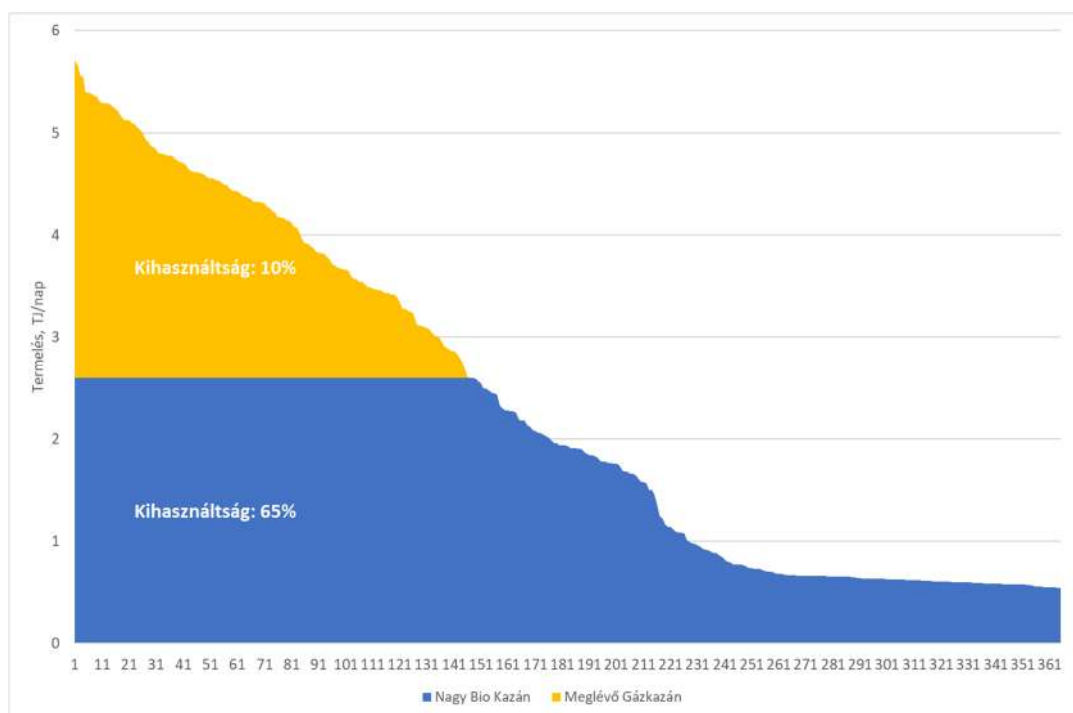
Érzékenységvizsgálat	Érzékenységvizsgálat tartalma	Érzékenységvizsgálat rövid neve	Vizsgált esetek száma, db		
			Referencia eset	Megújuló célok	Megújuló és fosszilis kapcsolt együttes célok
Alapeset	-	BASE	1	6 (30-40-50-60-70-80%-os cél)	6 (30-40-50-60-70-80%-os cél)
Alacsony biomassza ár	1500 Ft/GJ	LOW_BIO	1	6 (30-40-50-60-70-80%-os cél)	6 (30-40-50-60-70-80%-os cél)
Magas biomassza ár	2300 Ft/GJ	HIGH_BIO	1	6 (30-40-50-60-70-80%-os cél)	6 (30-40-50-60-70-80%-os cél)
Alacsony földgáz nagykereskedelmi ár	4 €/MWh-val alacsonyabb földgáz ár	LOW_GAS	1	6 (30-40-50-60-70-80%-os cél)	6 (30-40-50-60-70-80%-os cél)
Magas geotermikus potenciál	Alacsonyabb beruházási költség és 1% ponttal alacsonyabb WACC	PLUS_GEO	1	6 (30-40-50-60-70-80%-os cél)	6 (30-40-50-60-70-80%-os cél)
Meghosszabbított kapcsolt termelés	A jelenleg üzemelő kapcsolt termelők élettartama meghaladja a vizsgált időhorizont végét	PLUS_CHP	1	6 (30-40-50-60-70-80%-os cél)	6 (30-40-50-60-70-80%-os cél)

4.2. A MODELL MŰKÖDÉSI LOGIKÁJA EGY TÁVHŐRENDSZEREN KERESZTÜL

A modellezés eredményeinek egyike, hogy megvizsgálhatjuk az egyes hőközetek termelési mixében történő változásokat és láthatjuk, hogy a legkisebb költség elve hogyan valósul meg egyes penetrációs célok elérésekor.

Az alábbi példában a Csepel-Pesterzsébet hőközet tartamdiagramjában történő változásokat és a mögöttes gazdasági folyamatokat vizsgáltuk. Amint azt a 12. ábra is mutatja, 2030-ban a hőközetben két különböző technológia – a meglévő gázkazánok, illetve az új nagy (30MW) kapacitású biomassza kazán – fog üzemelni az alapeset referencia Szenárió alapján. Az új biomassza kazán mint baseload, éves szinten 65%-os kihasználtsággal termel, amíg a meglévő gázkazánok 10%-os kihasználtság mellett „követik le” a keresleti ingadozásokat.

12. ÁBRA A CSEPEL-PESTERZSÉBET HŐKÖZET TARTAMDIAGRAMJA AZ ALAPESET REFERENCIA-SZCENÁRIÓJÁBAN, 2030-RA

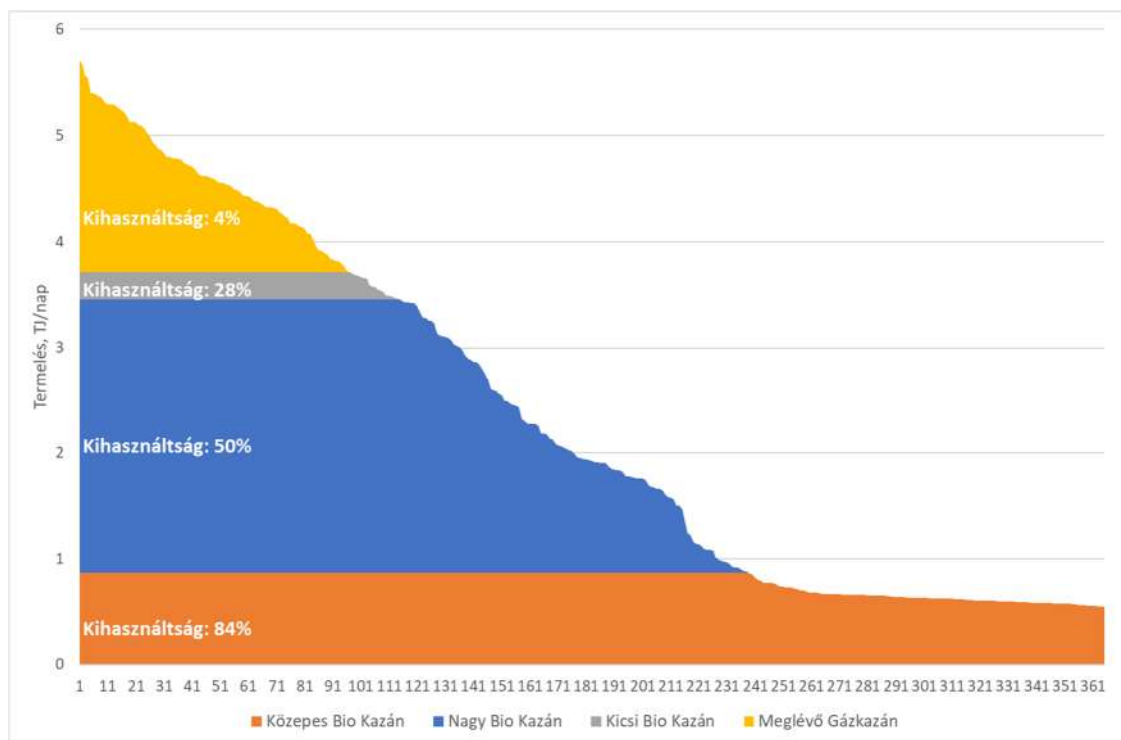


Ezzel szemben az alapeset 80%-os megújulóenergia-felhasználási célok Szenárióban a meglévő gázkazánok mellett három új technológiatípus is üzembe áll; új nagy kapacitású biomassza kazán (30MW), amely az előbbi referencia-Szenárióban is megjelent, továbbá egy kis (3 MW) és egy közepes (10 MW) kapacitású biomassza kazán is termel a Csepel-Pesterzsébet hőközetben.

Amint azt a 13. ábra mutatja, a közepes kapacitású biomassza kazán átveszi a baseload (alapterhelést biztosító) termelő szerepét, míg a nagy kapacitású biomassza kazán inkább terheléskövető szerepet lát el. A csúcsidei keresletet a kis kapacitású biomassza kazán, illetve a meglévő gázkazánok elégítik ki.

A kihasználtsági mutatók a meglévő gázkazánok esetében 10%-ról 4%-ra, a nagy kapacitású biomassza kazánnál 65%-ról 50%-ra csökkennek, a referencia scenárióhoz képest. Ugyanakkor az alapterhelést biztosító közepes kapacitású biomassza kazán 84%-os kihasználtság mellett tud üzemelni, szemben a kis kapacitású biomassza kazán 28%-os kihasználtságával.

13. ÁBRA A CSEPEL-PESTERZSÉBET HŐKÖRZET TARTAMDIAGRAMJA AZ ALAPESET 80%-OS MEGÚJULÓENERGIA-FELHASZNÁLÁSI CÉLOK ESETÉBEN, 2030-RA



A referencia scenárióban üzemelő nagy kapacitású biomassza kazán fajlagos beruházási költsége alatta marad a közepes és kis kapacitású biomassza kazánoknak, így a 65%-os kihasználtság mellett támogatás nélkül is üzemeltethető. Ugyanakkor a kis és közepes kapacitású biomassza kazánok magasabb fajlagos beruházási költséggel csak akkor tudnak üzembe állni, ha beruházásuk támogatott. Ebben az esetben viszont a kisebb fajlagos változó költséggel termelő közepes kapacitású biomassza kazán folyamatosan, közel egyenletes teljesítménnyel működik, míg a nagyobb fajlagos változó költségű nagy és kis kapacitású biomassza kazánok kihasználtsága alacsonyabb.

4.3. AZ ALAPFORGATÓKÖNYV EREDMÉNYEI

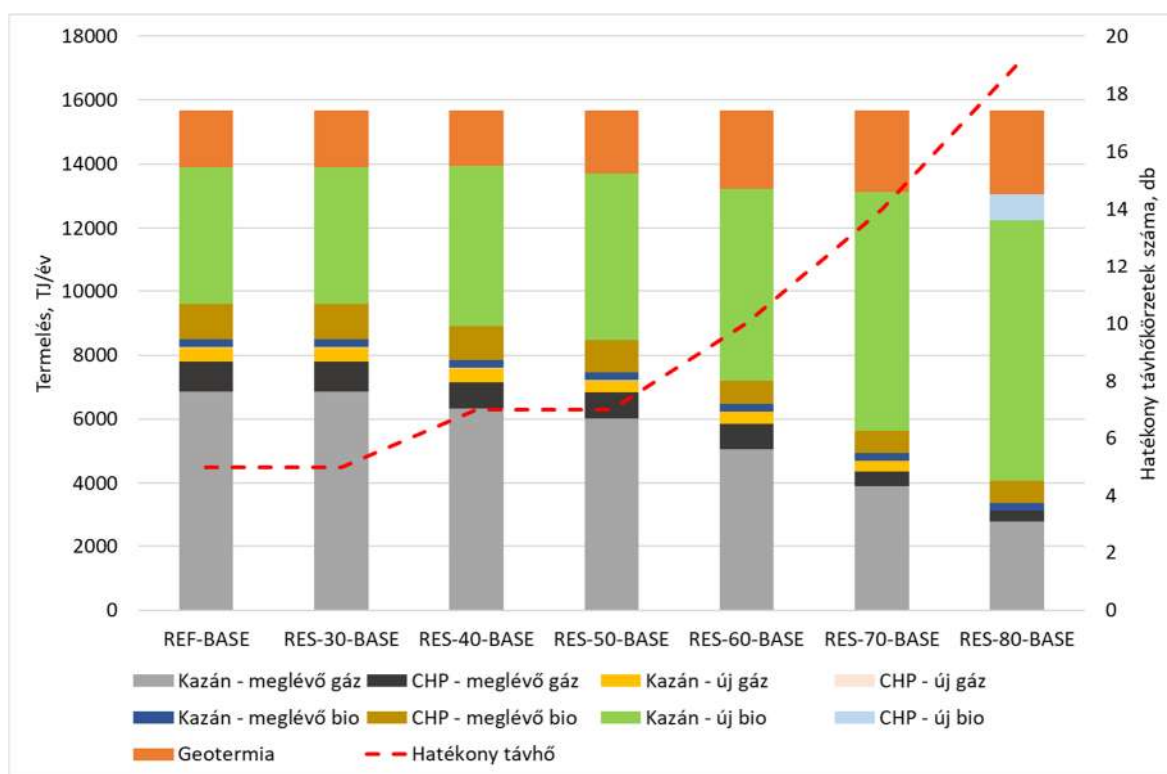
A modellezés során számszerűsítettük, hogy a különböző forgatókönyvekben hogyan néz ki a távhőtermelés összetétele, illetve mekkora addicionális költségek (további állami támogatások, vagy magasabb távhőárak) mellett érhető el a kívánt állapot. Fontos hangsúlyozni, hogy a modellezés kiinduló állapota (referenciaforgatókönyve) tökéletesen költségtükröző távhőárakat feltételez, illetve olyan befektetői környezetet, ami garantálja az adott technológiára jellemző WACC értékének a biztosítását. Így a nagyobb bizonytalansággal járó technológiák, magasabb elvárt hozamszintet jelentenek.

4.3.1. KÜLÖNBÖZŐ MEGÚJULÓ CÉLOK ELÉRÉSÉNEK VIZSGÁLATA

A következőkben azt vizsgáljuk, hogy a referencia esetben, illetve különböző megújuló célok esetében hogyan alakul a vizsgált 19 távhőrendszerben a tüzelőanyag-összetétel, a távhőtermelői kapacitások megoszlása különböző technológiák szerint, illetve mekkora költséggel jár különböző megújuló célok elérése.

Az alapeset tüzelőanyag-összetételét mutatja az alábbi ábra. A diagramon feltüntettük továbbá, hogy a vizsgált 19 távhőrendszer közül az egyes esetekben (különböző megújuló részarányok mellett) hány tekinthető hatékonnak, amikor a kapcsolt termelés, illetve a megújuló bázisú távhőtermelés együttesen legalább a fogyasztás felét teszi ki.

14. ÁBRA AZ ALAPESET AGGREGÁLT TÜZELŐANYAG-ÖSSZETÉTELÉNEK ALAKULÁSA KÜLÖNBÖZŐ MEGÚJULÓENERGIA-FELHASZNÁLÁSI CÉLOK MELLETT, ILLETVE A HATÉKONY TÁVHŐRENDSZEREK SZÁMA



A fenti ábrából látható, hogy a cél nélküli esetben is a megújuló arány jelentős, amelynek a legnagyobb része új biomassza kazánokból származik, a vizsgált távhőrendszerek teljes 15,7 PJ-os távhőfogyasztásából 5,6 PJ-t ez az erőforrás ad. 40%-os megújuló célig nem változik a kép, hiszen bármilyen többletforrás bevonása nélkül, piaci alapon is teljesülnek a kitűzött célok, azonban ezen megújuló arány felett folyamatosan növekszik a rendszer többletforrás-igénye. Amennyiben 80%-os célt kívánunk elérni, akkor látható, hogy új biomassza kapcsolt erőmű is belép a rendszerbe, és 0,8 PJ távhőt termel. A geotermikus alapú távhőtermelés is hasonló mértékben növekszik a cél nélkülihez viszonyítva. Ugyanakkor a növekmény legnagyobb részét a biomassza kazánok adják, és az általuk termelt távhő mennyisége meghaladja a 8,1 PJ-t. A kapcsolt földgáz alapú távhőtermelés a kezdeti 0,8 PJ-ról a célok növekedésével párhuzamosan csökken, 80%-os megújuló cél esetében 0,3 PJ-ra csökken az ilyen típusú erőművek által termelt távhő.

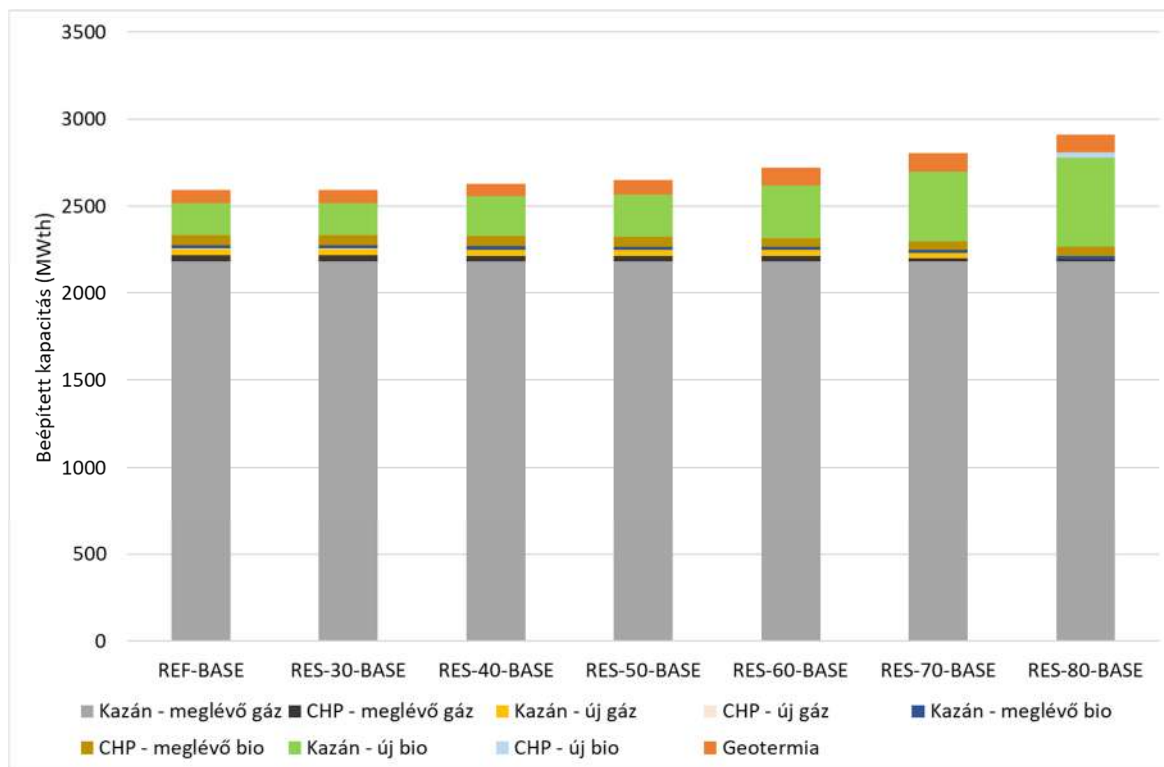
A megújuló, legfőképp biomassza alapú távhőtermelés versenyképességének köszönhetően a vizsgált távhőrendszerek közel negyede a referencia forgatókönyvben is hatékonynak minősül, azaz a kapcsolt földgáz alapú távhőtermelés és a megújuló távhőtermelés összege adná legalább a távhőfogyasztás felét. Amennyiben a vizsgált távhőrendszerekben termelt energiának legalább 60%-ban megújulónak kell lennie, akkor már 10 hatékony távhőrendszerrel kalkulálhatunk. Ebből is látható, hogy a megújulók elterjedtsége nem egységes az egyes távhőkörzetekben, hanem távhőközetről távhőkörzetre változik. Ha egységes célt határozzunk meg, akkor a vizsgált távhőrendszereket tekintve legalább 80%-os célt kell meghatározni annak érdekében, hogy az összes távhőrendszer hatékonynak minősüljön.

Ha a beépített kapacitásokat nézzük, akkor a gázkazán továbbra is dominál, ami annak köszönhető, hogy a modellben ezek a termelőkapacitások nem lépnek ki. A meglévő 1200 MW_{th}-os kapcsolt gázerőművi kapacitás ugyanakkor drasztikusan, néhány 10 MW_{th}-ra csökken. Ez egyben azt is jelenti, hogy nem éri meg ezen erőművek nagyfelújítása, annál olcsóbb opciók is rendelkezésre állnak a távhőtermelésre. Fontos azonban megjegyezni, hogy a modell nem képes a tartalékpiacon bevételek szimulációjára, ennél fogva némileg alulbecsüli a kapcsolt berendezések jövedelmezőségét. Az eredmények tehát ebben az értelemben erősen konzervatívnak tekinthetők, vagyis biztosan nem becsüli túl a kapcsolt termelők versenyképességét.

Alacsonyabb megújulós célok mellett néhány 10 MW_{th}-nyi új gázkazán épül meg, de legnagyobb mértékben a biomassza kazánok terjednek el: ha nincs megújulós cél meghatározva, hanem költségtükröző, befektetőbarát távhőszabályozást alkalmazunk, akkor 180 MW_{th}-nyi kapacitás épül ki. 80%-os megújulós célnál ez felmegy 510 MW_{th} felé. Ugyanakkor a célok növekedésével párhuzamosan a biomassza kazánok kihasználtsága is csökken. 180 MW_{th}-s kapacitás mellett az átlagos kihasználtsági értéke ezen fűtőműveknek 74%-os, amely egyben azt is mutatja, hogy jellemzően ezek tekinthetők a „baseload” távhőtermelőknél, azaz a nyári hőigényt is jellemzően ezen fűtőművek elégítik ki. Minél magasabb megújulós célt határozzunk meg, annál inkább csökken a biomassza kazánok kihasználtsága, és 80%-os megújulós cél esetében az átlagos kihasználtságok 50%-ra csökken.

A növekvő megújuló részarány mellett csökkenő kihasználtság abból fakad, hogy a magasabb megújuló részarány elérésére korlátozott óraszámú érvényesülő magas hőigényekre (a tartamdiagram ún. mid-merit részére) kell olyan biomassza kapacitásokat létrehozni, melyeket magas beruházási költségük gazdaságilag sokkal inkább zsinórtermelésre predesztinálna.

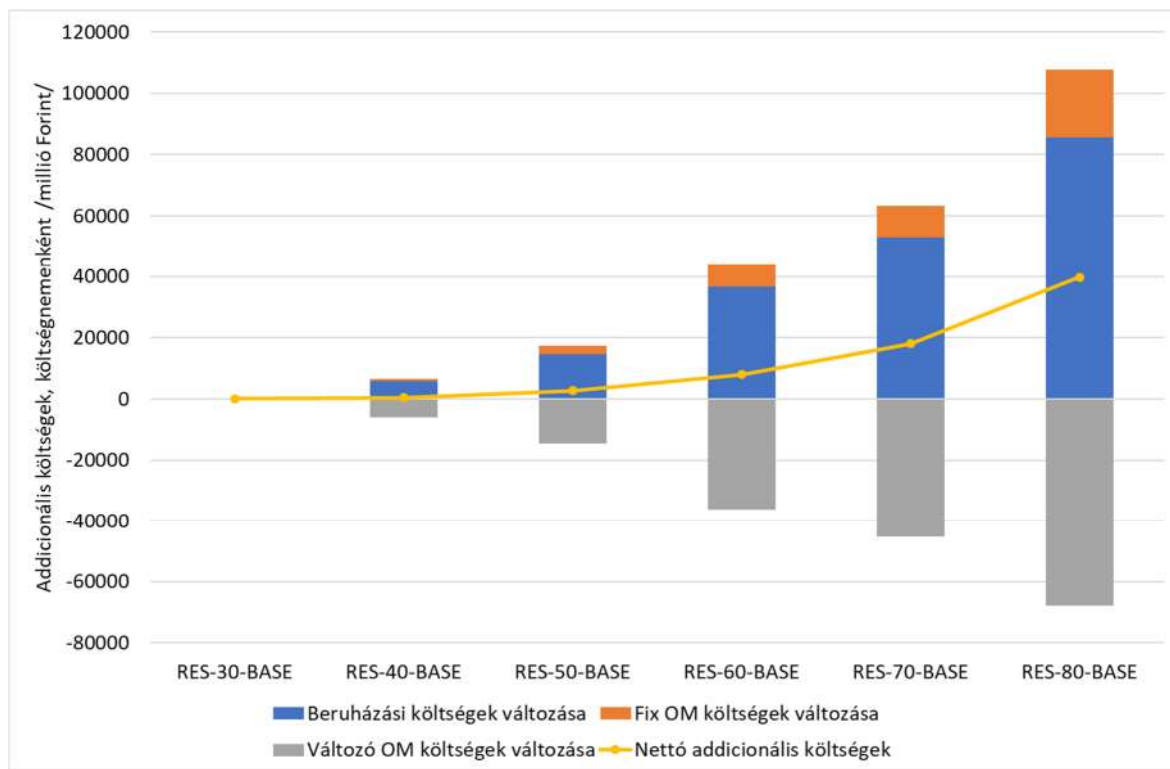
15. ÁBRA A BEÉPÍTETT TÁVHŐTERMELŐI KAPACITÁS MEGOSZLÁSA TECHNOLÓGIÁNKÉNT KÜLÖNBÖZŐ MEGÚJULÓENERGIA-FELHASZNÁLÁSI CÉLOK MELLETT, 2030-RA



Az elemzés során megvizsgáltuk azt is, hogy milyen költségekkel jár a különböző megújuló célok elérése. Alapvetően háromféle költségkategóriát különböztethetünk meg: i) beruházási költség, ii) fix működési költség, illetve iii) változó működési költség. Ez utóbbiba tartozik a tüzelőanyag-költség mellett az esetlegesen felmerülő szén-dioxid kvóta költsége, illetve az egyéb változó működési költségek is. Minden egyes esetre számszerűsítjük ezen költségeket, és 2018-as értékekre diszkontálva azok összeadhatóvá válnak. Az alábbi ábrán bemutatjuk a vizsgált költségek alakulását különböző megújuló célok mellett, viszonyítva ahhoz az esethez, amikor nincsen megújuló cél. Így gyakorlatilag meghatározható, hogy a különböző megújuló célok elérésének milyen addicionális költsége van, és az milyen főbb tételekből tevődik össze.

A beruházási költségek összege a referencia esetben – amikor nem kerül 2030-as megújuló cél meghatározásra – 71,3 milliárd forintnak adódik. Ez az összeg magában foglalja a 2030-ig szükséges új beruházások teljes költségét, amelynek a döntő részét az új biomassza kazánok telepítési költsége adja. Ugyanakkor ahogyan az alábbi ábrán is látható, a beruházási költségek további növekedésével lehet kalkulálni, amennyiben magasabb megújuló célokat határozzunk meg. 80%-os megújuló arány számításaink szerint megkétszerezi a beruházási költséget, azaz a referencia esethez viszonyítva további 85,6 milliárd forint beruházási költséggel kell számolni.

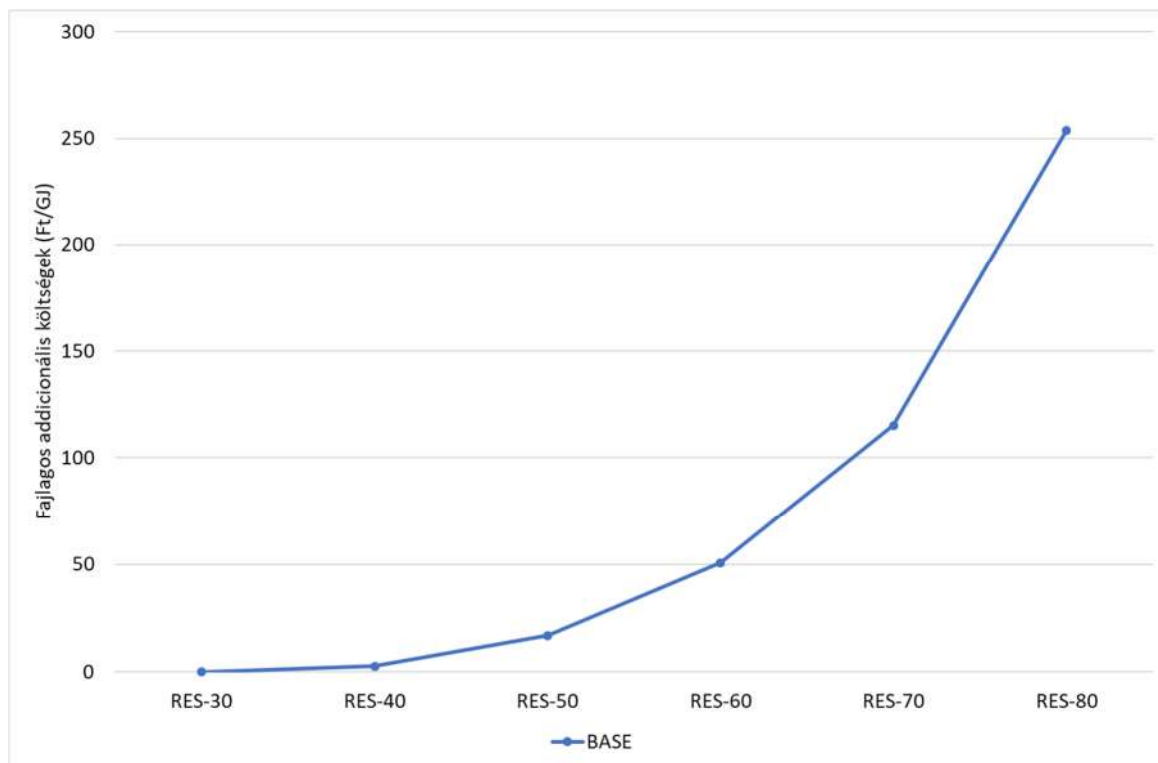
16. ÁBRA AZ ALAPESETBEN A MEGÚJULÓS CÉLOK ADDICIONÁLIS ÖSSZKÖLTSÉGÉNEK MEGOSZTLÁSA A REFERENCIA ESETHEZ VISZONYÍTVA



A referencia esethez képest szintén növekszik a fix működtetési költség, de ennek mértéke lényegesen alacsonyabb, a modell számítása szerint 21,9 milliárd forint a legnagyobb vizsgált megújuló penetrációs szint esetén. Ugyanakkor vannak csökkentő tételek, amelyek ezt a költségnövekedést ellensúlyozni tudják. Ezek közé tartoznak a szén-dioxid kvóta megtakarításából adódó pénzügyi előnyök, illetve az olcsóbb tüzelőanyag-felhasználásból fakadó költségmegtakarítások. Ez összességében nagyságrendileg megegyezik a referencia esethez képesti addicionális beruházási költséggel. Az 50%-os cél számításaink szerint 2,6 milliárd forint, a 60%-os cél 7,9 milliárd forint, a 70%-os cél 18 milliárd forint, végül a 80%-as cél 39,8 milliárd forint addicionális költséggel érhető el. Fontos hangsúlyozni, hogy ez a teljes vizsgált tízéves időszakra vonatkozó összköltséget jelenti, azaz, ha éves addicionális költséget akarunk meghatározni, akkor éves szinten közel 4 milliárd forint nettó addicionális költségek esetén elérhetővé válik akár a 80%-os megújuló arány is.

A teljes addicionális költséget a vizsgált távhőrendszerek teljes fogyasztásához viszonyítva megkapjuk, hogy mekkora fajlagos addicionális költség figyelembevételére van szükség minden egyes megtermelt GJ után. Ez a megközelítés hasonlatos a villamosenergia-szektorban megszokott megújuló támogatásokhoz, azonban fontos hangsúlyozni, hogy ezzel nem célunk javaslatot tenni arra vonatkozóan, hogy amennyiben magasabb megújuló arányt akarunk elérni, azt milyen támogatási rendszerben érdemes megvalósítani, pusztán szemléltetés és összehasonlítás céljából viszonyítjuk a teljes addicionális költséget a fogyasztáshoz. Az alábbi ábrán tüntetjük fel a kapott eredményeket.

17. ÁBRA AZ ALAPESETBEN A MEGÚJULÓS CÉLOK FAJLAGOS ADDICIONÁLIS KÖLTSÉGÉNEK MEGOSZTLÁSA A REFERENCIA ESETHEZ VISZONYÍTVA



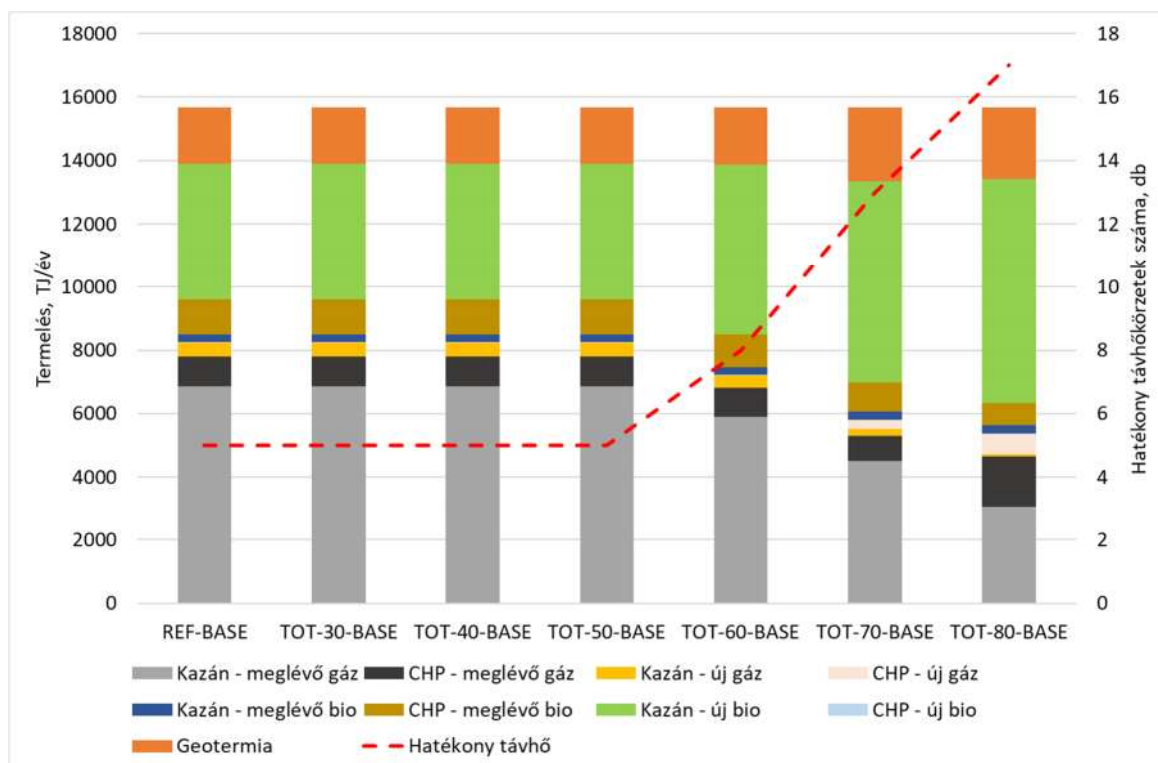
Látható, hogy még 80%-os megújuló cél esetében is elegendő 253 Ft/GJ-os támogatást nyújtani, 70%-os cél eléréséhez pedig ennek kevesebb, mint fele, 115 Ft/GJ fajlagos támogatás is elegendő. Érdekes ezt a számot összehasonlítani a villamosenergia-szektor fajlagos támogatásaival. A kötelező átvételi támogatási rendszer (KÁT) megközelítőleg 4100 Ft/GJ-os támogatást adott a nap vagy szélenergia-termelőknek. A 2019 decemberében lezajló METÁR tender előzetes eredményei azt mutatják, hogy a kis méretkategóriában (0,3-1 MW_e) a támogatás mértéke 590 Ft/GJ, míg a nagyméretű (>1MW_e) kategóriában a súlyozott átlagos ár alacsonyabb volt, mint a meghirdetett referencia piaci ár, ugyanakkor számos szereplő kapott 50-80 Ft/GJ-os támogatást. Összességében azt lehet mondani, hogy a korábbi KÁT támogatásnál nagyságrenddel alacsonyabb támogatás is elégséges a távhőszektorban egységnyi megújulóenergia-forrás mobilizálására, de a mostani METÁR tender előzetes eredményeit vizsgálva is csak a nagyon magas távhőtermelési cél esetén láthatunk hasonló fajlagos támogatási szükségleteket.

Fontos azonban hangsúlyozni, hogy a modellezés tökéletes versenyt feltételez, amely egyben azt is jelenti, hogy a hőárak teljes mértékben költségtükrözőek. A felmerült költségek elismerésre kerülnek, a befektetők pedig az általuk elvárt profitot realizálhatják, amelyet a WACC értéke fejez ki. Ezzel szemben a mai magyar távhőárszabályozás ezen feltételeknek nem felel meg, hiszen csak több 10 milliárdos támogatás árán képes a távhőrendszer fenntartására, miközben a megújuló beruházók esetében nem ismeri el a magasabb kockázat miatti magasabb tőkehozamot.

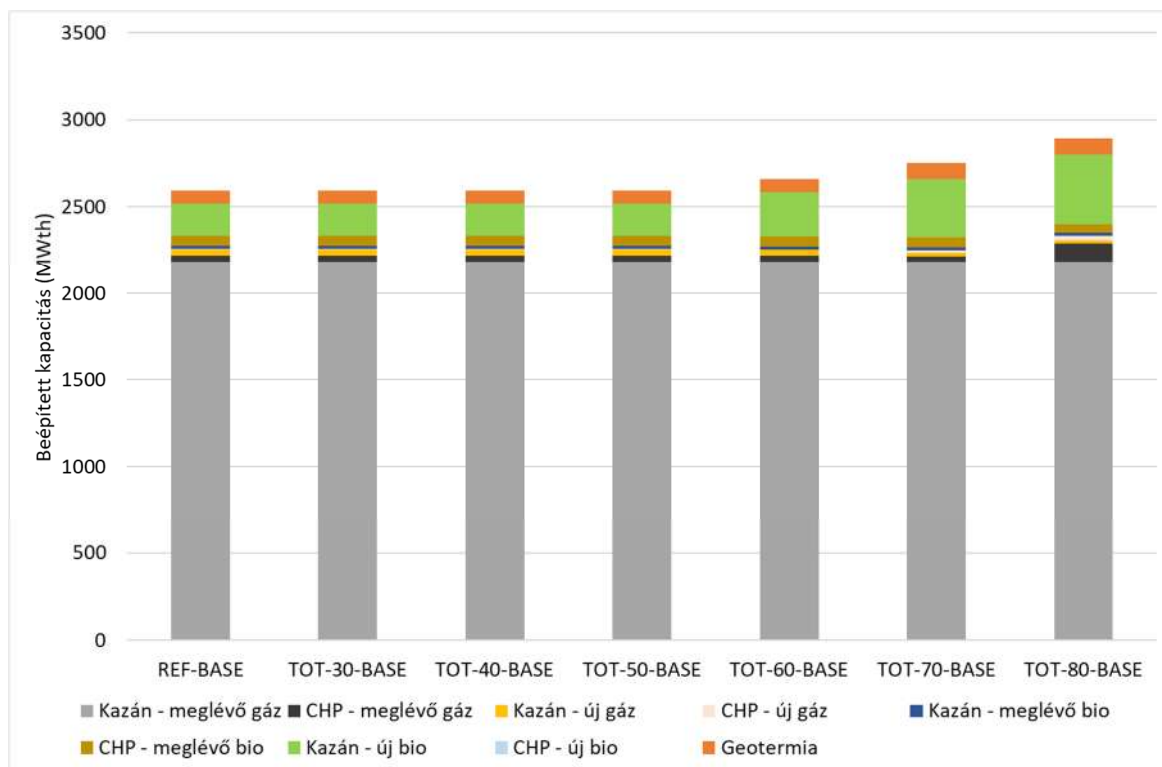
4.3.2. KÜLÖNBÖZŐ MEGÚJULÓ ÉS FOSSZILIS KAPCSOLT EGYÜTTES CÉLOK ELÉRÉSÉNEK VIZSGÁLATA

Az előzőekben azon eseteket vizsgáltuk, amely során különböző megújuló arányok elérését tűztük ki célként. A következőkben ezt a célt nem csupán a megújulóakra, hanem a megújulóakra és a fosszilis kapcsoltakra együttesen értelmezzük. Tehát például a 30%-os TOT (megújuló és fosszilis kapcsolt együttes cél) cél elérhető úgy is, hogy azt teljes mértékben földgáz alapú kapcsolt termelésből származik, és úgy is, hogy azt teljes mértékig megújulóknak adják, vagy bármilyen összetételben ezek kombinációja. Ez tehát egy „megengedőbb” forgatókönyv, hiszen a modell bővebb palettából választhatja ki, hogy melyik technológiák milyen kombinációjával érje el a kijelölt célokat.

18. ÁBRA AZ ALAPESET AGGREGÁLT TÜZELŐANYAG-ÖSSZETÉTELÉNEK ALAKULÁSA KÜLÖNBÖZŐ EGYÜTTES MEGÚJULÓENERGIA-FELHASZNÁLÁSI ÉS FOSSZILIS KAPCSOLT TERMELÉSI CÉLOK MELLETT, ILLETVE A HATÉKONY TÁVHŐRENDSZEREK SZÁMA, 2030-RA



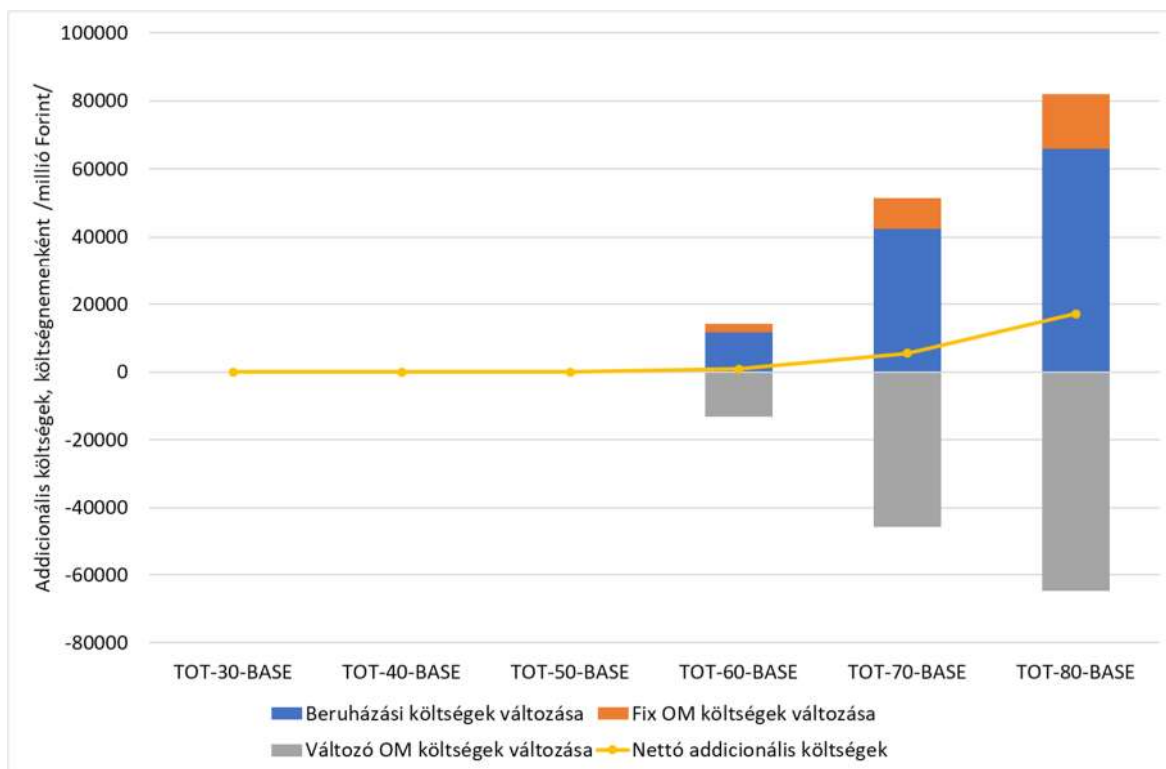
19. ÁBRA A BEÉPÍTETT TÁVHŐTERMELŐI KAPACITÁS MEGOSZLÁSA TECHNOLÓGIÁNKÉNT KÜLÖNBÖZŐ EGYÜTTES MEGÚJULÓENERGIA-FELHASZNÁLÁSI ÉS FOSSZILIS KAPCSOLT TERMELÉSI CÉLOK ESETÉBEN (2030)



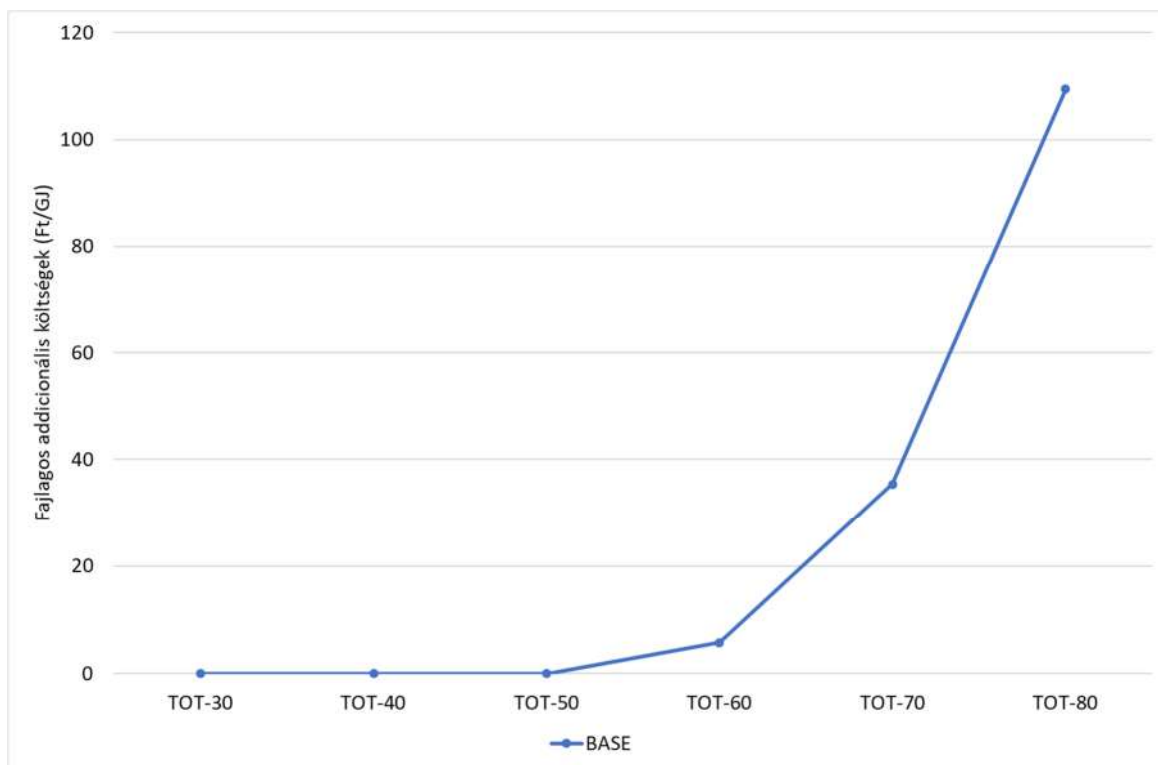
A fenti ábrákon látható, hogy 60%-os megújuló és kapcsolt arányig nem történik változás a tüzelőanyag-összetételben, amely annak köszönhető, hogy a referencia esetben is nagymértékű a megújulók, illetve a kapcsoltak elterjedése. Ezt követően kezd el csökkenni a földgáz kazánok termelése, amelyet részben biomassza-kazánok, részben geotermia vált ki, a 80%-os cél esetében pedig megjelennek új földgáz alapú kapcsolt távhőtermelő létesítmények is. Összehasonlításképp: amikor csak megújuló célt határoztunk meg 80%-os szinten, ott egy biomassza kapcsolt erőmű lépett be, míg ebben az esetben ezt egy földgáz alapú kapcsolttal „helyettesítettük”, közel 50 MW_{th} kapacitással. Jelentős különbség még a csak megújuló célokat kijelölt esetekkel szemben, hogy minden egyes cél esetén magasabb a meglévő kapcsolt földgáztüzelésű erőművek távhőtermelése.

Mivel a modellnek nagyobb mozgástere van arra vonatkozóan, hogy az együttes megújuló és kapcsolt földgáz alapú távhőtermelést milyen keverékben nyújtja, illetve a referencia esetben is jelentős mértékű a fosszilis kapcsoltak elterjedése, természetesen alacsonyabb addicionális költségek mellett érhetőek el különböző együttes célok. Látható, hogy 60%-os célnál jelentkezik először addicionális költség, de ennek mértéke elenyésző, nettó egyenlege alig néhány tízmillió forint. Még 80%-os cél esetében is mindössze 17,2 milliárd forint, szemben a csak megújulás esetében megfigyelt célokkal. Ha ezt a teljes fogyasztásra osztjuk el, akkor még ilyen magas cél esetében sem éri el a fajlagos támogatás mértéke a 110 Ft/GJ-t.

20. ÁBRA AZ ALAPESETBEN EGYÜTTES MEGÚJULÓENERGIA-FELHASZNÁLÁSI ÉS FOSSZILIS KAPCSOLT TERMELÉSI CÉLOK ADDICIONÁLIS ÖSSZKÖLTSÉGÉNEK MEGOSZTLÁSA A REFERENCIA ESETHEZ VISZONYÍTVA

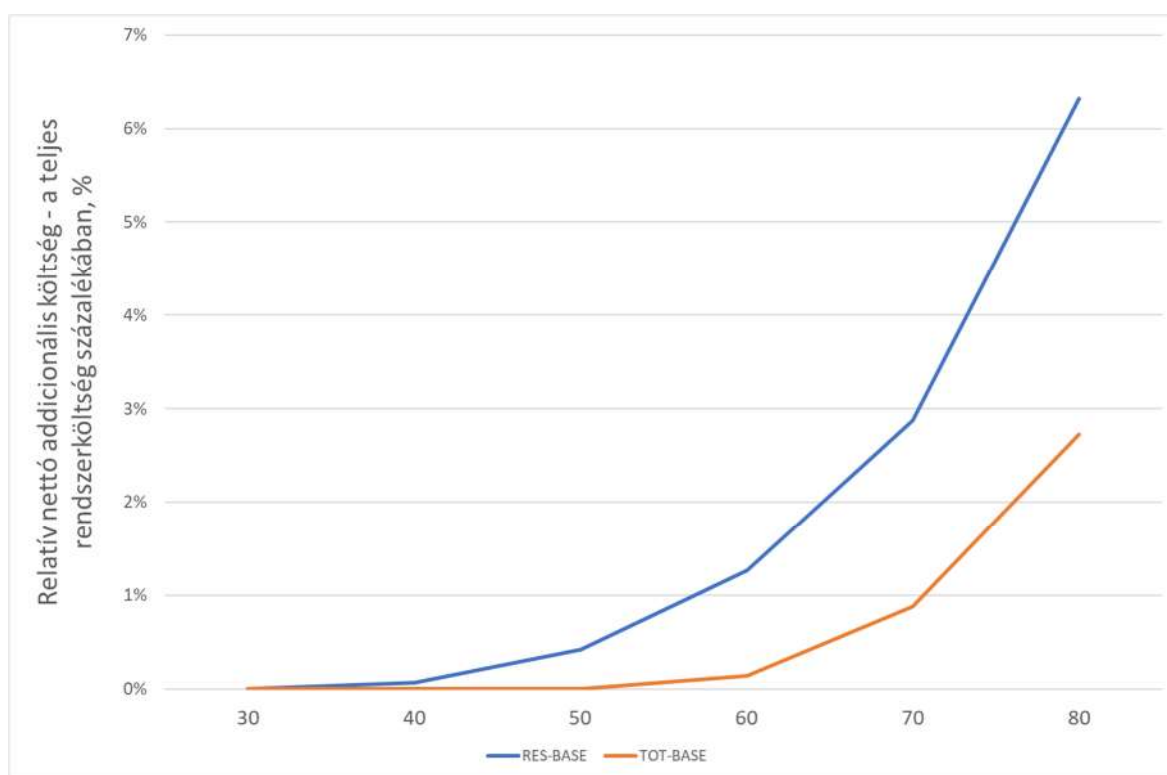


21. ÁBRA AZ ALAPESETBEN AZ EGYÜTTES MEGÚJULÓENERGIA-FELHASZNÁLÁSI ÉS FOSSZILIS KAPCSOLT TERMELÉSI CÉLOK ADDICIONÁLIS KÖLTSÉGÉNEK MEGOSZTLÁSA A REFERENCIA ESETHEZ VISZONYÍTVA



Az alapesetben a tisztán megújulóenergia-felhasználási célok, valamint az együttes megújulóenergia- és kapcsolt termelési célok addicionális költségének megoszlását viszonyítottuk a referencia esethez (lásd rendre 16. ábra és 20. ábra). Ugyanakkor az egyes célok eléréséhez szükséges nettó addicionális költségek relatív módon, a teljes rendszerköltséghez viszonyítva is megadhatók. Ezáltal százalékos formában kifejezhetővé válik az a nettó addicionális költség, amelyet a teljes rendszerköltség felett kell allokálni a célok eléréséhez. Szem előtt tartva, hogy az alapeset referencia Szenáriójában kapott teljes rendszerköltség a 2019-2030 közötti időszakra közel 618 milliárd Forintra adódik, a relatív nettó addicionális költségek a fentebb vizsgált két esetre a 22. ábra szerint alakultak.

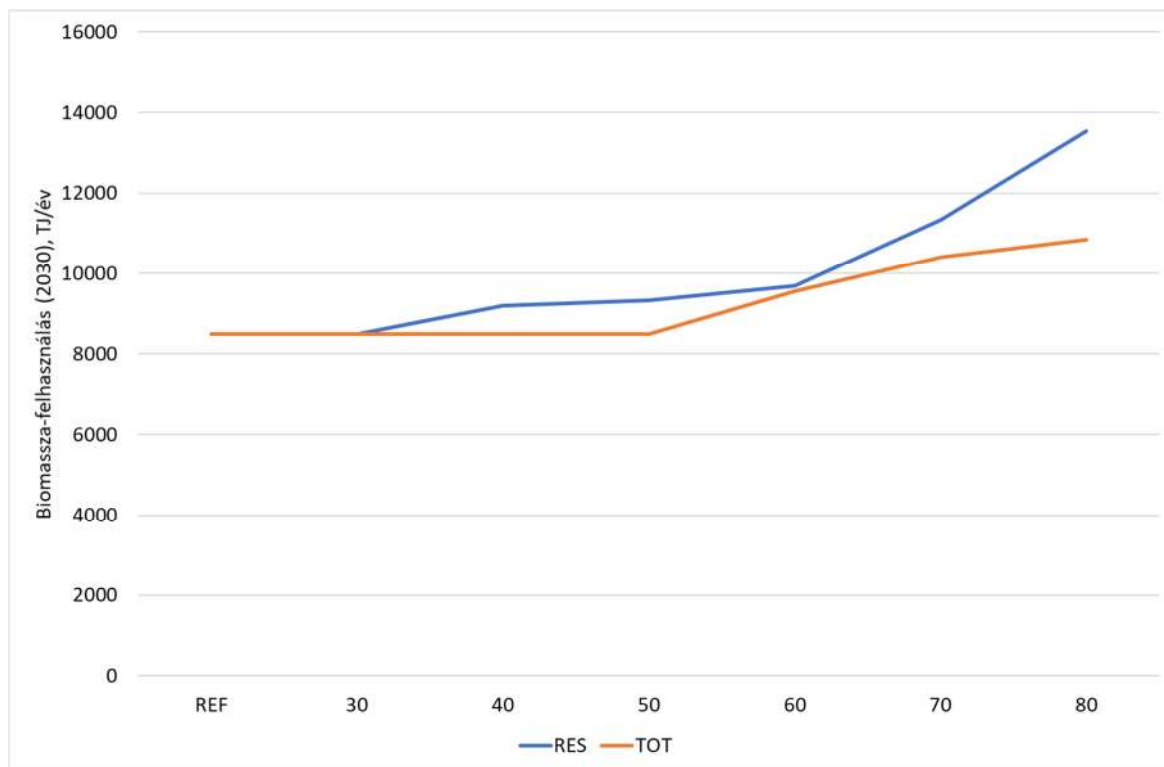
22. ÁBRA AZ ALAPESETBEN A MEGÚJULÓENERGIA-FELHASZNÁLÁSI CÉLOK (RES-BASE) ÉS AZ EGYÜTTEES MEGÚJULÓENERGIA-FELHASZNÁLÁSI ÉS FOSSZILIS KAPCSOLT TERMELÉSI CÉLOK (TOT-BASE) RELATÍV NETTÓ ADDICIONÁLIS KÖLTSÉGÉNEK MEGOSZLÁSA A REFERENCIA ESET TELJES RENDSZERKÖLTSÉGÉHEZ VISZONYÍTVA



4.3.3. BIOMASSZA-FELHASZNÁLÁS ALAKULÁSA

A tanulmány első részében részletesen elemeztük a tűzifapiac keresleti és kínálati oldalát, rámutattunk arra, hogy jelentős eltérés figyelhető meg a forrás és a felhasználás oldalon. Ezért is kulcsfontosságú annak bemutatása, hogy az egyes esetekben hogyan alakul a tűzifafelhasználás a vizsgált távhőközrzetekben. Az alábbi ábra összefoglalóan mutatja, hogy az alapesetben különböző megújuló, illetve megújuló és kapcsolt együttes célok esetében mekkora biomassza-felhasználással kalkulálhatunk.

23. ÁBRA A BIOMASSZAFELHASZNÁLÁS ALAKULÁSA 2030-BAN KÜLÖNBÖZŐ MEGÚJULÓ, ILLETVE MEGÚJULÓ ÉS KAPCSOLT EGYÜTTES CÉL ESETÉN, TJ



A fenti ábrán látható, hogy a referencia, cél nélküli esetben is a biomassza-felhasználás jelentős mértékű, megközelíti a 8,5 PJ-t. A megújuló célok növekedésével párhuzamosan jelentősen növekszik, 80%-os megújuló cél eléréshez közel 14 PJ-nyi tűzifafelhasználás adódik. A kapcsolt és megújuló célok esetében nem ilyen drasztikus a növekedés, 80%-os cél esetében a felhasználás 11 PJ környékén alakul. Érdekes ezen értékeket kontextusba helyezni. A tanulmány első részében bemutattuk, hogy a teljes hazai felhasználás 2018-ban a MEKH adatai szerint 90 PJ körül alakult, amelyből megközelítőleg 56 PJ-ot tett ki a háztartási tűzifafelhasználás, és 24 PJ-t az átalakítási szektor. Az eredményül kapott 8,5-14 PJ-nyi tűzifafelhasználás mintegy 50%-kal növelné meg a jelenlegi átalakítási ágazat biomassza-felhasználását. Ha ehhez hozzávesszük azt a tényt is, hogy forrásoldalon ezen tűzifa mennyiségnek csak a durván harmada jelenik meg, ezért kulcskérdés annak vizsgálata, hogy hosszú távon is fenntartható-e ilyen mértékű tűzifa-felhasználás növekedés.

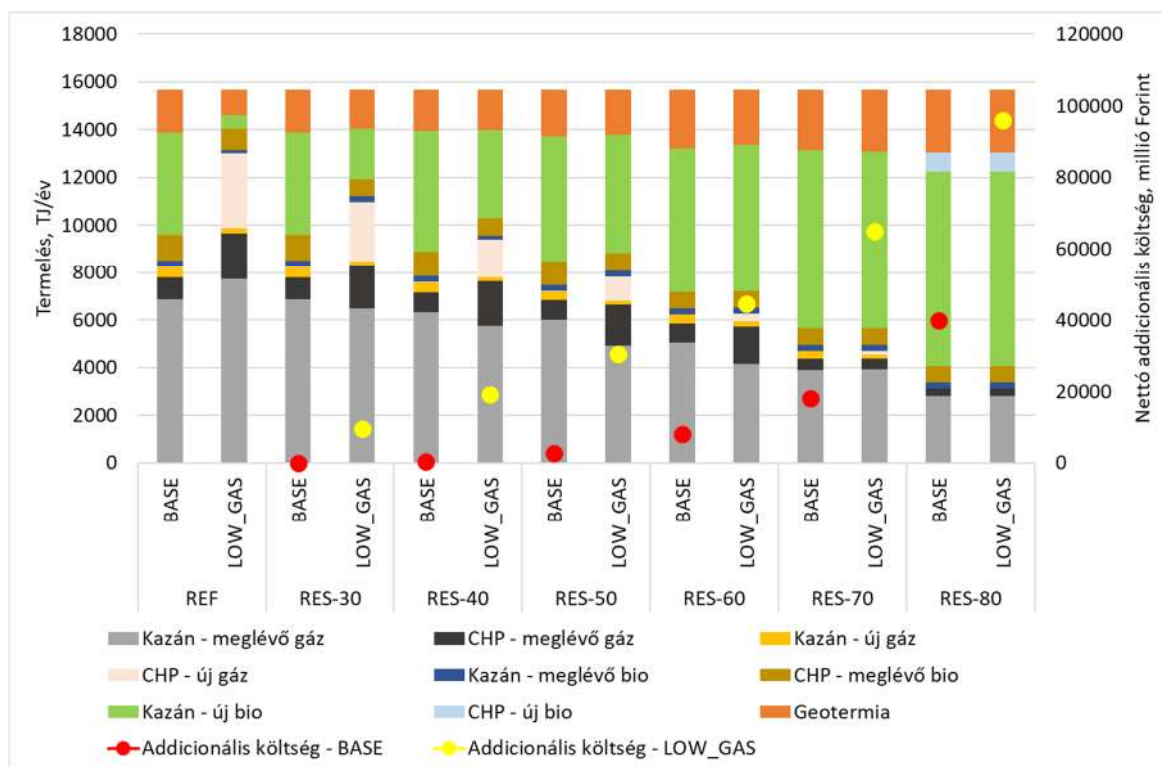
4.4. ÉRZÉKENYSÉGVIZSGÁLATOK EREDMÉNYEI

Az előző fejezetben bemutattuk, hogy milyen tényezőkre végeztünk érzékenységvizsgálatot. A következőkben először bemutatjuk egyenként ezek esetében a tüzelőanyag-összetételt, viszonyítva az alapesethez, majd ezt követően a négy érzékenységvizsgálat, illetve az alapforgatókönyv fajlagos támogatásigényét hasonlítjuk össze.

4.4.1. FÖLDGÁZÁR

A földgázár esetében olyan érzékenységvizsgálatot végeztünk, amely során a nagykereskedelmi földgáz-ár 4 €/MWh-val kisebb, mint az alapesetben. Az alábbi ábrán látható, hogy ennek jelentős hatása van, mind a tüzelőanyag-összetételre, mind pedig a nettó addicionális költségre. Ez utóbbi esetben a költségeket mindegyik esetben a saját referenciájához viszonyítottuk, azaz például a LOW_GAS RES-40 esetet a LOW_GAS_REF-hez viszonyítjuk.

24. ÁBRA AZ ALAPESET, ILLETVE AZ ALACSONY FÖLDGÁZÁR FORGATÓKÖNYV AGGREGÁLT TÜZELŐANYAG-ÖSSZETÉTELÉNEK ALAKULÁSA KÜLÖNBÖZŐ MEGÚJULÓENERGIA-FELHASZNÁLÁSI CÉLOK MELLETT, ILLETVE AZ ÉVES NETTÓ ADDICIONÁLIS KÖLTSÉG



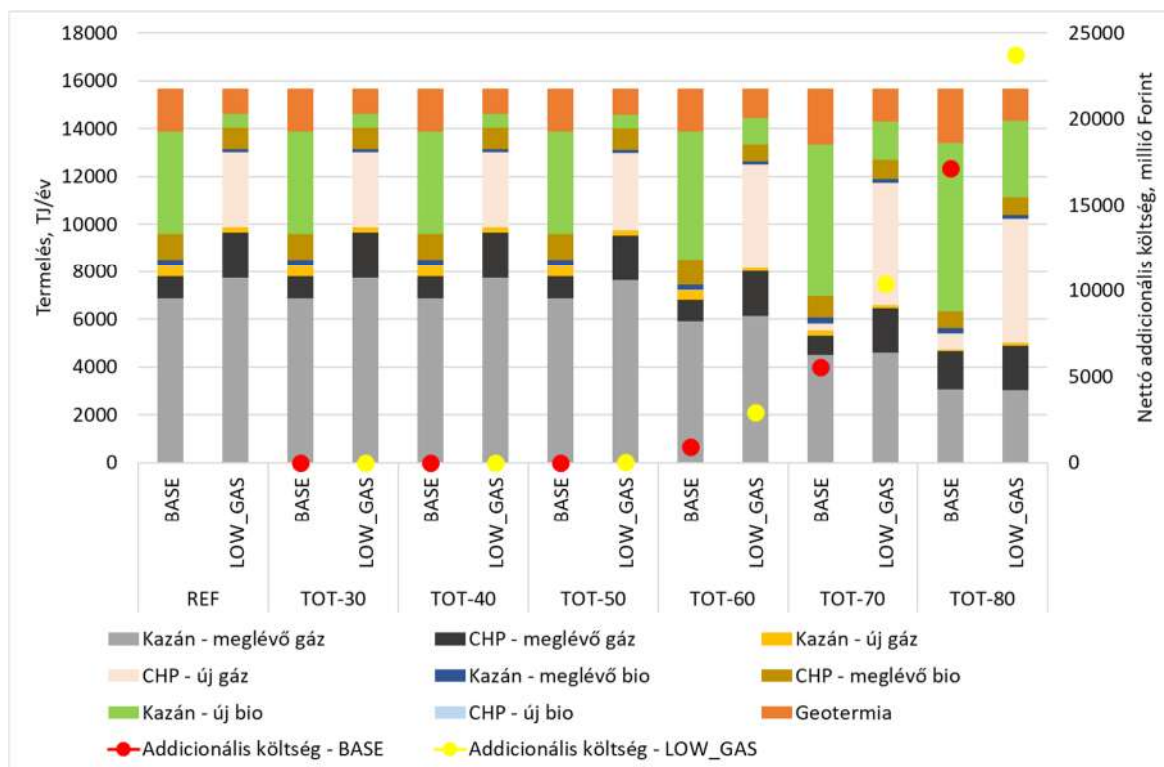
A referencia forgatókönyvek között is jelentős eltérés tapasztalható. Míg az alapesetben nagymértékű biomassza kazánok lépnek be a rendszerbe, addig az alacsony gázár forgatókönyvben ezek elterjedése sokkal visszafogottabb. Hasonlóan a geotermia is közel 0,7 PJ-al kisebb termeléssel jelenik meg a rendszerben. Így összességében a megújuló arány 17%-os az alacsony földgázár forgatókönyvben. Köszönhetően az alacsony földgázárnak, és a változatlan villamosenergia-árnak a kapcsolt erőművek előnybe kerülnek, és jelentős mennyiségű új kapacitás épül ki, amelynek teljes hőtermelése meghaladja a 3 PJ-t, amely a teljes vizsgált távhőtermelés közel 20%-a.

A korábbiakban láthattuk, hogy az alapesetben 50%-os megújuló arányig nem merül fel addicionális költség, mivel az mindenféle támogatás nélkül is elérhető, a szabályozás megfelelő átalakításával. Ezzel szemben alacsony gázár mellett már a 30%-os megújuló arány sem érhető el támogatás nélkül. Számításaink szerint ennek 9,6 milliárd forintos költségigénye van. 70%-os megújuló arány fölött már az alapesetben és az alacsony földgázár forgatókönyvben is hasonló tüzelőanyag-összetételt tapasztalunk, viszont a támogatásigény sokkal jelentősebb, hiszen az alternatívának (földgáz kazán vagy kapcsolt erőmű) a termelési önköltsége lecsökkent.

A támogatási igények tekintetében azonban jelentős az eltérés, 70%-os megújuló arány esetében az alacsony földgázár forgatókönyvben a támogatásigény 65 milliárd forintra megy fel, míg 80%-os cél esetében ez meghaladja a 96 milliárd forintot.

Ha a célokat együttesen a megújulókra, illetve a fosszilis kapcsoltakra vizsgáljuk, akkor eléggé különböző képet kapunk, amelynek az eredményeit az alábbi ábra foglalja össze.

25. ÁBRA AZ ALAPESET, ILLETVE AZ ALACSONY FÖLDGÁZÁR FORGATÓKÖNYV AGGREGÁLT TÜZELŐANYAG-ÖSSZETÉTELÉNEK ALAKULÁSA AZ EGYÜTTES MEGÚJULÓENERGIA-FELHASZNÁLÁSI ÉS FOSSZILIS KAPCSOLT TERMELÉSI CÉLOK MELLETT, ILLETVE AZ ÉVES NETTÓ ADDICIONÁLIS KÖLTSÉG



Látható, hogy itt minden egyes vizsgált esetpárnál jelentősen eltér a tüzelőanyag-összetétel, viszont a költségek is lényegesen alacsonyabb szinten mozognak. Az alacsony földgázár forgatókönyvben a célok növekedésével egyre nagyobb szerep hárul a kapcsolt földgáz alapú távhőtermelésre. 80%-os cél esetében a teljes távhőtermelés közel kétharmadát a kapcsolt földgáz bázisú távhőtermelő létesítmények adják, és a másik 34,6%-át a megújulók, amelyek 75%-a biomassza kazán és 25%-os a részesedése a geotermiának.

Korábban már említettük, hogy az addicionális költségek összehasonlításakor mindig a saját referencia esetéhez viszonyítunk, így jöhet ki az az eredmény, hogy az alacsony földgázár forgatókönyvben magasabb az addicionális költségigény, mint az alapesetben (BASE), bár nem látunk olyan jelentős különbséget, mintha csak megújulókra vonatkoztatnánk az elérendő célt. Az alacsony földgázár forgatókönyv esetében a nettó addicionális költség 80 %-os cél esetében sem haladja meg a 24 milliárd forintot.

4.4.2. KEDVEZŐ KÖRNYEZET A GEOTERMIKUS TÁVHŐTERMELŐKNEK

A geotermikus távhőtermelő létesítmények szempontjából kulcsfontosságú, hogy milyen a távhőrendszer visszatérő hőmérséklete. Ez részben függ az épületek szigeteltségétől, illetve egyéb más olyan tényezőtől, amelyekre csak viszonylag kis ráhatása van egy geotermikus beruházónak. Ugyanakkor ezen tényezők megváltoztatása nem csak azért lehet fontos, mert a távhőrendszer képes lesz nagyobb mértékben geotermikus energiát befogadni, hanem egyéb, jelentős járulékos hasznai is vannak. Ebből a szempontból a geotermikus beruházásoknak ez egy külső adottság, azokra kevés ráhatásuk van. Ezek miatt végzünk egy olyan érzékenységvizsgálatot, amikor feltételezzük, hogy a geotermikus energiaforrások felhasználása szempontjából kedvezően alakul a külső környezet. Ez a modellezés során a következőképpen tettük meg. Csökkentettük egyrészt a projektek fajlagos beruházási költségét, másrészt pedig a diszkontrátát is. Az alábbi táblázat összefoglalóan mutatja be, hogy az alapesetben az egyes távhőkörzetekben milyen fajlagos beruházási költségekkel, illetve diszkontarával számoltunk, és ez hogyan változtattuk meg az érzékenységvizsgálat során. A táblázatban csak azon távhőkörzeteket tüntettük fel, amelyek esetében a geotermia elérhető erőforrás a távhőrendszer számára a szakértői interjúk alapján.

21. TÁBLÁZAT: ALAPESETBEN ÉS A MAGAS GEOPOTENCIÁL FORGATÓKÖNYVBEN A FAJLAGOS BERUHÁZÁSI KÖLTSÉG, ILLETVE AZ ALKALMAZOTT DISZKONTRÁTA

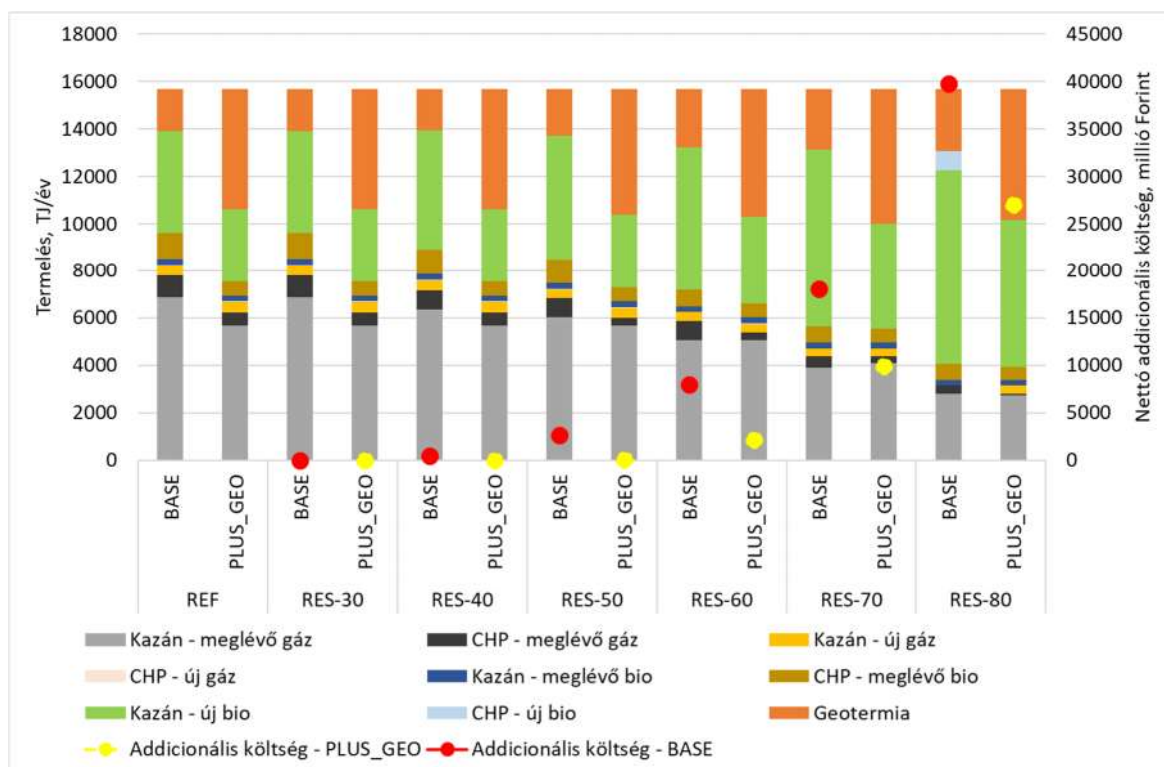
	Beruházási költség, Mft/MW		Diszkontráta, %	
	Alapeset	Magas geopotenciál	Alapeset	Magas geopotenciál
Csepel-Pesterzsébet hőkörizet (Budapest)	700	350	10.04%	9.04%
Észak-Pest (Budapest)	700	350	10.04%	9.04%
Újpalota (Budapest)	700	350	10.04%	9.04%
Kispest-Kőbánya hőkörizet (Budapest)	350	350	10.04%	9.04%
Füredi úti FM hőkörizet (Budapest)	350	350	10.04%	9.04%
Rákoskeresztúri hőkörizet (Budapest)	350	350	10.04%	9.04%
Városi távhőrendszer (Debrecen)	700	350	9.04%	8.04%
Diósgyőri távhőrendszer (Miskolc)	875	875	10.04%	9.04%
Kaposvári távhőrendszer (Kaposvár)	700	350	10.04%	9.04%
Egyesített rendszer (Kecskemét)	700	350	9.04%	8.04%
Városi távhőrendszer (Nyíregyháza)	700	350	9.04%	8.04%
Északi városrész 1b távhőrendszer (Szeged)	700	700	9.04%	8.04%
Tarján 3, Tarján 8, Felsőváros 1 rendszer (Szeged)	700	700	9.04%	8.04%
Rókusi rendszer (Szeged)	583	583	9.04%	8.04%
Vízöntő úti rendszer (Szombathely)	700	350	9.04%	8.04%

A magas geotermikus potenciális forgatókönyv esetében a referencia esetben is jelentős eltérés mutatkozik. Az alapesethez képest közel háromszorosára növekszik a geotermikus alapú távhőtermelés, így már a támogatás nélküli forgatókönyvben is közel 30%-os a geotermia részesedése a teljes távhőtermelésen belül. A geotermia elsősorban a biomassza kazánokat „szorítja” ki, de kisebb mértékben a földgáz alapú távhőtermelés is csökken. A megújuló célok növekedésével azonban már számottevően nem növekszik a geotermia termelése, azaz a gazdasági potenciálját már a támogatás nélküli esetben eléri. 80%-os megújuló cél esetén az alapesethez képest lényegesen nagyobb a geotermia aránya, a biomassza felhasználás így viszont alacsonyabb szintre kerül, de még ekkor is a részesedése a teljes távhőtermelésen belül eléri a 45%-ot, míg a geotermia részesedése 35%-os.

A költségeket tekintve azt mondhatjuk, hogy a kedvező környezet a költségekre is pozitívan hat, a teljes addicionális költség 80%-os megújuló arány esetében is mindössze 27 milliárd forint.

Az elvégzett vizsgálatnak egy nagyon fontos üzenetértéke van. Ha oly módon alakítjuk át a távhőrendszereket, hogy azok képesek legyenek kisebb hőmérsékletszinten üzemelni, akkor a távhőtermelésben meghatározó szerephez juthat a geotermia, amely ilyen körülmények között az egyik legolcsóbb, ráadásul minimális környezeti hatással bíró megújuló energiaforrás.

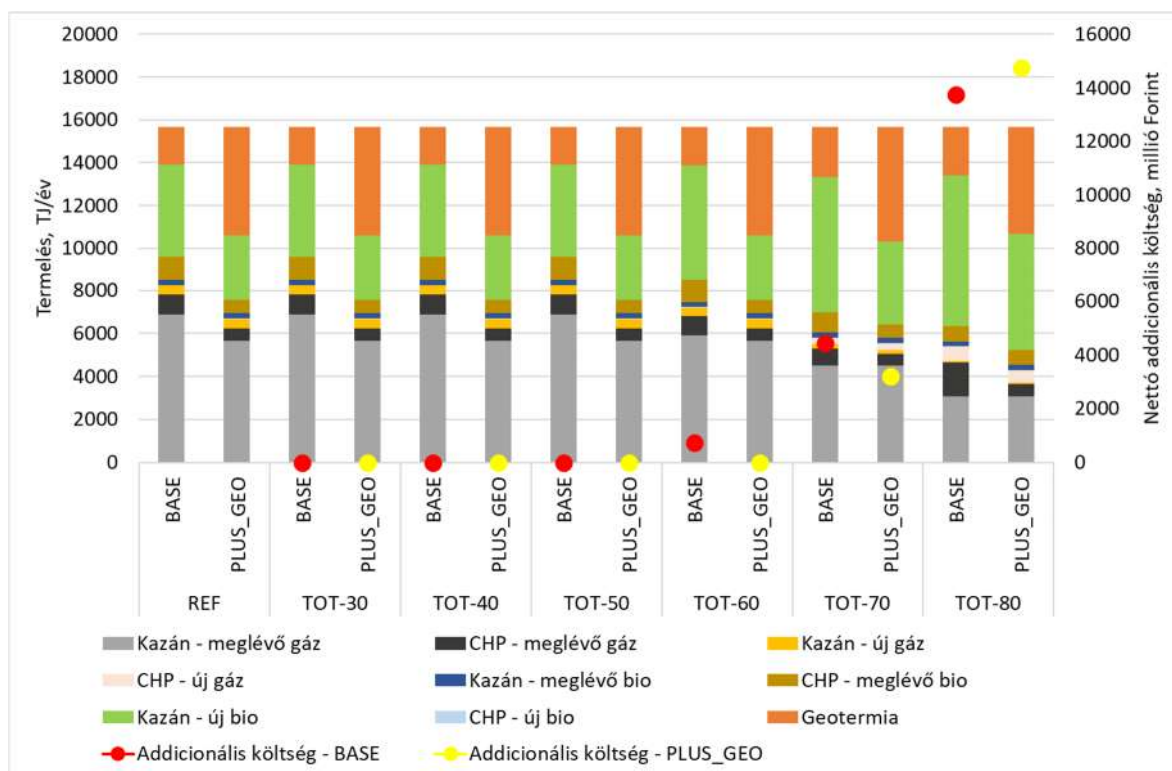
26. ÁBRA AZ ALAPESET, ILLETVE A MAGAS GEOTERMIKUS POTENCIÁL FORGATÓKÖNYV AGGREGÁLT TÜZELŐANYAG-ÖSSZETÉTELÉNEK ALAKULÁSA KÜLÖNBÖZŐ MEGÚJULÓENERGIA-FELHASZNÁLÁSI CÉLOK MELLETT, ILLETVE AZ ÉVES NETTÓ ADDICIONÁLIS KÖLTSÉG



Ha a fosszilis kapcsolt és a megújuló célokat együttesen lehet teljesíteni, akkor a költségek alatta maradnak az alapesethez képest. A tüzelőanyag-összetétel esetén az egyetlen lényeges különbség, hogy a biomassza kazánokat, illetve a kapcsolt biomassza erőműveket részben geotermikus távhőtermelésre cseréljük.

27. ÁBRA AZ ALAPESET, ILLETVE A MAGAS GEOTERMIKUS POTENCIÁL FORGATÓKÖNYV AGGREGÁLT TÜZELŐANYAG-ÖSSZETÉTELÉNEK ALAKULÁSA AZ EGYÜTTES

MEGÚJULÓENERGIA-FELHASZNÁLÁSI ÉS FOSSZILIS KAPCSOLT TERMELÉSI CÉLOK MELLETT, ILLETVE AZ ÉVES NETTÓ ADDICIONÁLIS KÖLTSÉG



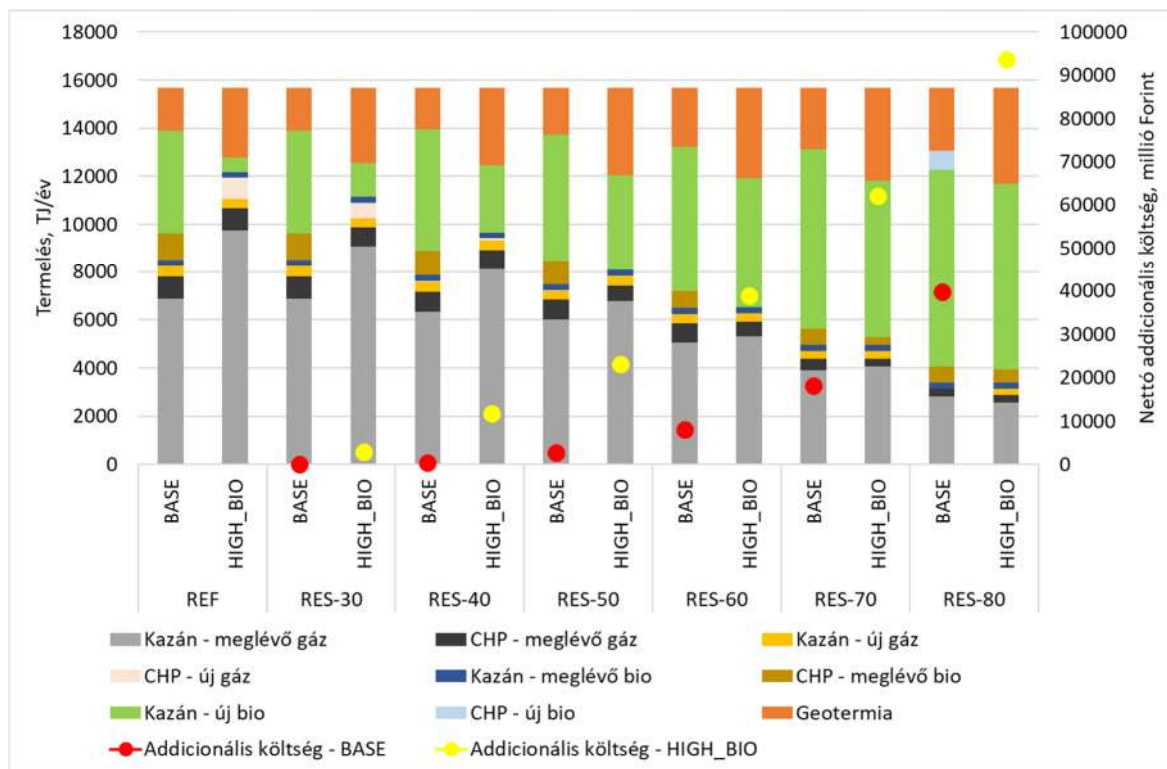
4.4.3. MAGAS BIOMASSZA ÁR

Az előzőekből is látható, hogy szinte mindegyik forgatókönyv esetében a biomassza alapú távhőtermelés kulcsfontossággal bír a megújuló célok teljesítésében. Ezért kétféle érzékenységi vizsgálatot is végeztünk a biomassza árára vonatkozóan. Egyrészt az alapesetben képest alacsonyabb, 1500 Ft/GJ-os tüzelőanyag-árral kalkulálva, másrészt pedig egy magas biomassza-árral számolva. Ez utóbbi esetben 2300 Ft/GJ-os tűzifa-árral számszerűsítettük a hatásokat. A következőkben bemutatjuk, hogy milyen eredményekre vezet a magas biomassza ár.

Az alapesetben is már jelentős változásokat tapasztalhatunk. Míg az alapesetben a biomassza alapú távhőtermelés 36% körül mozgott, addig a magas biomassza ár esetén ez 5,4%-ra csökken le. A termelés háromnegyedét a földgáz alapú távhőtermelés adja, viszont a geotermikus hőtermelés több, mint 1 PJ-lal növekszik az alapesetben képest. A megújuló célok emelkedésével párhuzamosan ugyanakkor nagymértékben növekszik a biomassza-felhasználás még a magas biomassza-ár forgatókönyvben is. 80%-os megújuló cél esetében a biomassza adja ezen forgatókönyv esetében a teljes távhőtermelés 54%-át, míg a maradékot a geotermikus távhőtermelő létesítmények.

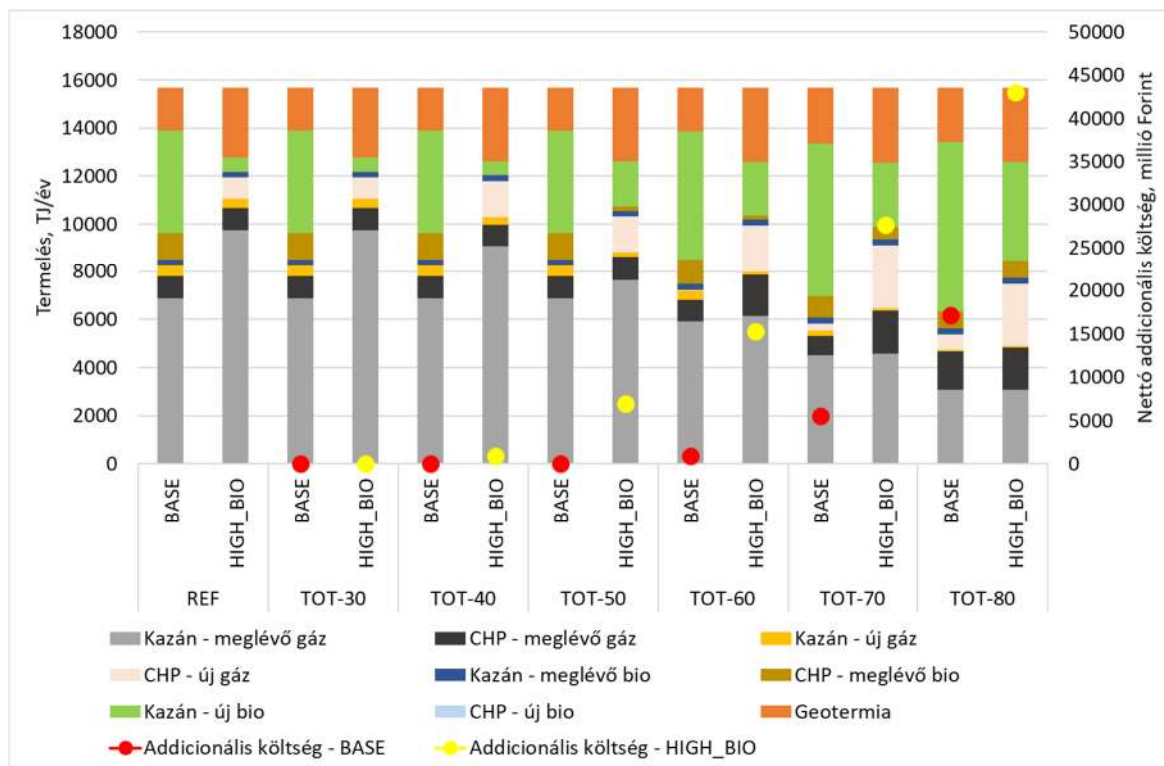
A költségeket vizsgálva elmondható, hogy már a 30%-os megújuló cél esetében is szükséges támogatás, annak érdekében, hogy a megújuló célok teljesíthetővé váljanak, habár ennek mértéke ezen cél esetében még nagyon alacsony, 2,8 milliárd forint. Ugyanakkor 80%-os megújuló cél esetén ez megnövekszik 93 milliárd forintra, amely mintegy 54 milliárd forinttal magasabb, mint az alapesetben a megújuló célok addicionális költsége.

28. ÁBRA AZ ALAPESET, ILLETVE A MAGAS BIOMASSZA-ÁR POTENCIÁL FORGATÓKÖNYV AGGREGÁLT TÜZELŐANYAG-ÖSSZETÉTELÉNEK ALAKULÁSA KÜLÖNBÖZŐ MEGÚJULÓENERGIA-FELHASZNÁLÁSI CÉLOK MELLETT, ILLETVE AZ ÉVES NETTÓ ADDICIONÁLIS KÖLTSÉG



Amennyiben együttes célt határozzunk meg a megújulóknak és a fosszilis kapcsolt erőműveknek a távhőtermelésen belül, akkor az alapesethez képest szignifikáns változásokat tapasztalhatunk. A kapcsolt fosszilis termelés aránya lényegesen nagyobb mértékű, mint az alapesetben a 80%-os célt vizsgálva. Míg az utóbbi forgatókönyv esetében a kapcsolt gázos erőművek adják a távhőtermelés 14,3%-át, a magas biomassza-ár esetében ez megnövekszik 27,6%-ra. A kapcsolt földgáz alapú termelés mellett a geotermikus távhőtermelés is magasabb az alapesethez viszonyítva, 80%-os együttes cél esetén meghaladja a 3 PJ-t.

29. ÁBRA AZ ALAPESET, ILLETVE A MAGAS BIOMASSZA-ÁR FORGATÓKÖNYV AGGREGÁLT TÜZELŐANYAG-ÖSSZETÉTELÉNEK ALAKULÁSA AZ EGYÜTTES MEGÚJULÓENERGIA-FELHASZNÁLÁSI ÉS FOSSZILIS KAPCSOLT TERMELÉSI CÉLOK MELLETT, ILLETVE AZ ÉVES NETTÓ ADDICIONÁLIS KÖLTSÉG

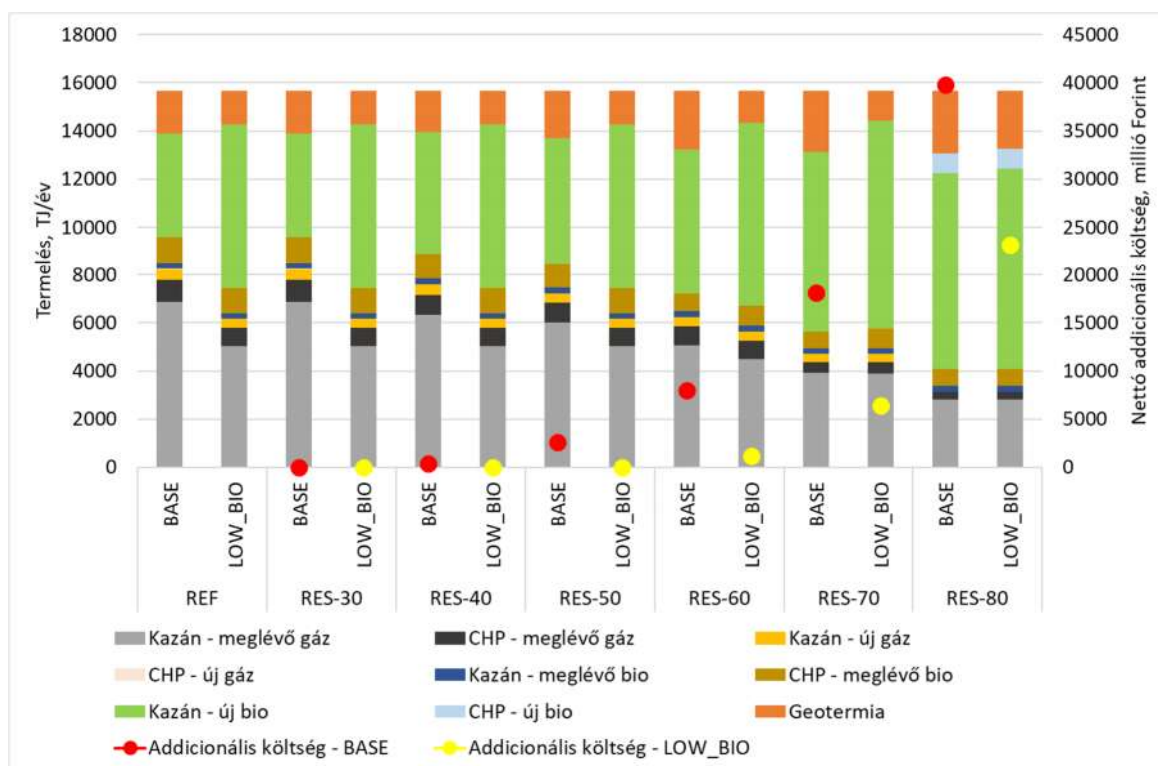


4.4.4. ALACSONY BIOMASSZA ÁR

Az alacsony biomassza-ár forgatókönyvnél 1500 Ft/GJ-os ár mellett vizsgáltuk az eredményeket. Ez az árszint megegyezik a néhány évvel ezelőtti árral, ezért egyáltalán nem tekinthető egy extrém forgatókönyvnek. Az érzékenységvizsgálatok közül itt láthatunk a legkisebb eltérést a tüzelőanyag-összetételben. A megújuló cél nélküli esetben erőteljesebb a biomassza kazánok elterjedése, amellyel elsősorban a geotermikus létesítményeket szorítják ki a rendszerből. Hasonló folyamatot láthatunk a megújuló célok emelkedésével is, 80%-os megújuló cél esetén az egyetlen lényegi különbség a tüzelőanya-összetételben, hogy 0,4 PJ-lal csökken a geotermikus alapú távhőtermelés, amelyet döntő részben biomassza kapcsolt erőmű helyettesít. Ugyanakkor még ilyen magas cél esetében is a biomassza kazánok a meghatározóak, a kapcsolt biomassza erőművek csak kismértékű elterjedésére lehet számítani,

Alacsony biomassza ár esetében kisebb költségek mellett érhetőek el a magas megújuló célok. 60%-os megújuló szint mindössze 1 milliárd Forint támogatás mellett megvalósítható, ha megfelelő piaci ösztönzőket vezetünk be, és a 80%-os cél is elérhető 23 milliárd forintos ösztámogatással.

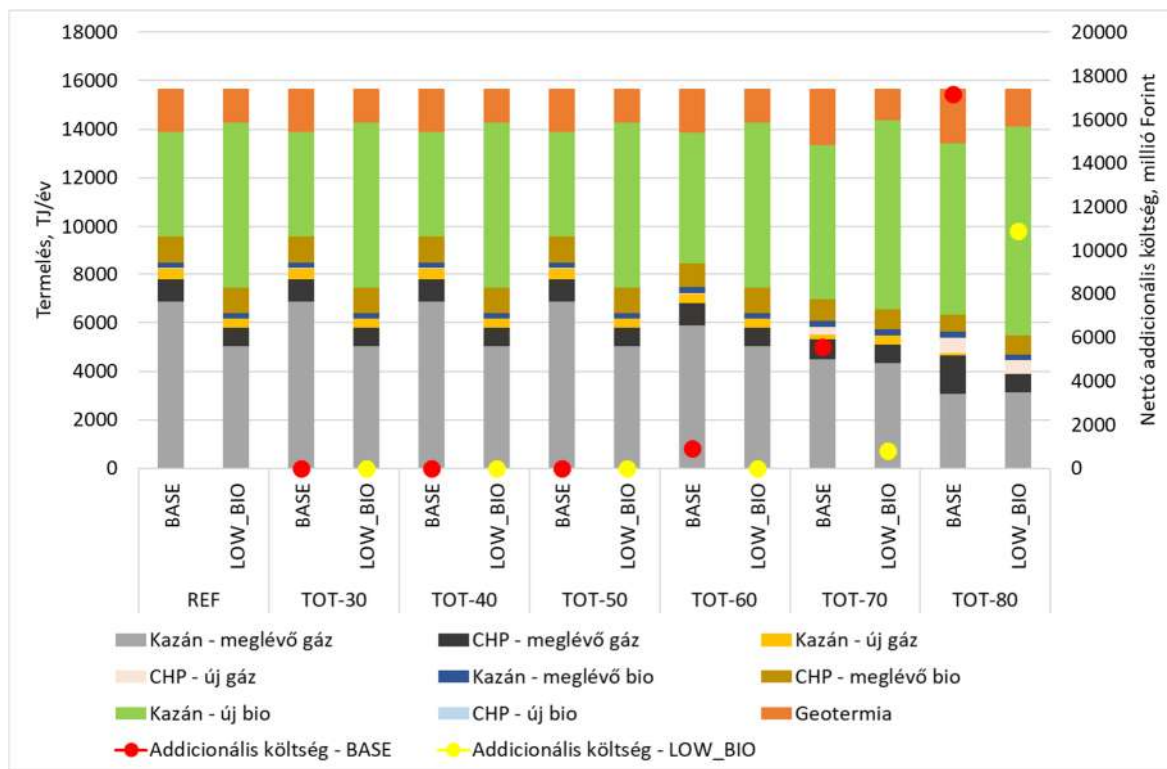
30. ÁBRA AZ ALAPESET, ILLETVE AZ ALACSONY BIOMASSZ-ÁR FORGATÓKÖNYV AGGREGÁLT TÜZELŐANYAG-ÖSSZETÉTELÉNEK ALAKULÁSA KÜLÖNBÖZŐ MEGÚJULÓENERGIA-FELHASZNÁLÁSI CÉLOK MELLETT, ILLETVE AZ ÉVES NETTÓ ADDICIONÁLIS KÖLTSÉG



Az együttes célok vizsgálata esetében az alapesethez képest is csak kis különbséget látunk, ha a biomassa ár alacsony szinten alakul. Alapvetően egy fő változást láthatunk függetlenül attól, hogy van-e együttes cél meghatározva vagy sem, nevezetesen, hogy a geotermikus távhőtermelés aránya csökken, és megközelítőleg ennyivel növekszik a biomassa alapú távhőtermelés. Az addicionális költségekre jótékony hatása van az alacsony biomassa áraknak, 80%-os együttes cél elérése 11 milliárd forint addicionális költséggel érhető el, szemben az alapesetben megfigyelhető közel 17 milliárd forinttal.

31. ÁBRA AZ ALAPESET, ILLETVE AZ ALACSONY BIOMASSZA-ÁR FORGATÓKÖNYV AGGREGÁLT TÜZELŐANYAG-ÖSSZETÉTELÉNEK ALAKULÁSA AZ EGYÜTTES

MEGÚJULÓENERGIA-FELHASZNÁLÁSI ÉS FOSSZILIS KAPCSOLT TERMELÉSI CÉLOK MELLETT, ILLETVE AZ ÉVES NETTÓ ADDICIONÁLIS KÖLTSÉG



4.4.5. MEGHOSSZABBÍTOTT KAPCSOLT TERMELÉS

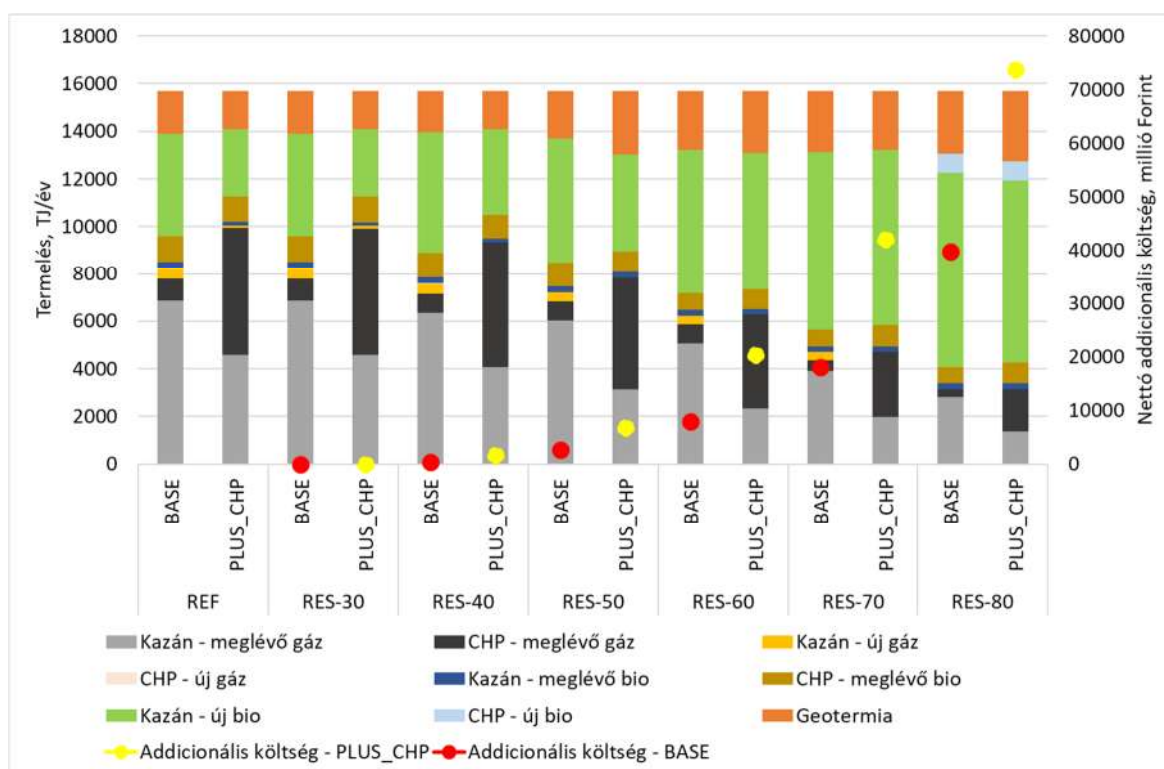
Amíg az alacsony földgázár forgatókönyv esetében azt teszteltük, hogy a változó költségek hogyan hatnak az eredményekre, addig a kapcsolt termelői kapacitások meghosszabbított élettartamának vizsgálatakor a kapcsolt földgáz-tüzelésű üzemek beruházási költségeit tekintettük „elsüllyedtnek”, vagyis azt feltételeztük, hogy ezen termelőknek nincs szükségük felújításra a vizsgált időhorizonton belül.

A meghosszabbított kapcsolt termelés forgatókönyv alapesetét figyelembe véve azt láthatjuk, hogy a meglévő kapcsolt biomassza erőművek mellett – a referencia forgatókönyvhöz képest – kisebb mértékben jelennek meg a geotermikus és új kazán biomassza erőművek. A megújuló erőforráson alapuló termelés mintegy 36%-ban elégíti ki a teljes 2030-as 15,7 PJ keresletet, melynek 28%-át a geotermikus, a fennmaradó részt pedig biomassza erőművek adják.

A referencia forgatókönyvhöz képest ugyanakkor a meglévő kapcsolt gáztüzelésű erőművek termelése hatszorosára növekszik, 0,9 PJ-ről 5,3 PJ-ra. Így ezen erőművek több mint az egy-harmadát adják a teljes keresletnek. Ez részben annak köszönhető, hogy a biomassza alapú termelés 5,6 PJ-ről 4 PJ-ra csökken, amíg a geotermikus termelők termelése 0,2 PJ-jal lesz kevesebb a referencia forgatókönyv alapesetéhez viszonyítva. Figyelemreméltó ugyanakkor, hogy a kapcsolt gáztüzelésű erőművek nem kizárólag a megújuló energiaforrásokat hasznosító erőművekkel szemben válik versenyképesebbé, hanem a meglévő és új gáztüzelésű kazánokkal szemben is – termelésük 2,6 PJ-al csökken a referencia forgatókönyv azonos esetéhez képest.

Ugyanakkor a pusztán megújulóenergiafelhasználási célok elérése a meghosszabbított kapcsolt termelés forgatókönyvben költségesebbé válik, hiszen a használdozati költség növekszik, ahogy az elérhető „alternatív” technológia⁴³ költsége csökken. Amíg a 40%-os megújulóenergia-felhasználási cél elérése 1,6 milliárd Forint, addig ez a nettó addicionális költség 73,8 milliárd Forintra növekszik a 80%-os megújulóenergia-felhasználási cél esetében, szemben a referencia forgatókönyv azonos scenáriójában tapasztalt 39,8 milliárd Forinttal.

32. ÁBRA AZ ALAPESET, ILLETVE A MEGHOSSZABBÍTOTT KAPCSOLT TERMELÉS FORGATÓKÖNYV AGGREGÁLT TÜZELŐANYAG-ÖSSZETÉTELÉNEK ALAKULÁSA KÜLÖNBÖZŐ MEGÚJULÓENERGIA-FELHASZNÁLÁSI CÉLOK MELLETT, ILLETVE AZ ÉVES NETTÓ ADDICIONÁLIS KÖLTSÉG

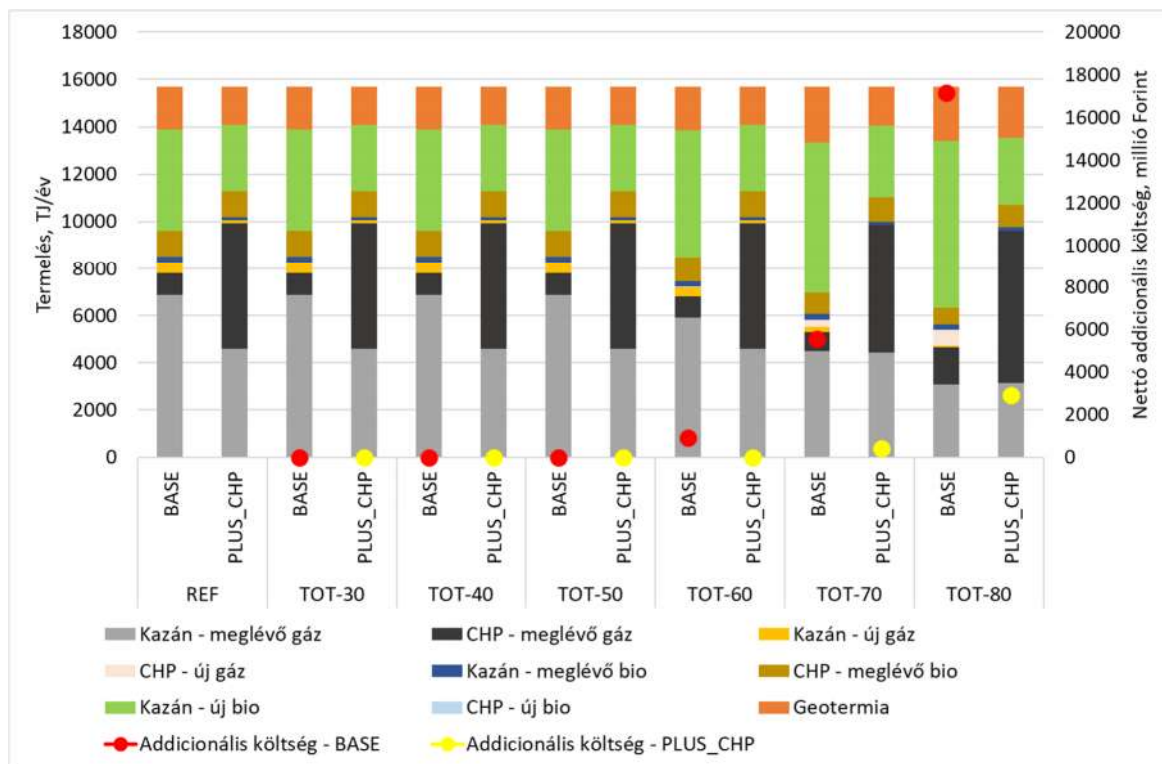


Az együttes célok vizsgálata esetében láthatjuk, hogy a meglévő kapcsolt gáztüzelésű erőművek teljes termelésből történő részesedése szignifikáns; amíg az alapesetben ezen erőművek adták a 2030-as teljes termelés 34%-át, ez az arány a 80%-os együttes célok esetében 41% fölé nő. Emellett ebben a scenárióban a geotermikus termelés növekszik közel 0,6 PJ-al az alapesethez képest, míg a biomassza alapú termelés konstans a meghosszabbított kapcsolt termelés forgatókönyv összes együttes célok vizsgálatainak esetében.

Lévé a meglévő kapcsolt gáztüzelésű erőművek beruházási költségét nem vettük figyelembe, és mivel az alapesetben is közel 70%-os együttes cél teljesül, így csak a 70%-os és a 80%-os esetekben keletkezik nettó addicionális költség, melynek mértéke a két említett scenárióban rendre 0,4 és 2,9 milliárd Forint.

⁴³ Ebben az esetben az elérhető „legjobb” – e.g. legolcsóbb – technológia az elsüllyedt költséggel rendelkező, már meglévő kapcsolt gáztüzelésű erőművek.

33. ÁBRA AZ ALAPESET, ILLETVE A MEGHOSSZABÍTOTT KAPCSOLT TERMELÉS FORGATÓKÖNYV AGGREGÁLT TÜZELŐANYAG-ÖSSZETÉTELÉNEK ALAKULÁSA AZ EGYÜTTES MEGÚJULÓENERGIA-FELHASZNÁLÁSI ÉS FOSSZILIS KAPCSOLT TERMELÉSI CÉLOK MELLETT, ILLETVE AZ ÉVES NETTÓ ADDICIONÁLIS KÖLTSÉG

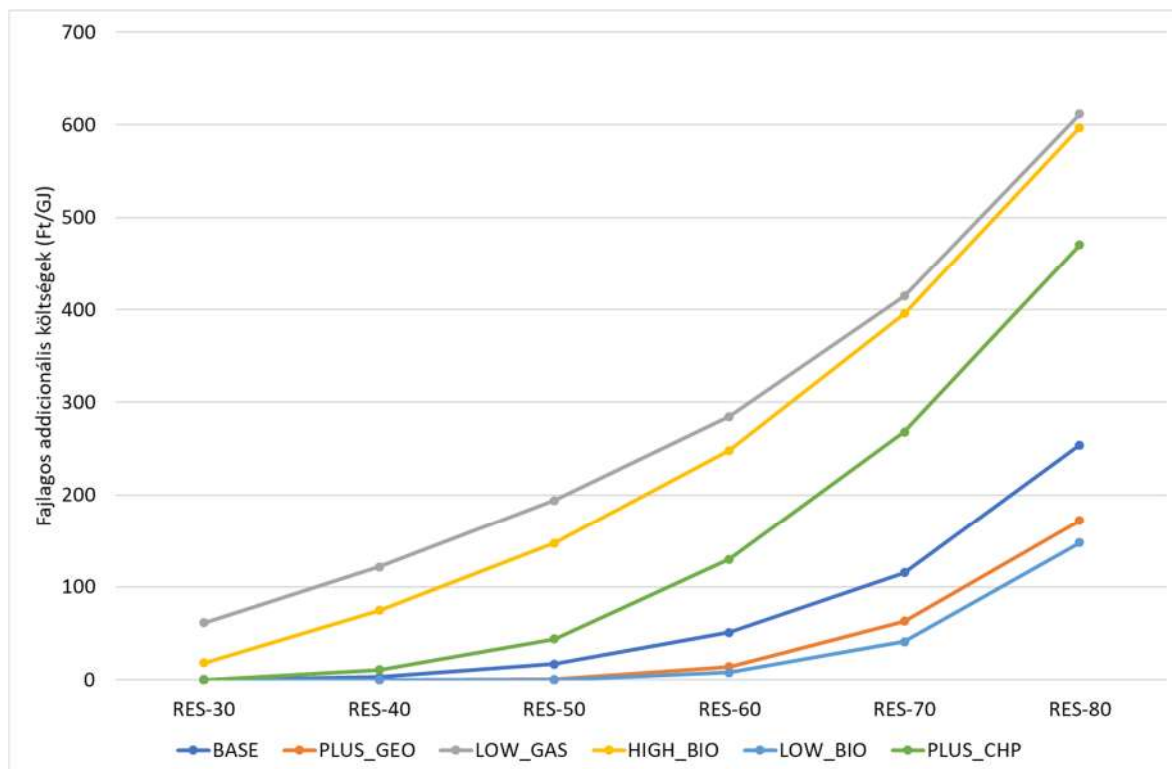


4.4.6. FAJLAGOS NETTÓ ADDICIONÁLIS KÖLTSÉGEK VÁLTOZÁSA AZ EGYES ÉRZÉKENYSÉGVIZSGÁLATOK ESETÉBEN

A következőkben azt vizsgáltuk, hogy mekkora a fajlagos nettó addicionális költsége a különböző célok elérésnek a vizsgált hat forgatókönyv esetében. A fajlagos nettó addicionális költséget úgy határoztuk meg, hogy vettük a nettó addicionális költségeket, és ezt a 10 éves teljes távhőfogyasztásra osztottuk el. Így megkaptuk, hogy átlagosan mekkora „plusz” költséggel járna, hogy a kijelölt megújuló és kapcsolt termelési penetrációs célokat elérjük.

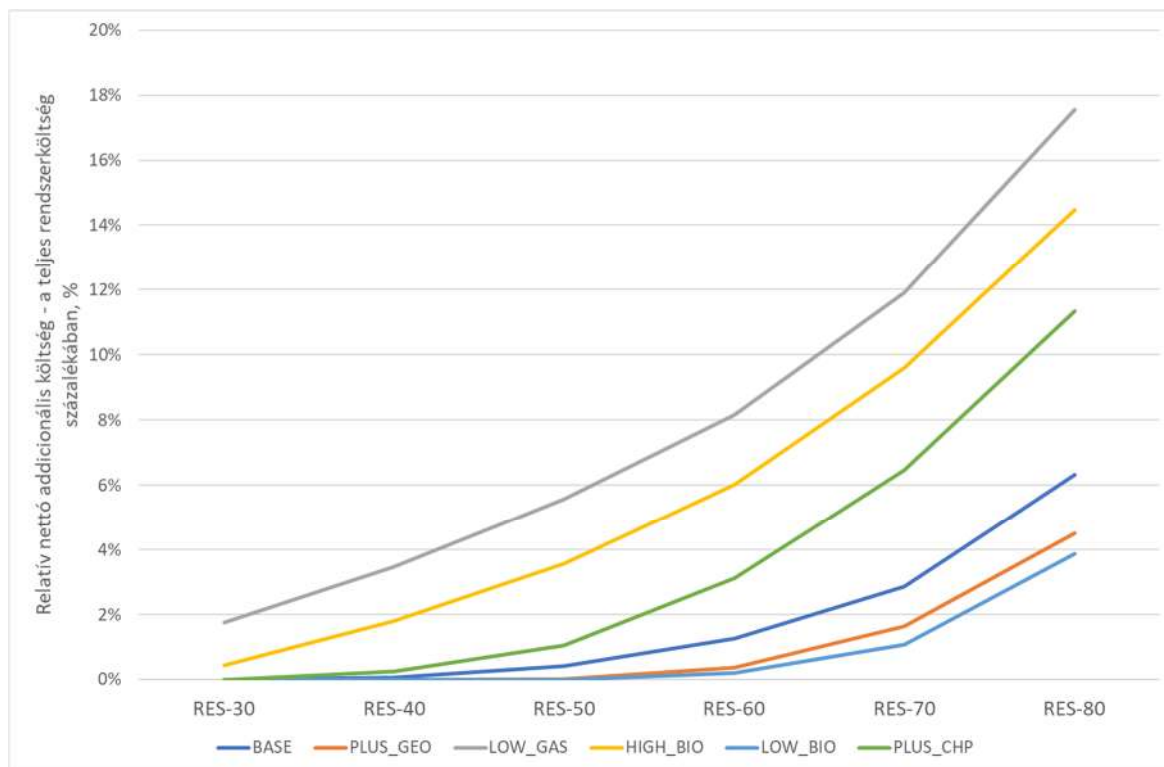
Korábban bemutattuk, hogy az alapesetben a 80%-os megújuló cél 254 Ft/GJ-os fajlagos nettó addicionális költség figyelembevételével érhető el. A vizsgált öt érzékenységvizsgálat esetében három ennél magasabb, míg kettőnél ennél alacsonyabb fajlagos addicionális költség jelentkezik. A magas biomassza-ár, illetve az alacsony földgáz ár forgatókönyvek nagyságrendileg hasonló eredményre vezetnek, a 80%-os cél eléréséhez 600 Ft/GJ-os fajlagos addicionális költségre van szükség, amíg a meghosszabbított kapcsolt termelés forgatókönyv esetében ez 470 Ft/GJ-ra adódott. Ezzel szemben az alacsony biomassza-ár és a kedvező környezet a geotermikus termelőknek forgatókönyvek esetében alacsonyabbak a referencia forgatókönyvhöz képest, a 80%-os megújuló cél eléréséhez rendre 150 és 170 Ft/GJ fajlagos nettó addicionális költségek szükségesek. Alacsonyabb megújuló alapú termelési penetrációs célok esetében ezen addicionális költségek lényegesen alacsonyabbak, lévén a penetrációs célok csökkenésével a nettó fajlagos addicionális költségek exponenciálisan csökkennek.

34. ÁBRA A FAJLAGOS NETTÓ ADDICIONÁLIS KÖLTSÉGEK AZ EGYES FORGATÓKÖNYVEKBEN KÜLÖNBÖZŐ MEGÚJULÓ CÉLOK ESETÉBEN



Számszerűsítettük azt is, hogy a teljes rendszerköltséghez – amely magában foglalja a beruházási költségeket, a fix és változó működtetési költségeket is – hogyan viszonyul a nettó addicionális költség. Ezt a mutatót úgy is értelmezhetjük, hogy átlagosan mennyivel kell a cél nélküli esethez képest a távhőtermelői árakat támogatni (vagy a fogyasztói árakat emelni), hogy elérjük a kijelölt célokat. Az alábbi ábra összefoglalóan mutatja ezen eredményeket az alapesetre, illetve az öt érzékenységvizsgálatra.

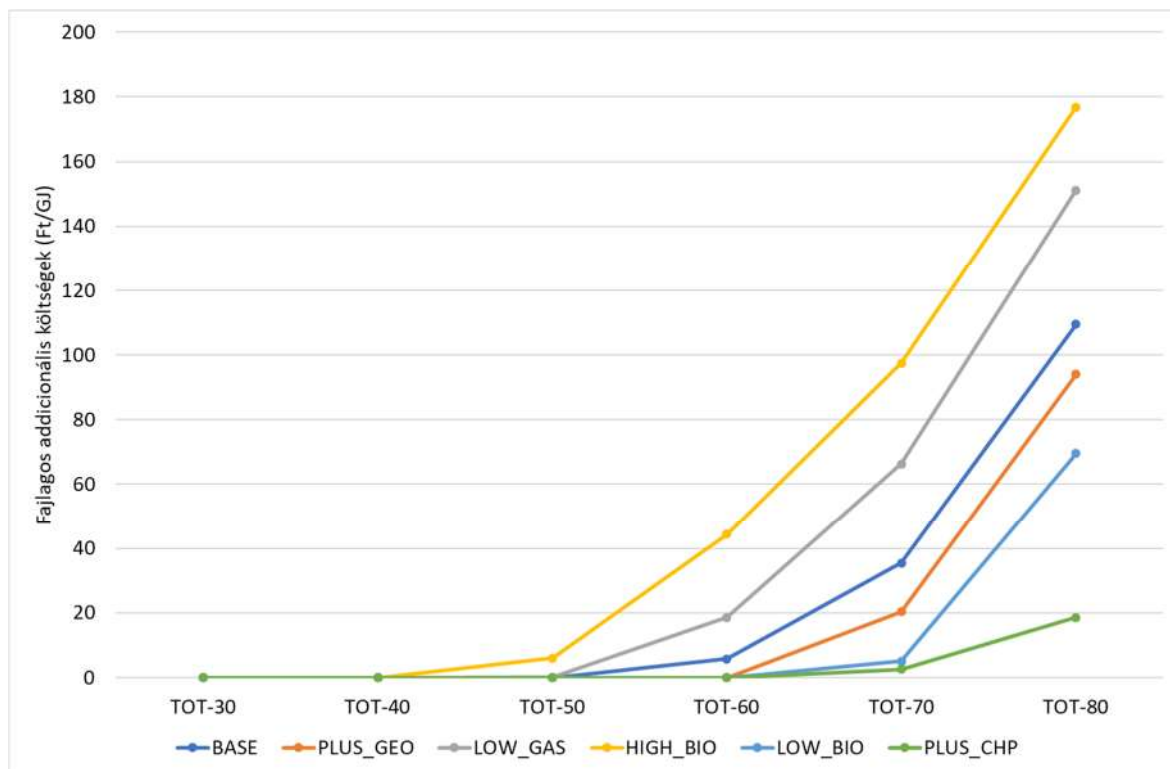
35. ÁBRA A NETTÓ ADDICIONÁLIS KÖLTSÉG A TELJES RENDSZERKÖLTSÉGHEZ VISZONYÍTVA A KÜLÖNBÖZŐ FORGATÓKÖNYVEK ESETÉBEN KÜLÖNBÖZŐ MEGÚJULÓ CÉLOK ESETÉBEN



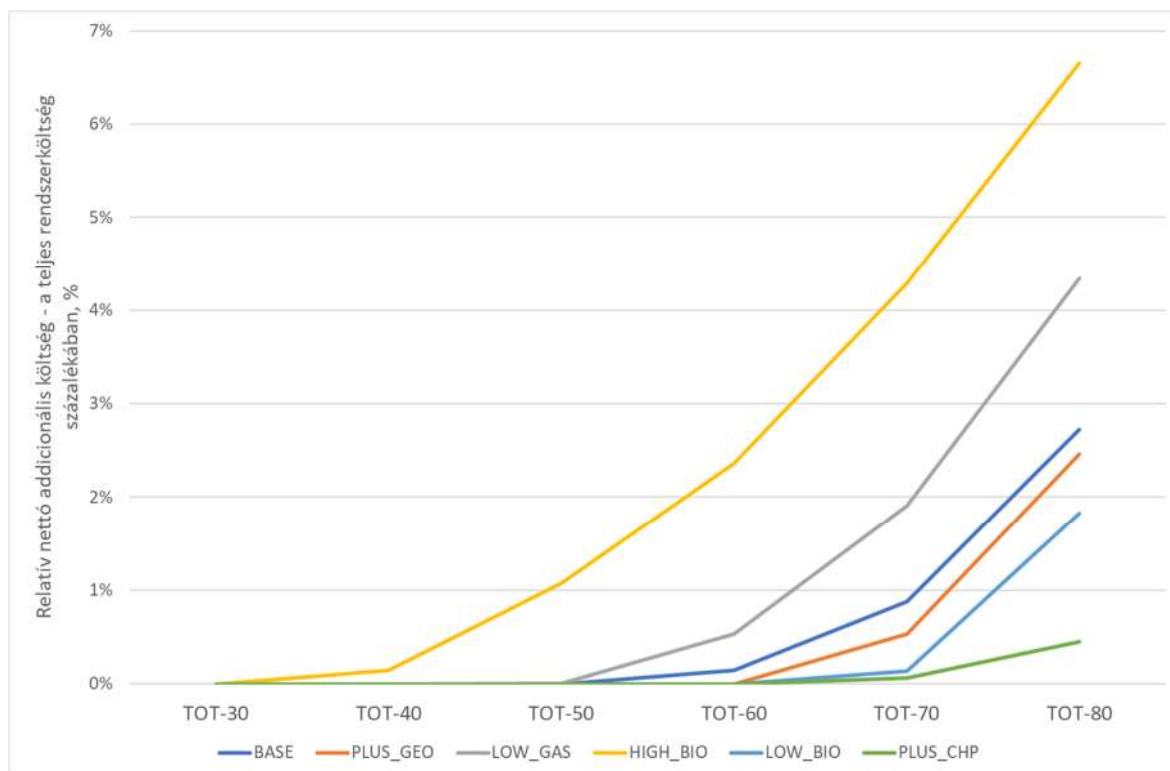
Korábban bemutattuk, hogy az alapesetben 80%-os megújuló arány elérésének mintegy 6%-os nettó addicionális költsége van, azaz a távhőtermelés átlagköltségét ennyivel kell megnövelni akár támogatás formájában, akár fogyasztói áremelés révén. A magas biomasz ár, az alacsony földgáz ár, illetve a meghosszabbított kapcsolt termelés forgatókönyvek esetében ez az arány lényegesen magasabb, rendre, 14, 18 és 11% körül adódik. Ezen három forgatókönyv esetén ráadásul már 50%-os cél elérése sem költségmentes, 4, 6 és 1%-os áremelkedéssel, vagy támogatással kell számolni, amennyiben ezen célokat el szeretnénk érni. Alacsony biomasz ár esetében, illetve, ha a geotermikus távhőtermelő létesítmények szempontjából kedvezően alakul a külső környezet, akkor lényegesen kisebb nettó addicionális költségekkel kalkulálhatunk, mint az alapesetben, ennek mértéke még 80%-os cél esetében is csak négy százalék körül adódik.

Amennyiben együttesen határozzuk meg a célokat a megújulókra, illetve a kapcsolt fosszilis távhőtermelő létesítményekre, akkor az ábrákon feltüntetett eredményeket kapjuk.

36. ÁBRA A FAJLAGOS NETTÓ ADDICIONÁLIS KÖLTSÉGEK AZ EGYES FORGATÓKÖNYVEKBEN KÜLÖNBÖZŐ EGYÜTTES MEGÚJULÓ ÉS KAPCSOLT CÉLOK ESETÉBEN



37. ÁBRA A NETTÓ ADDICIONÁLIS KÖLTSÉG A TELJES RENDSZERKÖLTSÉGEZ VISZONYÍTVA A KÜLÖNBÖZŐ FORGATÓKÖNYVEK ESETÉBEN, EGYÜTTES MEGÚJULÓ ÉS KAPCSOLT CÉLOK ESETÉBEN



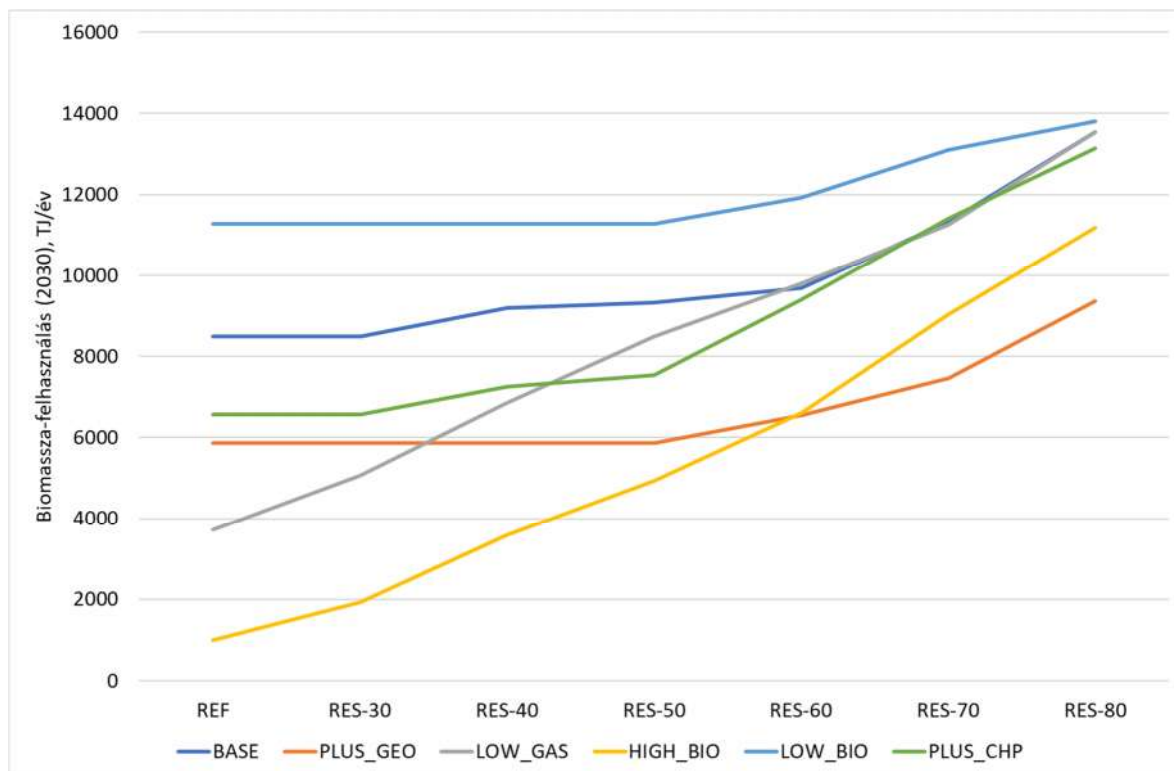
Összességében azt lehet mondani, hogy mindegyik forgatókönyv esetében természetesen lényegesen alacsonyabb a cél elérésének költsége, mintha csak megújuló célokat határoznánk meg. Ebből kifolyólag kisebb tartományban is szóródnak a nettó addicionális költségek az egyes forgatókönyvek esetében. A legmagasabb fajlagos nettó addicionális költségek az alacsony földgázár, a magas biomassza-ár és a meghosszabbított kapcsolt termelés forgatókönyvekben jelennek meg. A fajlagos nettó addicionális költségek mértéke a referencia forgatókönyvben 110 Ft/GJ-ra adódik a 80%-os együttes megújuló és kapcsolt alapú termelési cél esetében, amely a teljes rendszerköltség 3%-os növekedésével jár. Az alacsony földgázár forgatókönyv esetében ez 150 Ft/GJ-ra emelkedik, így növelve a teljes rendszerköltséget mintegy 4%-kal.

4.4.7. BIOMASSZA-FELHASZNÁLÁS ALAKULÁSA AZ EGYES FORGATÓKÖNYVEKBEN

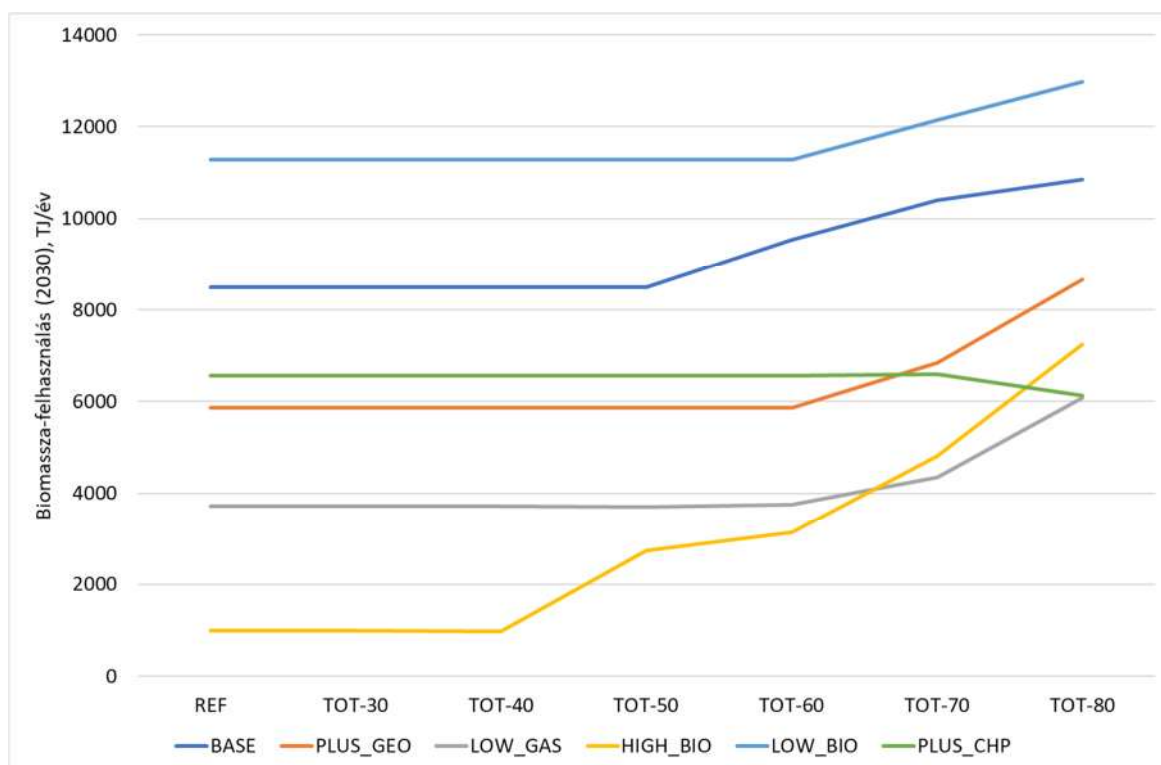
A biomassza-felhasználás jelentős változást mutat az egyes forgatókönyvekben már a cél nélküli esetben is. Amennyiben nem határozzuk meg célokat, akkor a vizsgált 19 távhőkörzetben a tűzifafelhasználás 0,9-11,2 PJ között mozog. A legalacsonyabb felhasználással a magas biomassza-ár, illetve az alacsony földgázár forgatókönyvek esetében tapasztalhatjuk, míg az alacsony biomassza ár esetében valósul meg a 11 PJ feletti felhasználás. A megújuló célok növekedésével az alacsony földgáz forgatókönyv „behozza” az alapesetet, és 80%-os cél esetében közel 14 PJ körül alakul. Ennél mintegy 0,3 PJ-lal nagyobb mértékű a tűzifafelhasználás az alacsony biomassza ár esetén. 80%-os cél esetén a legkisebb tűzifafelhasználással a kedvező környezet a geotermikus termelőknek forgatókönyvben szembesülünk, de még ebben az esetben is meghaladja a 9,3 PJ-t.

Ha együttes célokat határozzuk meg, akkor ennél alacsonyabb tűzifafelhasználással számolhatunk összességében. 80%-os cél esetében 6-13 PJ között alakul a biomassza-felhasználás.

38. ÁBRA A BIOMASSZA-FELHASZNÁLÁS ALAKULÁSA KÜLÖNBÖZŐ FORGATÓKÖNYVEKBEN ÉS MEGÚJULÓ CÉLOK ESETÉBEN 2030-BAN, TJ



39. ÁBRA A BIOMASSZA-FELHASZNÁLÁS ALAKULÁSA KÜLÖNBÖZŐ FORGATÓKÖNYVEKBEN, ILLETVE EGYÜTTES MEGÚJULÓ ÉS KAPCSOLT CÉLOK ESETÉN 2030-BAN, TJ



MELLÉKLET

22. TÁBLÁZAT A CSEPEL-PESTERZSÉBET TÁVHŐKÖRZET JELLEMZŐ EREDMÉNYEI AZ ALAPESET FORGATÓKÖNYVBEN 2030-BAN

			Nincs cél	Megújuló cél, %						Megújuló és kapcsolt cél, %					
				30%	40%	50%	60%	70%	80%	30%	40%	50%	60%	70%	80%
Kapacitás, MWth	Gázkazán	Meglévő	192.0	192.0	192.0	192.0	192.0	192.0	192.0	192.0	192.0	192.0	192.0	192.0	192.0
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Kapcsolt földgáz	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Biomassza kazán	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	40.0	40.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	40.0
	Biomassza kapcsolt	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Geotermikus	Meglévő	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Termelés, TJ	Gázkazán	Meglévő	228.9	228.9	228.9	228.9	228.9	114.4	109.8	228.9	228.9	228.9	228.9	228.9	114.4
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Kapcsolt földgáz	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Biomassza kazán	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	619.5	619.5	619.5	619.5	619.5	734.0	723.4	619.5	619.5	619.5	619.5	619.5	734.0
	Biomassza kapcsolt	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Geotermikus	Meglévő	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Kihasznátság, %	Gázkazán	Meglévő	3.8%	3.8%	3.8%	3.8%	3.8%	1.9%	1.8%	3.8%	3.8%	3.8%	3.8%	3.8%	1.9%
		Új	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	Kapcsolt földgáz	Meglévő	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
		Új	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	Biomassza kazán	Meglévő	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
		Új	65.5%	65.5%	65.5%	65.5%	65.5%	58.2%	57.3%	65.5%	65.5%	65.5%	65.5%	65.5%	58.2%
	Biomassza kapcsolt	Meglévő	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
		Új	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	Geotermikus	Meglévő	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Új	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Megújuló termelés aránya, %			73%	73%	73%	73%	73%	87%	87%	73%	73%	73%	73%	73%	87%
Fosszilis kapcsolt termelés aránya, %			0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Megújuló és fosszilis kapcsolt termelés aránya, %			73%	73%	73%	73%	73%	87%	87%	73%	73%	73%	73%	73%	87%
Hatékony távhőrendszer			Igen	Igen	Igen	Igen	Igen	Igen	Igen	Igen	Igen	Igen	Igen	Igen	Igen

23. TÁBLÁZAT AZ ÉSZAK-BUDAI TÁVHŐKÖRZET JELLEMZŐ EREDMÉNYEI AZ ALAPESET FORGATÓKÖNYVBEN 2030-BAN

			Nincs cél	Megújuló cél, %						Megújuló és kapcsolt cél, %					
				30%	40%	50%	60%	70%	80%	30%	40%	50%	60%	70%	80%
Kapacitás, MWth	Gázkazán	Meglévő	174.0	174.0	174.0	174.0	174.0	174.0	174.0	174.0	174.0	174.0	174.0	174.0	174.0
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Kapcsolt földgáz	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Biomassza kazán	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	40.0	43.0	30.0	30.0	30.0	30.0	40.0	43.0
	Biomassza kapcsolt	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Geotermikus	Meglévő	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Termelés, TJ	Gázkazán	Meglévő	842.9	842.9	842.9	842.9	842.9	663.8	614.7	842.9	842.9	842.9	842.9	663.8	614.7
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Kapcsolt földgáz	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Biomassza kazán	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	757.0	757.0	757.0	757.0	757.0	936.1	985.2	757.0	757.0	757.0	757.0	936.1	985.2
	Biomassza kapcsolt	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Geotermikus	Meglévő	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Kihasználtság, %	Gázkazán	Meglévő	15.4%	15.4%	15.4%	15.4%	15.4%	12.1%	11.2%	15.4%	15.4%	15.4%	15.4%	12.1%	11.2%
		Új	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	Kapcsolt földgáz	Meglévő	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
		Új	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	Biomassza kazán	Meglévő	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
		Új	80.0%	80.0%	80.0%	80.0%	80.0%	74.2%	72.7%	80.0%	80.0%	80.0%	80.0%	74.2%	72.7%
	Biomassza kapcsolt	Meglévő	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
		Új	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	Geotermikus	Meglévő	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Új	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Megújuló termelés aránya, %			47%	47%	47%	47%	47%	59%	62%	47%	47%	47%	47%	59%	62%
Fosszilis kapcsolt termelés aránya, %			0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Megújuló és fosszilis kapcsolt termelés aránya, %			47%	47%	47%	47%	47%	59%	62%	47%	47%	47%	47%	59%	62%
Hatékony távhőrendszer			Nem	Nem	Nem	Nem	Nem	Igen	Igen	Nem	Nem	Nem	Nem	Igen	Igen

24. TÁBLÁZAT AZ ÉSZAK-PESTI TÁVHŐKÖRZET JELLEMZŐ EREDMÉNYEI AZ ALAPESET FORGATÓKÖNYVBEN 2030-BAN

			Nincs cél	Megújuló cél, %						Megújuló és kapcsolt cél, %					
				30%	40%	50%	60%	70%	80%	30%	40%	50%	60%	70%	80%
Kapacitás, MWth	Gázkazán	Meglévő	232.6	232.6	232.6	232.6	232.6	232.6	232.6	232.6	232.6	232.6	232.6	232.6	232.6
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Kapcsolt földgáz	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
	Biomassza kazán	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	30.0	30.0	40.0	40.0	40.0	43.0	43.0	30.0	30.0	30.0	40.0	40.0	43.0
	Biomassza kapcsolt	Meglévő	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Geotermikus	Meglévő	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Új		0.0	0.0	0.0	3.4	18.6	20.0	20.9	0.0	0.0	0.0	0.0	15.2	19.8	
Termelés, TJ	Gázkazán	Meglévő	965.0	965.0	827.2	782.9	592.3	540.5	529.9	965.0	965.0	965.0	827.2	633.4	539.3
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Kapcsolt földgáz	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.3
	Biomassza kazán	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	832.7	832.7	1 029.5	986.8	789.2	849.1	835.2	832.7	832.7	832.7	1 029.5	830.9	829.7
	Biomassza kapcsolt	Meglévő	883.9	883.9	825.0	806.0	717.6	692.1	686.7	883.9	883.9	883.9	825.0	736.9	691.6
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Geotermikus	Meglévő	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Új		0.0	0.0	0.0	106.0	586.6	628.8	654.7	0.0	0.0	0.0	0.0	480.4	622.4	
Kihasználtság, %	Gázkazán	Meglévő	13.2%	13.2%	11.3%	10.7%	8.1%	7.4%	7.2%	13.2%	13.2%	13.2%	11.3%	8.6%	7.4%
		Új	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	Kapcsolt földgáz	Meglévő	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
		Új	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	92.1%
	Biomassza kazán	Meglévő	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
		Új	88.0%	88.0%	81.6%	78.2%	62.6%	62.6%	61.6%	88.0%	88.0%	88.0%	81.6%	65.9%	61.2%
	Biomassza kapcsolt	Meglévő	56.1%	56.1%	52.3%	51.1%	45.5%	43.9%	43.5%	56.1%	56.1%	56.1%	52.3%	46.7%	43.9%
		Új	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	Geotermikus	Meglévő	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Új		0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	100.0%	99.7%	99.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	99.8%	
Megújuló termelés aránya, %			64%	64%	69%	71%	78%	80%	80%	64%	64%	64%	69%	76%	80%
Fosszilis kapcsolt termelés aránya, %			0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Megújuló és fosszilis kapcsolt termelés aránya, %			64%	64%	69%	71%	78%	80%	80%	64%	64%	64%	69%	76%	80%
Hatékony távhőrendszer			Igen	Igen	Igen	Igen	Igen	Igen	Igen	Igen	Igen	Igen	Igen	Igen	Igen

25. TÁBLÁZAT AZ ÚJPALOTAI TÁVHÓKÖRZET JELLEMZŐ EREDMÉNYEI AZ ALAPESET FORGATÓKÖNYVBEN 2030-BAN

			Nincs cél	Megújuló cél, %						Megújuló és kapcsolt cél, %					
				30%	40%	50%	60%	70%	80%	30%	40%	50%	60%	70%	80%
Kapacitás, MWth	Gázkazán	Meglévő	163.3	163.3	163.3	163.3	163.3	163.3	163.3	163.3	163.3	163.3	163.3	163.3	163.3
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Kapcsolt földgáz	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Biomassza kazán	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	10.0	10.0	10.0	10.0	30.0	30.0	30.0	10.0	10.0	10.0	30.0	30.0	30.0
	Biomassza kapcsolt	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Geotermikus	Meglévő	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Termelés, TJ	Gázkazán	Meglévő	344.2	344.2	344.2	344.2	64.7	64.7	64.7	344.2	344.2	344.2	64.7	64.7	64.7
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Kapcsolt földgáz	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Biomassza kazán	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	262.6	262.6	262.6	262.6	542.1	542.1	542.1	262.6	262.6	262.6	542.1	542.1	542.1
	Biomassza kapcsolt	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Geotermikus	Meglévő	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Kihasználtság, %	Gázkazán	Meglévő	6.7%	6.7%	6.7%	6.7%	1.3%	1.3%	1.3%	6.7%	6.7%	6.7%	1.3%	1.3%	1.3%
		Új	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	Kapcsolt földgáz	Meglévő	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
		Új	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	Biomassza kazán	Meglévő	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
		Új	83.3%	83.3%	83.3%	83.3%	57.3%	57.3%	57.3%	83.3%	83.3%	83.3%	57.3%	57.3%	57.3%
	Biomassza kapcsolt	Meglévő	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
		Új	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	Geotermikus	Meglévő	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Új	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Megújuló termelés aránya, %			43%	43%	43%	43%	89%	89%	89%	43%	43%	43%	89%	89%	89%
Fosszilis kapcsolt termelés aránya, %			0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Megújuló és fosszilis kapcsolt termelés aránya, %			43%	43%	43%	43%	89%	89%	89%	43%	43%	43%	89%	89%	89%
Hatékony távhőrendszer			Nem	Nem	Nem	Nem	Igen	Igen	Igen	Nem	Nem	Nem	Igen	Igen	Igen

26. TÁBLÁZAT A FÜREDI ÚTI (BUDAPEST) TÁVHŐKÖRZET JELLEMZŐ EREDMÉNYEI AZ ALAPESET FORGATÓKÖNYVBEN 2030-BAN

			Nincs cél	Megújuló cél, %						Megújuló és kapcsolt cél, %					
				30%	40%	50%	60%	70%	80%	30%	40%	50%	60%	70%	80%
Kapacitás, MWth	Gázkazán	Meglévő	174.0	174.0	174.0	174.0	174.0	174.0	174.0	174.0	174.0	174.0	174.0	174.0	174.0
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Kapcsolt földgáz	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Biomassza kazán	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	30.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	30.0
	Biomassza kapcsolt	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Geotermikus	Meglévő	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Új		15.9	15.9	16.3	17.5	18.7	18.1	10.1	15.9	15.9	15.9	16.8	18.5	9.4	
Termelés, TJ	Gázkazán	Meglévő	316.4	316.4	310.4	290.7	271.5	146.9	38.6	316.4	316.4	316.4	301.6	274.1	43.4
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Kapcsolt földgáz	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Biomassza kazán	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	132.9	384.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	393.6
	Biomassza kapcsolt	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Geotermikus	Meglévő	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Új		376.3	376.3	382.3	402.0	421.2	412.9	269.3	376.3	376.3	376.3	391.1	418.6	255.6	
Kihasználtság, %	Gázkazán	Meglévő	5.8%	5.8%	5.7%	5.3%	4.9%	2.7%	0.7%	5.8%	5.8%	5.8%	5.5%	5.0%	0.8%
		Új	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	Kapcsolt földgáz	Meglévő	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
		Új	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	Biomassza kazán	Meglévő	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
		Új	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	42.2%	40.7%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	41.6%
	Biomassza kapcsolt	Meglévő	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
		Új	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	Geotermikus	Meglévő	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Új		74.9%	74.9%	74.5%	73.0%	71.6%	72.2%	84.7%	74.9%	74.9%	74.9%	73.8%	71.8%	86.6%	
Megújuló termelés aránya, %			54%	54%	55%	58%	61%	79%	94%	54%	54%	54%	56%	60%	94%
Fosszilis kapcsolt termelés aránya, %			0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Megújuló és fosszilis kapcsolt termelés aránya, %			54%	54%	55%	58%	61%	79%	94%	54%	54%	54%	56%	60%	94%
Hatékony távhőrendszer			Igen	Igen	Igen	Igen	Igen	Igen	Igen	Igen	Igen	Igen	Igen	Igen	Igen

27. TÁBLÁZAT A KELENFÖLDI (BUDAPEST) TÁVHÓKÖRZET JELLEMZŐ EREDMÉNYEI AZ ALAPESET FORGATÓKÖNYVBEN 2030-BAN

			Nincs cél	Megújuló cél, %						Megújuló és kapcsolt cél, %					
				30%	40%	50%	60%	70%	80%	30%	40%	50%	60%	70%	80%
Kapacitás, MWth	Gázkazán	Meglévő	128.2	128.2	128.2	128.2	128.2	128.2	128.2	128.2	128.2	128.2	128.2	128.2	128.2
		Új	17.9	17.9	17.9	14.9	14.9	14.9	0.0	17.9	17.9	17.9	14.9	5.4	0.0
	Kapcsolt földgáz	Meglévő	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	0.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.5	24.0
	Biomassza kazán	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	40.0	40.0	40.0	43.0	43.0	43.0	43.0	40.0	40.0	40.0	43.0	43.0	43.0
	Biomassza kapcsolt	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	30.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Geotermikus	Meglévő	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Termelés, TJ	Gázkazán	Meglévő	996.5	996.5	996.5	996.5	996.5	996.5	804.1	996.5	996.5	996.5	996.5	996.5	860.5
		Új	311.3	311.3	311.3	255.9	255.9	255.9	0.0	311.3	311.3	311.3	255.9	88.7	0.0
	Kapcsolt földgáz	Meglévő	61.2	61.2	61.2	61.2	61.2	35.8	0.0	61.2	61.2	61.2	61.2	61.2	48.3
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	298.6	625.2
	Biomassza kazán	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	971.5	971.5	971.5	1 026.9	1 026.9	1 052.3	731.6	971.5	971.5	971.5	1 026.9	895.5	806.5
	Biomassza kapcsolt	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	804.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Geotermikus	Meglévő	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Kihasználtság, %	Gázkazán	Meglévő	24.6%	24.6%	24.6%	24.6%	24.6%	24.6%	19.9%	24.6%	24.6%	24.6%	24.6%	24.6%	21.3%
		Új	55.2%	55.2%	55.2%	54.6%	54.6%	54.6%	0.0%	55.2%	55.2%	55.2%	54.6%	52.0%	0.0%
	Kapcsolt földgáz	Meglévő	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	58.6%	0.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	78.9%
		Új	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	82.6%
	Biomassza kazán	Meglévő	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
		Új	77.0%	77.0%	77.0%	75.7%	75.7%	77.6%	53.9%	77.0%	77.0%	77.0%	75.7%	66.0%	59.5%
	Biomassza kapcsolt	Meglévő	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
		Új	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	85.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	Geotermikus	Meglévő	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Új	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Megújuló termelés aránya, %			42%	42%	42%	44%	44%	45%	66%	42%	42%	42%	44%	38%	34%
Fosszilis kapcsolt termelés aránya, %			3%	3%	3%	3%	3%	2%	0%	3%	3%	3%	3%	15%	29%
Megújuló és fosszilis kapcsolt termelés aránya, %			44%	44%	44%	46%	46%	46%	66%	44%	44%	44%	46%	54%	63%
Hatékony távhőrendszer			Nem	Nem	Nem	Nem	Nem	Nem	Igen	Nem	Nem	Nem	Nem	Igen	Igen

28. TÁBLÁZAT A KISPEST-KÓBÁNYA TÁVHŐKÖRZET JELLEMZŐ EREDMÉNYEI AZ ALAPESET FORGATÓKÖNYVBEN 2030-BAN

			Nincs cél	Megújuló cél, %						Megújuló és kapcsolt cél, %					
				30%	40%	50%	60%	70%	80%	30%	40%	50%	60%	70%	80%
Kapacitás, MWth	Gázkazán	Meglévő	232.6	232.6	232.6	232.6	232.6	232.6	232.6	232.6	232.6	232.6	232.6	232.6	232.6
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Kapcsolt földgáz	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Biomassza kazán	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	0.0	0.0	30.0	30.0	30.0	30.0	40.0	0.0	0.0	0.0	30.0	30.0	30.0
	Biomassza kapcsolt	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Geotermikus	Meglévő	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Új		46.3	46.3	39.6	42.0	45.8	50.0	50.0	46.3	46.3	46.3	41.2	44.6	50.0	
Termelés, TJ	Gázkazán	Meglévő	730.3	730.3	408.4	380.4	335.9	289.1	190.7	730.3	730.3	730.3	389.2	349.4	289.1
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Kapcsolt földgáz	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Biomassza kazán	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	0.0	0.0	435.2	422.4	402.3	382.7	481.1	0.0	0.0	0.0	426.5	408.4	382.7
	Biomassza kapcsolt	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Geotermikus	Meglévő	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Új		1 060.7	1 060.7	947.4	988.2	1 052.8	1 119.2	1 119.2	1 060.7	1 060.7	1 060.7	975.3	1 033.2	1 119.2	
Kihasznátság, %	Gázkazán	Meglévő	10.0%	10.0%	5.6%	5.2%	4.6%	3.9%	2.6%	10.0%	10.0%	10.0%	5.3%	4.8%	3.9%
		Új	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	Kapcsolt földgáz	Meglévő	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
		Új	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	Biomassza kazán	Meglévő	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
		Új	0.0%	0.0%	46.0%	44.7%	42.5%	40.5%	38.1%	0.0%	0.0%	0.0%	45.1%	43.2%	40.5%
	Biomassza kapcsolt	Meglévő	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
		Új	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	Geotermikus	Meglévő	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Új		72.7%	72.7%	75.8%	74.7%	72.9%	71.0%	71.0%	72.7%	72.7%	72.7%	75.0%	73.5%	71.0%	
Megújuló termelés aránya, %			59%	59%	77%	79%	81%	84%	89%	59%	59%	59%	78%	80%	84%
Fosszilis kapcsolt termelés aránya, %			0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Megújuló és fosszilis kapcsolt termelés aránya, %			59%	59%	77%	79%	81%	84%	89%	59%	59%	59%	78%	80%	84%
Hatékony távhőrendszer			Igen	Igen	Igen	Igen	Igen	Igen	Igen	Igen	Igen	Igen	Igen	Igen	Igen

29. TÁBLÁZAT A RÁKOSKERESZTÚRI TÁVHŐKÖRZET JELLEMZŐ EREDMÉNYEI AZ ALAPESET FORGATÓKÖNYVBEN 2030-BAN

			Nincs cél	Megújuló cél, %						Megújuló és kapcsolt cél, %					
				30%	40%	50%	60%	70%	80%	30%	40%	50%	60%	70%	80%
Kapacitás, MWth	Gázkazán	Meglévő	46.4	46.4	46.4	46.4	46.4	46.4	46.4	46.4	46.4	46.4	46.4	46.4	46.4
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Kapcsolt földgáz	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Biomassza kazán	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Biomassza kapcsolt	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Geotermikus	Meglévő	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Új	7.8	7.8	8.1	8.4	9.1	10.0	7.1	7.8	7.8	7.8	8.3	8.9	10.0
Termelés, TJ	Gázkazán	Meglévő	127.9	127.9	123.3	118.0	107.5	94.5	17.6	127.9	127.9	127.9	119.9	110.0	94.5
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Kapcsolt földgáz	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Biomassza kazán	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	122.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Biomassza kapcsolt	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Geotermikus	Meglévő	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Új	183.6	183.6	188.2	193.4	204.0	217.0	171.5	183.6	183.6	183.6	191.5	201.5	217.0
Kihasználtság, %	Gázkazán	Meglévő	8.7%	8.7%	8.4%	8.1%	7.3%	6.5%	1.2%	8.7%	8.7%	8.7%	8.2%	7.5%	6.5%
		Új	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	Kapcsolt földgáz	Meglévő	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
		Új	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	Biomassza kazán	Meglévő	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
		Új	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	38.8%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	Biomassza kapcsolt	Meglévő	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
		Új	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	Geotermikus	Meglévő	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Új	74.4%	74.4%	73.6%	72.8%	71.1%	68.8%	76.2%	74.4%	74.4%	74.4%	73.1%	71.5%	68.8%
Megújuló termelés aránya, %			59%	59%	60%	62%	65%	70%	94%	59%	59%	59%	61%	65%	70%
Fosszilis kapcsolt termelés aránya, %			0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Megújuló és fosszilis kapcsolt termelés aránya, %			59%	59%	60%	62%	65%	70%	94%	59%	59%	59%	61%	65%	70%
Hatékony távhőrendszer			Igen	Igen	Igen	Igen	Igen	Igen	Igen	Igen	Igen	Igen	Igen	Igen	Igen

30. TÁBLÁZAT A VÁROSI TÁVHŐRENDSZER (DEBRECEN) JELLEMZŐ EREDMÉNYEI AZ ALAPESET FORGATÓKÖNYVBEN 2030-BAN

			Nincs cél	Megújuló cél, %						Megújuló és kapcsolt cél, %						
				30%	40%	50%	60%	70%	80%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	
Kapacitás, MWth	Gázkazán	Meglévő	336.8	336.8	336.8	336.8	336.8	336.8	336.8	336.8	336.8	336.8	336.8	336.8	336.8	
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	Kapcsolt földgáz	Meglévő	26.6	26.6	26.6	26.6	26.6	13.3	13.3	26.6	26.6	26.6	26.6	26.6	103.3	
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	Biomassza kazán	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	30.0	40.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	30.0	0.0
	Biomassza kapcsolt	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Geotermikus	Meglévő	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.1	11.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Termelés, TJ	Gázkazán	Meglévő	814.8	814.8	814.8	814.8	814.8	492.0	264.0	814.8	814.8	814.8	814.8	360.0	8.8	
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	Kapcsolt földgáz	Meglévő	685.2	685.2	685.2	685.2	685.2	393.3	290.2	685.2	685.2	685.2	685.2	685.2	1 491.2	
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	Biomassza kazán	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	515.8	585.8	0.0	0.0	0.0	0.0	454.9	0.0	
	Biomassza kapcsolt	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	Geotermikus	Meglévő	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	98.9	360.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Kihasználtság, %	Gázkazán	Meglévő	7.7%	7.7%	7.7%	7.7%	7.7%	4.6%	2.5%	7.7%	7.7%	7.7%	7.7%	3.4%	0.1%	
		Új	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	
	Kapcsolt földgáz	Meglévő	81.7%	81.7%	81.7%	81.7%	81.7%	93.8%	69.2%	81.7%	81.7%	81.7%	81.7%	81.7%	45.8%	
		Új	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	
	Biomassza kazán	Meglévő	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	
		Új	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	54.5%	46.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	48.1%	0.0%	
	Biomassza kapcsolt	Meglévő	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	
		Új	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	
	Geotermikus	Meglévő	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		Új	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	
Megújuló termelés aránya, %			0%	0%	0%	0%	0%	41%	63%	0%	0%	0%	0%	30%	0%	
Fosszilis kapcsolt termelés aránya, %			46%	46%	46%	46%	46%	26%	19%	46%	46%	46%	46%	46%	99%	
Megújuló és fosszilis kapcsolt termelés aránya, %			46%	46%	46%	46%	46%	67%	82%	46%	46%	46%	46%	76%	99%	
Hatékony távhőrendszer			Nem	Nem	Nem	Nem	Nem	Igen	Igen	Nem	Nem	Nem	Nem	Igen	Igen	

31. TÁBLÁZAT A DIÓSGYÓRI TÁVHŐRENDSZER (MISKOLC) JELLEMZŐ EREDMÉNYEI AZ ALAPESET FORGATÓKÖNYVBEN 2030-BAN

			Nincs cél	Megújuló cél, %						Megújuló és kapcsolt cél, %					
				30%	40%	50%	60%	70%	80%	30%	40%	50%	60%	70%	80%
Kapacitás, MWth	Gázkazán	Meglévő	41.9	41.9	41.9	41.9	41.9	41.9	41.9	41.9	41.9	41.9	41.9	41.9	41.9
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Kapcsolt földgáz	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	0.8	0.8	0.8	0.8	0.0	0.0	0.0	0.8	0.8	0.8	0.9	0.0	0.4
	Biomassza kazán	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	3.0
	Biomassza kapcsolt	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Geotermikus	Meglévő	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Termelés, TJ	Gázkazán	Meglévő	94.1	94.1	94.1	94.1	51.9	51.9	51.9	94.1	94.1	94.1	92.7	51.9	46.4
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Kapcsolt földgáz	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	25.6	25.6	25.6	25.6	0.0	0.0	0.0	25.6	25.6	25.6	27.0	0.0	11.2
	Biomassza kazán	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	67.8	67.8	67.8	0.0	0.0	0.0	0.0	67.8	62.2
	Biomassza kapcsolt	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Geotermikus	Meglévő	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Kihasználtság, %	Gázkazán	Meglévő	7.1%	7.1%	7.1%	7.1%	3.9%	3.9%	3.9%	7.1%	7.1%	7.1%	7.0%	3.9%	3.5%
		Új	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	Kapcsolt földgáz	Meglévő	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
		Új	99.9%	99.9%	99.9%	99.9%	0.0%	0.0%	0.0%	99.9%	99.9%	99.9%	99.4%	0.0%	100.0%
	Biomassza kazán	Meglévő	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
		Új	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	71.6%	71.6%	71.6%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	71.6%	65.7%
	Biomassza kapcsolt	Meglévő	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
		Új	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	Geotermikus	Meglévő	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Új	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Megújuló termelés aránya, %			0%	0%	0%	0%	57%	57%	57%	0%	0%	0%	0%	57%	52%
Fosszilis kapcsolt termelés aránya, %			21%	21%	21%	21%	0%	0%	0%	21%	21%	21%	23%	0%	9%
Megújuló és fosszilis kapcsolt termelés aránya, %			21%	21%	21%	21%	57%	57%	57%	21%	21%	21%	23%	57%	61%
Hatékony távhőrendszer			Nem	Nem	Nem	Nem	Igen	Igen	Igen	Nem	Nem	Nem	Nem	Igen	Igen

32. TÁBLÁZAT A KAZINCBARCIKAI VÁROSI TÁVHŐRENDSZER JELLEMZŐ EREDMÉNYEI AZ ALAPESET FORGATÓKÖNYVBEN 2030-BAN

			Nincs cél	Megújuló cél, %						Megújuló és kapcsolt cél, %					
				30%	40%	50%	60%	70%	80%	30%	40%	50%	60%	70%	80%
Kapacitás, MWth	Gázkazán	Meglévő	46.5	46.5	46.5	46.5	46.5	46.5	46.5	46.5	46.5	46.5	46.5	46.5	46.5
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Kapcsolt földgáz	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Biomassza kazán	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	3.0	3.0	10.0	10.0	10.0	13.0	30.0	3.0	3.0	3.0	10.0	10.0	13.0
	Biomassza kapcsolt	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Geotermikus	Meglévő	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Termelés, TJ	Gázkazán	Meglévő	287.8	287.8	159.1	159.1	159.1	113.7	0.0	287.8	287.8	287.8	159.1	159.1	113.7
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Kapcsolt földgáz	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Biomassza kazán	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	88.2	88.2	216.9	216.9	216.9	262.3	376.0	88.2	88.2	88.2	216.9	216.9	262.3
	Biomassza kapcsolt	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Geotermikus	Meglévő	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Kihasználtság, %	Gázkazán	Meglévő	19.6%	19.6%	10.8%	10.8%	10.8%	7.8%	0.0%	19.6%	19.6%	19.6%	10.8%	10.8%	7.8%
		Új	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	Kapcsolt földgáz	Meglévő	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
		Új	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	Biomassza kazán	Meglévő	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
		Új	93.3%	93.3%	68.8%	68.8%	68.8%	64.0%	39.7%	93.3%	93.3%	93.3%	68.8%	68.8%	64.0%
	Biomassza kapcsolt	Meglévő	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
		Új	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	Geotermikus	Meglévő	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Új	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Megújuló termelés aránya, %			23%	23%	58%	58%	58%	70%	100%	23%	23%	23%	58%	58%	70%
Fosszilis kapcsolt termelés aránya, %			0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Megújuló és fosszilis kapcsolt termelés aránya, %			23%	23%	58%	58%	58%	70%	100%	23%	23%	23%	58%	58%	70%
Hatékony távhőrendszer			Nem	Nem	Igen	Igen	Igen	Igen	Igen	Nem	Nem	Nem	Igen	Igen	Igen

33. TÁBLÁZAT A KECSKEMÉTI EGYESÍTETT TÁVHŐRENDSZER JELLEMZŐ EREDMÉNYEI AZ ALAPESET FORGATÓKÖNYVBEN 2030-BAN

			Nincs cél	Megújuló cél, %						Megújuló és kapcsolt cél, %						
				30%	40%	50%	60%	70%	80%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	
Kapacitás, MWth	Gázkazán	Meglévő	62.5	62.5	62.5	62.5	62.5	62.5	62.5	62.5	62.5	62.5	62.5	62.5	62.5	
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	Kapcsolt földgáz	Meglévő	5.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	5.0	5.0	5.0	0.0	0.0
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Biomassza kazán	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	0.0	0.0	0.0	10.0	30.0	30.0	30.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	30.0	30.0
	Biomassza kapcsolt	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Geotermikus	Meglévő	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Új		2.2	2.2	3.8	3.3	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2	2.2	2.2	3.4	0.0	0.0	
Termelés, TJ	Gázkazán	Meglévő	323.2	323.2	394.9	214.0	26.0	26.0	26.0	323.2	323.2	323.2	299.3	26.0	26.0	
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	Kapcsolt földgáz	Meglévő	120.8	120.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	120.8	120.8	120.8	105.1	0.0	0.0
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Biomassza kazán	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	0.0	0.0	0.0	196.2	486.7	486.7	486.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	486.7	486.7
	Biomassza kapcsolt	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Geotermikus	Meglévő	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Új		68.8	68.8	117.8	102.5	0.0	0.0	0.0	0.0	68.8	68.8	68.8	108.3	0.0	0.0	
Kihasznátság, %	Gázkazán	Meglévő	16.4%	16.4%	20.0%	10.9%	1.3%	1.3%	1.3%	16.4%	16.4%	16.4%	15.2%	1.3%	1.3%	
		Új	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	Kapcsolt földgáz	Meglévő	76.3%	76.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	76.3%	76.3%	76.3%	66.4%	0.0%	0.0%
		Új	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	Biomassza kazán	Meglévő	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
		Új	0.0%	0.0%	0.0%	62.2%	51.4%	51.4%	51.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	51.4%	51.4%
	Biomassza kapcsolt	Meglévő	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
		Új	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	Geotermikus	Meglévő	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Új		100.0%	100.0%	99.4%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	100.0%	100.0%	99.9%	0.0%	0.0%	
Megújuló termelés aránya, %			13%	13%	23%	58%	95%	95%	95%	13%	13%	13%	21%	95%	95%	
Fosszilis kapcsolt termelés aránya, %			24%	24%	0%	0%	0%	0%	0%	24%	24%	24%	20%	0%	0%	
Megújuló és fosszilis kapcsolt termelés aránya, %			37%	37%	23%	58%	95%	95%	95%	37%	37%	37%	42%	95%	95%	
Hatékony távhőrendszer			Nem	Nem	Nem	Igen	Igen	Igen	Igen	Nem	Nem	Nem	Nem	Igen	Igen	

34. TÁBLÁZAT A KOMLÓI TÁVHŐRENDSZER JELLEMZŐ EREDMÉNYEI AZ ALAPESET FORGATÓKÖNYVBEN 2030-BAN

			Nincs cél	Megújuló cél, %						Megújuló és kapcsolt cél, %					
				30%	40%	50%	60%	70%	80%	30%	40%	50%	60%	70%	80%
Kapacitás, MWth	Gázkazán	Meglévő	51.6	51.6	51.6	51.6	51.6	51.6	51.6	51.6	51.6	51.6	51.6	51.6	51.6
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Kapcsolt földgáz	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Biomassza kazán	Meglévő	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Biomassza kapcsolt	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Geotermikus	Meglévő	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Termelés, TJ	Gázkazán	Meglévő	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	Kapcsolt földgáz	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Biomassza kazán	Meglévő	245.4	245.4	245.4	245.4	245.4	245.4	245.4	245.4	245.4	245.4	245.4	245.4	245.4
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Biomassza kapcsolt	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Geotermikus	Meglévő	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Kihasználtság, %	Gázkazán	Meglévő	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
		Új	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	Kapcsolt földgáz	Meglévő	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
		Új	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	Biomassza kazán	Meglévő	43.2%	43.2%	43.2%	43.2%	43.2%	43.2%	43.2%	43.2%	43.2%	43.2%	43.2%	43.2%	43.2%
		Új	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	Biomassza kapcsolt	Meglévő	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
		Új	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	Geotermikus	Meglévő	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Új	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Megújuló termelés aránya, %			100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
Fosszilis kapcsolt termelés aránya, %			0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
Megújuló és fosszilis kapcsolt termelés aránya, %			100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
Hatékony távhőrendszer			Igen	Igen	Igen	Igen	Igen	Igen	Igen	Igen	Igen	Igen	Igen	Igen	

35. TÁBLÁZAT AZ ÓZDI VÁROSI TÁVHŐRENDSZER JELLEMZŐ EREDMÉNYEI AZ ALAPESET FORGATÓKÖNYVBEN 2030-BAN

			Nincs cél	Megújuló cél, %						Megújuló és kapcsolt cél, %					
				30%	40%	50%	60%	70%	80%	30%	40%	50%	60%	70%	80%
Kapacitás, MWth	Gázkazán	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	19.2	19.2	19.2	19.2	19.2	16.2	0.0	19.2	19.2	19.2	19.2	19.2	15.9
	Kapcsolt földgáz	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
	Biomassza kazán	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	13.0	30.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	13.0
	Biomassza kapcsolt	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Geotermikus	Meglévő	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Termelés, TJ	Gázkazán	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	118.2	118.2	118.2	118.2	118.2	76.7	0.0	118.2	118.2	118.2	118.2	118.2	73.2
	Kapcsolt földgáz	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.7
	Biomassza kazán	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	241.6	318.2	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	236.4
	Biomassza kapcsolt	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Geotermikus	Meglévő	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Kihasználtság, %	Gázkazán	Meglévő	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
		Új	19.5%	19.5%	19.5%	19.5%	19.5%	15.0%	0.0%	19.5%	19.5%	19.5%	19.5%	19.5%	14.6%
	Kapcsolt földgáz	Meglévő	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
		Új	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	99.7%
	Biomassza kazán	Meglévő	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
		Új	63.4%	63.4%	63.4%	63.4%	63.4%	58.9%	33.6%	63.4%	63.4%	63.4%	63.4%	63.4%	57.7%
	Biomassza kapcsolt	Meglévő	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
		Új	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	Geotermikus	Meglévő	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Új	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Megújuló termelés aránya, %			63%	63%	63%	63%	63%	76%	100%	63%	63%	63%	63%	63%	74%
Fosszilis kapcsolt termelés aránya, %			0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%
Megújuló és fosszilis kapcsolt termelés aránya, %			63%	63%	63%	63%	63%	76%	100%	63%	63%	63%	63%	63%	77%
Hatékony távhőrendszer			Igen	Igen	Igen	Igen	Igen	Igen	Igen	Igen	Igen	Igen	Igen	Igen	Igen

36. TÁBLÁZAT A SZEGEDI ÉSZAKI VÁROS RÉSZ TÁVHŐRENDSZER JELLEMZŐ EREDMÉNYEI AZ ALAPESET FORGATÓKÖNYVBEN 2030-BAN

			Nincs cél	Megújuló cél, %						Megújuló és kapcsolt cél, %					
				30%	40%	50%	60%	70%	80%	30%	40%	50%	60%	70%	80%
Kapacitás, MWth	Gázkazán	Meglévő	42.6	42.6	42.6	42.6	42.6	42.6	42.6	42.6	42.6	42.6	42.6	42.6	42.6
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Kapcsolt földgáz	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
	Biomassza kazán	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	10.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0
	Biomassza kapcsolt	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Geotermikus	Meglévő	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Új		1.1	1.1	1.1	1.1	1.0	0.0	0.0	1.1	1.1	1.1	1.1	1.0	0.0	
Termelés, TJ	Gázkazán	Meglévő	122.0	122.0	122.0	121.6	70.1	7.2	7.2	122.0	122.0	122.0	120.9	70.2	7.2
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Kapcsolt földgáz	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	0.2	1.4	0.0	0.0
	Biomassza kazán	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	53.6	149.1	149.1	0.0	0.0	0.0	0.0	53.6	149.1
	Biomassza kapcsolt	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Geotermikus	Meglévő	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Új		34.1	34.1	34.3	34.8	32.7	0.0	0.0	34.1	34.1	34.1	34.1	32.6	0.0	
Kihasznáلتság, %	Gázkazán	Meglévő	9.1%	9.1%	9.1%	9.1%	5.2%	0.5%	0.5%	9.1%	9.1%	9.1%	9.0%	5.2%	0.5%
		Új	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	Kapcsolt földgáz	Meglévő	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
		Új	81.9%	81.9%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	81.9%	81.9%	81.9%	78.2%	0.0%	0.0%
	Biomassza kazán	Meglévő	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
		Új	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	56.6%	47.3%	47.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	56.7%	47.3%
	Biomassza kapcsolt	Meglévő	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
		Új	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	Geotermikus	Meglévő	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Új		99.2%	99.2%	99.0%	98.7%	99.8%	0.0%	0.0%	99.2%	99.2%	99.2%	99.2%	99.8%	0.0%	
Megújuló termelés aránya, %			22%	22%	22%	22%	55%	95%	95%	22%	22%	22%	22%	55%	95%
Fosszilis kapcsolt termelés aránya, %			0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%
Megújuló és fosszilis kapcsolt termelés aránya, %			22%	22%	22%	22%	55%	95%	95%	22%	22%	22%	23%	55%	95%
Hatékony távhőrendszer			Nem	Nem	Nem	Nem	Igen	Igen	Igen	Nem	Nem	Nem	Nem	Igen	Igen

37. TÁBLÁZAT A SZEGEDI RÓKUSI VÁROSRESZ TÁVHŐRENDSZER JELLEMZŐ EREDMÉNYEI AZ ALAPESET FORGATÓKÖNYVBEN 2030-BAN

			Nincs cél	Megújuló cél, %						Megújuló és kapcsolt cél, %					
				30%	40%	50%	60%	70%	80%	30%	40%	50%	60%	70%	80%
Kapacitás, MWth	Gázkazán	Meglévő	39.6	39.6	39.6	39.6	39.6	39.6	39.6	39.6	39.6	39.6	39.6	39.6	39.6
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Kapcsolt földgáz	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Biomassza kazán	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	3.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	10.0
	Biomassza kapcsolt	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Geotermikus	Meglévő	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Új	1.2	1.2	1.2	1.3	1.2	1.3	1.0	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.0	
Termelés, TJ	Gázkazán	Meglévő	122.3	122.3	122.0	120.7	70.0	68.4	3.6	122.3	122.3	122.3	121.1	70.1	3.6
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Kapcsolt földgáz	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Biomassza kazán	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	52.6	51.9	122.5	0.0	0.0	0.0	0.0	52.7	122.7
	Biomassza kapcsolt	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Geotermikus	Meglévő	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Új	36.4	36.4	36.6	38.0	36.0	38.3	32.6	36.4	36.4	36.4	37.6	35.9	32.4	
Kihasználtság, %	Gázkazán	Meglévő	9.8%	9.8%	9.8%	9.7%	5.6%	5.5%	0.3%	9.8%	9.8%	9.8%	9.7%	5.6%	0.3%
		Új	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	Kapcsolt földgáz	Meglévő	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
		Új	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	Biomassza kazán	Meglévő	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
		Új	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	55.6%	54.9%	38.8%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	55.7%	38.9%
	Biomassza kapcsolt	Meglévő	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
		Új	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Geotermikus	Meglévő	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Új	98.0%	98.0%	97.7%	96.3%	98.4%	95.9%	99.9%	98.0%	98.0%	98.0%	96.7%	98.4%	100.0%	
Megújuló termelés aránya, %			23%	23%	23%	24%	56%	57%	98%	23%	23%	23%	24%	56%	98%
Fosszilis kapcsolt termelés aránya, %			0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Megújuló és fosszilis kapcsolt termelés aránya, %			23%	23%	23%	24%	56%	57%	98%	23%	23%	23%	24%	56%	98%
Hatékony távhőrendszer			Nem	Nem	Nem	Nem	Igen	Igen	Igen	Nem	Nem	Nem	Nem	Igen	Igen

38. TÁBLÁZAT A SZEGEDI TARJÁNI VÁROS RÉSZ TÁVHŐRENDSZER JELLEMZŐ EREDMÉNYEI AZ ALAPESET FORGATÓKÖNYVBEN 2030-BAN

			Nincs cél	Megújuló cél, %						Megújuló és kapcsolt cél, %					
				30%	40%	50%	60%	70%	80%	30%	40%	50%	60%	70%	80%
Kapacitás, MWth	Gázkazán	Meglévő	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Kapcsolt földgáz	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Biomassza kazán	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	3.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	3.0
	Biomassza kapcsolt	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Geotermikus	Meglévő	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Új	0.8	0.8	0.8	0.8	0.7	0.8	0.0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.7
Termelés, TJ	Gázkazán	Meglévő	105.7	105.7	105.6	105.3	55.5	54.5	1.0	105.7	105.7	105.7	105.0	55.7	54.0
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Kapcsolt földgáz	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	0.2	1.0	0.0	0.6
	Biomassza kazán	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	52.8	51.9	130.3	0.0	0.0	0.0	0.0	53.1	51.4
	Biomassza kapcsolt	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Geotermikus	Meglévő	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Új	25.4	25.4	25.7	26.0	23.1	25.0	0.0	25.4	25.4	25.4	25.4	22.5	25.4
Kihasznátság, %	Gázkazán	Meglévő	10.8%	10.8%	10.8%	10.8%	5.7%	5.6%	0.1%	10.8%	10.8%	10.8%	10.8%	5.7%	5.5%
		Új	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	Kapcsolt földgáz	Meglévő	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
		Új	81.8%	81.8%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	81.8%	81.8%	81.8%	78.9%	0.0%	80.5%
	Biomassza kazán	Meglévő	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
		Új	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	55.8%	54.8%	41.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	56.2%	54.3%
	Biomassza kapcsolt	Meglévő	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
		Új	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	Geotermikus	Meglévő	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Új	98.5%	98.5%	98.2%	97.9%	99.6%	98.7%	0.0%	98.5%	98.5%	98.5%	98.5%	99.7%	98.5%
Megújuló termelés aránya, %			19%	19%	20%	20%	58%	59%	99%	19%	19%	19%	19%	58%	58%
Fosszilis kapcsolt termelés aránya, %			0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%
Megújuló és fosszilis kapcsolt termelés aránya, %			20%	20%	20%	20%	58%	59%	99%	20%	20%	20%	20%	58%	59%
Hatékony távhőrendszer			Nem	Nem	Nem	Nem	Igen	Igen	Igen	Nem	Nem	Nem	Nem	Igen	Igen

39. TÁBLÁZAT A SZÉKESFEHÉRVÁRI VÁROSI KOOPERÁCIÓS TÁVHŐRENDSZER JELLEMZŐ EREDMÉNYEI AZ ALAPESET FORGATÓKÖNYVBEN 2030-BAN

			Nincs cél	Megújuló cél, %						Megújuló és kapcsolt cél, %						
				30%	40%	50%	60%	70%	80%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	
Kapacitás, MWth	Gázkazán	Meglévő	151.2	151.2	151.2	151.2	151.2	151.2	151.2	151.2	151.2	151.2	151.2	151.2	151.2	
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	Kapcsolt földgáz	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	Biomassza kazán	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
		Új	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	40.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0
	Biomassza kapcsolt	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Geotermikus	Meglévő	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Termelés, TJ	Gázkazán	Meglévő	158.3	158.3	158.3	158.3	158.3	158.3	58.0	158.3	158.3	158.3	158.3	158.3	158.3	
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	Kapcsolt földgáz	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	Biomassza kazán	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
		Új	560.8	560.8	560.8	560.8	560.8	560.8	560.8	661.0	560.8	560.8	560.8	560.8	560.8	560.8
	Biomassza kapcsolt	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Geotermikus	Meglévő	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Kihasznátság, %	Gázkazán	Meglévő	3.3%	3.3%	3.3%	3.3%	3.3%	3.3%	1.2%	3.3%	3.3%	3.3%	3.3%	3.3%	3.3%	
		Új	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	
	Kapcsolt földgáz	Meglévő	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
		Új	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	Biomassza kazán	Meglévő	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
		Új	59.3%	59.3%	59.3%	59.3%	59.3%	59.3%	59.3%	52.4%	59.3%	59.3%	59.3%	59.3%	59.3%	59.3%
	Biomassza kapcsolt	Meglévő	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
		Új	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Geotermikus	Meglévő	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Új	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	
Megújuló termelés aránya, %			78%	78%	78%	78%	78%	78%	92%	78%	78%	78%	78%	78%	78%	
Fosszilis kapcsolt termelés aránya, %			0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
Megújuló és fosszilis kapcsolt termelés aránya, %			78%	78%	78%	78%	78%	78%	92%	78%	78%	78%	78%	78%	78%	
Hatékony távhőrendszer			Igen	Igen	Igen	Igen	Igen	Igen	Igen	Igen	Igen	Igen	Igen	Igen	Igen	

40. TÁBLÁZAT A SZOMBATHELYI VÍZÖNTŐ UTCAI TÁVHŐRENDSZER JELLEMZŐ EREDMÉNYEI AZ ALAPESET FORGATÓKÖNYVBEN 2030-BAN

			Nincs cél	Megújuló cél, %						Megújuló és kapcsolt cél, %					
				30%	40%	50%	60%	70%	80%	30%	40%	50%	60%	70%	80%
Kapacitás, MWth	Gázkazán	Meglévő	37.4	37.4	37.4	37.4	37.4	37.4	37.4	37.4	37.4	37.4	37.4	37.4	37.4
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Kapcsolt földgáz	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Biomassza kazán	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	30.0	30.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	30.0
	Biomassza kapcsolt	Meglévő	9.0	9.0	9.0	9.0	0.0	0.0	0.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Termelés, TJ	Gázkazán	Meglévő	284.5	284.5	284.5	242.1	208.1	23.5	23.5	284.5	284.5	284.5	255.2	224.5	23.5
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Kapcsolt földgáz	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Biomassza kazán	Meglévő	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	191.4	481.5	481.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	481.5
	Biomassza kapcsolt	Meglévő	220.5	220.5	220.5	189.2	0.0	0.0	0.0	220.5	220.5	220.5	199.4	174.1	0.0
		Új	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Kihasználtság, %	Gázkazán	Meglévő	24.1%	24.1%	24.1%	20.5%	17.7%	2.0%	2.0%	24.1%	24.1%	24.1%	21.7%	19.1%	2.0%
		Új	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	Kapcsolt földgáz	Meglévő	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
		Új	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	Biomassza kazán	Meglévő	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
		Új	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	60.7%	50.9%	50.9%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	50.9%
	Biomassza kapcsolt	Meglévő	78.1%	78.1%	78.1%	67.0%	0.0%	0.0%	0.0%	78.1%	78.1%	78.1%	70.6%	61.7%	0.0%
		Új	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Geotermikus	Meglévő	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Új	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	100.0%	0.0%	
Megújuló termelés aránya, %			44%	44%	44%	52%	59%	95%	95%	44%	44%	44%	49%	56%	95%
Fosszilis kapcsolt termelés aránya, %			0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Megújuló és fosszilis kapcsolt termelés aránya, %			44%	44%	44%	52%	59%	95%	95%	44%	44%	44%	49%	56%	95%
Hatékony távhőrendszer			Nem	Nem	Nem	Igen	Igen	Igen	Igen	Nem	Nem	Nem	Nem	Igen	Igen