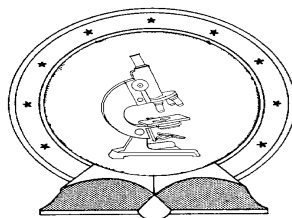


DE TTK



1949

**Fitomassza hőenergetikai felhasználásának komplex elemzése
Ibrány településen**

Egyetemi doktori (PhD) értekezés

Szerző:

Tóth József Barnabás

Témavezető:

Dr. habil. Szegedi Sándor

Tanszékvezető egyetemi docens

Debreceni Egyetem

Természettudományi Doktori Tanács

Földtudományok Doktori Iskola

Debrecen, 2017

Ezen értekezést a Debreceni Egyetem Természettudományi Doktori Tanács Földtudományok Doktori Iskola Tájvédelem és éghajlat programjának keretében készítettem a Debreceni Egyetem természettudományi doktori (PhD) fokozatának elnyerése céljából.

Nyilatkozom arról, hogy a tézisekben leírt eredmények nem képezik más PhD disszertáció részét.

Debrecen, 2017.

a jelölt aláírása

Tanúsítom, hogy Tóth József Barnabás doktorjelölt 2011–2017. között a fent megnevezett Doktori Iskola Tájvédelem és éghajlat programjának keretében irányításommal végezte munkáját. Az értekezésben foglalt eredményekhez a jelölt önálló alkotó tevékenységével meghatározóan hozzájárult. Nyilatkozom továbbá arról, hogy a tézisekben leírt eredmények nem képezik más PhD disszertáció részét.

Az értekezés elfogadását javasolom.

Debrecen, 2017.

a témavezető aláírása

**Fitomassza hőenergetikai felhasználásának komplex elemzése Ibrány
településen**

Értekezés a doktori (PhD) fokozat megszerzése érdekében
a Földrajz tudományágban

Írta: Tóth József Barnabás
okleveles geográfus és okleveles gazdasági agrármérnök

Készült a Debreceni Egyetem Földtudományok Doktori Iskolája
(Tájvédelem és Éghajlat Doktori Programja) keretében

Témavezető: Dr. habil. Szegedi Sándor
Tanszékvezető egyetemi docens

A doktori szigorlati bizottság:

elnök: Prof Dr. Szabó József professor emeritus
tagok: Dr. Kajati György főiskolai adjunktus
Ekéné Dr. Zamárdi Ilona egyetemi docens

A doktori szigorlat időpontja: 2016. 04. 05

Az értekezés bírálói:

.....
.....
.....

A bírálóbizottság:

elnök:
tagok:
.....
.....
.....

Az értekezés védésének időpontja: 2017.

Tartalomjegyzék

1. BEVEZETÉS.....	1
1.1. A TÉMAFELVETÉS INDOKLÁSA	1
1.2. A KUTATÁS RÉSZLETES CÉLKITŰZÉSEI, MEGOLDANDÓ FELADATOK	3
1.3. A KUTATÁS SORÁN ALKALMAZOTT MÓDSZEREK	6
1.3.1. A szakirodalmi áttekintés során alkalmazott módszerek	6
1.3.2. A kutatási terület kiválasztása és lehatárolása során alkalmazott módszerek	6
1.3.3. A biomassza potenciál becslése során alkalmazott módszerek.....	7
1.3.4. A kérdőíves felmérés során alkalmazott módszerek	8
1.3.5. A kiválasztott település energiaigényeinek meghatározása és a gazdaságossági számítások során alkalmazott módszerek.....	10
2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS	12
2.1. ENERGIAFÜGGŐSÉG AZ EU-BAN	12
2.2. AZ EU MEGÚJULÓ ENERGIA POLITIKÁJA	14
2.3. A MEGÚJULÓ ENERGIÁK HELYZETE AZ EU-BAN	16
2.4. A MEGÚJULÓ ENERGIÁK HELYZETE MAGYARORSZÁGON KÜLÖNÖS TEKINTETTEL A BIOMASSZÁRA	18
2.5. BIOMASSZA FELHASZNÁLÁSÚ ENERGIATERMELŐ EGYSÉGEK MAGYARORSZÁGON ..	21
2.6. DECENTRALIZÁLT ENERGIATERMELÉS	28
2.6.1. Decentralizált biomassza felhasználású energiatermelés	29
2.6.1.1. Bella Coola rezervátum energiaautonómiájának lehetősége, projekt tanulmány (Kanada)	30
2.6.1.2. Jühnde az első energetikailag autonóm település, esettanulmány (Németország) ..	31
2.6.1.3. Bollewick a bioenergetikai falu, esettanulmány (Németország).....	32
2.6.1.4. Bio-energetikai beruházások a Visegrádi Négyek országaiiban	33
2.6.1.5. Pornóapáti az első biomassza tüzelésű falufűtőmű Magyarországon	35
2.7. TÜZELŐANYAG ELLÁTÁS BIZTOSÍTÁSA	37
2.8. A DECENTRALIZÁLT BIOMASSZA FELHASZNÁLÁS ÜZEM- ÉS ELLÁTÁSTERVEZÉSRE VONATKOZÓ LEGFONTOSABB SZEMPONTOK	39
2.9. MEGÚJULÓ ENERGIAFORRÁSOK HASZNOSÍTÁSÁRA IRÁNYULÓ TÁMOGATÁSOK MAGYARORSZÁGON	40
2.10. A KUTATÁSI TERÜLET LEHATÁROLÁSA	44
2.11. A KUTATÁSI TERÜLET TERMÉSZETFÖLDRAJZI JELLEMZÉSE	46
3. ÖNÁLLÓ KUTATÁSI EREDMÉNYEK	49
3.1. IBRÁNY GAZDASÁG ÉS TÁRSADALOMFÖLDRAJZI ELEMZÉSE.....	49
3.1.1. A kiválasztott település népességszám változása	50
3.1.2. A kiválasztott település demográfiai helyzete	51
3.1.3. A kiválasztott település lakosságának szociális és gazdasági helyzete.....	52
3.1.4. A kiválasztott település infrastrukturális helyzete	54
3.1.5. A kiválasztott település értékelése	54
3.2. A KUTATÁSI TERÜLET BIOMASSZA POTENCIÁLJÁNAK FELMÉRÉSE	54
3.2.1. A lehatárolt terület tüzelés céljából felhasználható mezőgazdasági melléktermékeinek potenciálja	57

3.2.2. A lehatárolt terület fás szárú biomassza potenciálja.....	65
3.2.3. A lehatárolt terület biomassza potenciáljának területi elemzése.....	67
3.2.4. A lehatárolt zóna fás szárú energianövények termesztésére alkalmas területei	69
3.2.5. A biomassza potenciál érzékenység vizsgálata.....	72
3.3. A VIZSGÁLT TÉRSÉG GAZDÁLKODÓINAK VÉLEMÉNYE A FÁS SZÁRÚ ENERGIANÖVÉNY TERMESZTÉSÉRE VONATKOZÓAN.....	75
3.4. AZ ENERGIASZOLGÁLTATÓK ÉS A GAZDÁLKODÓK ÉRDEKEI.....	84
3.5. IBRÁNY VÁROS ENERGIAIGÉNYÉNEK BECSLÉSE	91
3.6. A VIZSGÁLT TELEPÜLÉS ÖNKORMÁNYZATA ÁLTAL ÜZEMELTETT LÉTESÍTMÉNYEK ENERGIAELLÁTÁSA.....	95
3.7. A VIZSGÁLT TELEPÜLÉS LAKOSSÁGÁNAK HŐENERGIA IGÉNYE.....	104
3.8. A VIZSGÁLT TELEPÜLÉS LAKOSSÁGÁNAK ENERGIAELLÁTÁSA HÁZTARTÁSI LÉPTÉKŰ BERUHÁZÁSOKKAL	105
3.9. A FÜTŐMŰ BERUHÁZÁS FOGLALKOZTATÁSRA GYAKOROLT HATÁSA	118
4. ÖSSZEFOGLALÓ.....	121
4.1. AZ ÚJ ÉS ÚJSZERŰ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK ÖSSZEFOGLALÁSA	121
4.2. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK, A GYAKORLAT SZÁMÁRA HASZNOSÍTHATÓ EREDMÉNYEK	127
5. SUMMARY	128
5.1. THE SUMMARY OF THE NEW AND PARTIALLY NEW SCIENTIFIC RESULTS.....	128
5.2 CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS, RESULTS USEFUL FOR PRACTICE.....	134
IRODALOMJEGYZÉK	136
INTERNETES HIVATKOZÁSOK	144
MELLÉKLETEK.....	146
1. MELLÉKLET	146
2. MELLÉKLET	148
3. MELLÉKLET	149
4. MELLÉKLET	153
5. MELLÉKLET	155
6. MELLÉKLET	156
7. MELLÉKLET	157

1. Bevezetés

1.1. A témafelvetés indoklása

Az emberiség energiaigénye a dinamikus gazdasági fejlődésnek és a népességyarapodásnak köszönhetően folyamatosan növekszik. A fosszilis energiahordozók kitermelése egyre nagyobb léptékben zajlik és a készletek növekvő felhasználása fokozódó gazdasági, politikai és környezeti problémákhoz vezet. A hagyományos energiahordozók készletei korlátozottak, néhány száz, pesszimista becslések szerint pedig akár néhány évtizeden belül kimerülhetnek (SCHULTZ 2005; SCOTT 2005). Napjainkban sok esetben a fosszilis energiahordozók árának csökkenése tapasztalható, viszont a jövőben a fejlődő országok egyre növekvő energiaigénye és az ezzel egyidejű készlet csökkenés világszerte politikai feszültségekhez és tartósan növekvő energiaárakhoz vezethetnek. A legnagyobb problémát azonban a fosszilis energiahordozók felhasználása során a környezetre gyakorolt negatív hatások jelentik, ugyanis közvetve felelősek a globális klímaváltozásért, valamint a levegő és a környezet egyre nagyobb mértékű szennyezéséért. Mivel a jelenlegi energiahelyzet hosszútávon nem fenntartható, ezért napjainkra szükségserűvé váltak a megújuló energiák alkalmazására irányuló kutatások és fejlesztések.

A mai technológiai fejlettség mellett a fosszilis energiahordozók megújuló energiákkal történő kiváltása nem lehetséges, azonban hozzájárulhatnak a jelenlegi energiahordozók kimerülésének késleltetéséhez, valamint egy kevésbé környezetszennyező energiamix kialakításához. Ahhoz, hogy mindez megvalósuljon elsősorban erőteljes szemléletváltásra van szükség.

Napjainkban a megújuló energiák szerepe a világ energiafelhasználásában egyre növekszik, míg 2007-ben 16%-os aránnyal részesedtek a végső energiafelhasználásból, addig a megújuló energia hálózat (REN) 2017-es jelentése szerint 2015-ben már 19,3% volt ez az aránya (REN21 2012; REN21 2017). Ez többek között az 1997-ben aláírt Kiotói Egyezménynek köszönhető, hiszen ekkor a résztvevő iparosodott országok arra kötelezték magukat, hogy széndioxid kibocsátásukat az aláírást követő évtizedben 5,2%-kal az 1990-es szint alá csökkentik (DIXON et al. 2013). A szerződő iparilag fejlett országok hasznosítják a világon megtermelt összes energia 80%-át.

A világ egyik legnagyobb energiafelhasználó közössége az Európai Unió, melynek 2009/28/EK irányelve mérföldkőnek számított a megújuló energiák előtérbe helyezése terén. A dokumentum előíranyozza a közösség számára, hogy 2020-ra a 2009-es báziséhoz képest 20%-al csökkentik az

üvegházhatású gázok kibocsátását, a megújulók arányát 20%-ra növelik a teljes energiatermelésen belül, valamint 20%-al csökkentik az energiafogyasztást az energiahatékonyság javítása révén. Meghatározza továbbá minden EU-s tagállam számára a jogilag kötelező módon elérendő megújuló energetikai részarányt, valamint kötelezi őket nemzeti cselekvési terv készítésére.

Magyarország számára a 2009/28/EK irányelv jogilag kötelező módon minimum 13 százalékban határozta meg a megújuló energiaforrásból előállított energia, bruttó végső energiafogyasztásban képviselt részarányát. Az EUROSTAT 2015-ben elérhető adatai szerint 2014-ben hazánk még csupán 9,5%-os aránnyal rendelkezett.¹

Ahhoz, hogy Magyarország 2020-ra elérje a 13%-os kötelező, illetve az azon felül vállalt 14,65%-os részarányt, számos változásra van szükség gazdasági, politikai és társadalmi szinten egyaránt. Ahogyan arra már több tanulmány is rávilágított, a megújuló energiák elterjedésében a társadalmi elfogadás, illetve a lakossági együttműködése kulcsfontosságú tényező (BUJDOSÓ et al. 2013; TÓTH 2013; BAI et al. 2016). Így elterjedésükhöz és alkalmazásukhoz erőteljes politikai és társadalmi szemléletváltozás szükséges, amely elősegítésében az értekezés eredményei is szerepet játszanak.

A megújuló energiák közül feltehetően a fás szárú biomassa lehet a következő évszázad egyik legfontosabb primer energiahordozója (EC 1997; REDDY et al. 1997; HALL–SCRASE 1998; KARTHA–LARSON 2000; UNDP 2001; BERNDEN et al. 2003). Ezt alátámasztja, hogy a 2017-es REN21 jelentés szerint 2015-ben a hagyományos biomassa 9,1%-kal a legnagyobb arányban részesedett a 19,3%-os megújuló energetikai részarányból. A fenntarthatóság érdekében azonban a természetes erdők kitermelésének fokozása mellett ma már fontos a szántóföldön képződő mezőgazdasági melléktermékek és a rövid vágásfordulójú fás szárú energianövények alkalmazására is figyelmet fordítani.

Világszerte léteznek olyan decentralizált biomassa felhasználású energiatermelő egységek, amelyek képesek ellátni egy-egy település teljes energiaszükségletét. Ilyen létesítmények jellemzően az EU területén találhatók, főleg a hátrányos helyzetű régiókban (lásd 2.6.1. fejezet). Az energiatermeléshez szükséges alapanyaguk túlnyomórészt helyi

¹ 2017-ben a statisztikai módszertan változásai miatt (lásd. 2.4 fejezet) Magyarország megújuló energetikai részaránya elérte a 14,5%-ot (a 2012-es, 2013-as és 2014-es években meg is haladta azt), értekezésemben mégis a 2015 előtt alkalmazott metódus alapján kalkulált adatokat tekintem irányadónak, mivel az empirikus kutatások ebben az időszakban zajlottak.

erőforrásokból származik ami azon túl, hogy munkalehetőséget kínál a helyi lakosság számára, elősegíti a helyi gazdaság élénkülését is. Ezen üzemek működése és ellátási gyakorlata már jól bevált és több évtizedes múltra tekint vissza.

Hazánk számos olyan társadalmi és gazdasági problémával küzd – különösen a hátrányos helyzetű térségekben – melyek mérsékelhetők lennének a megújuló energiák decentralizáltan történő alkalmazásával (TÓTH–BAROS 2009). A fás szárú biomassa alapú energiatermelés, illetve az üzemeltetéshez szükséges alapanyag előállítása és feldolgozása az EU-ban működő példákhoz hasonlóan hazánkban is segítheti a vidéki területek gazdasági és társadalmi helyzetének konzerválását, esetleg kismértékű felzárkóztatását. Fenntartható munkahelyeket biztosíthat és mérsékelheti az energiaköltségeit is (TÓTH–SZEGEDI 2013).

Egy fás szárú biomasszát felhasználó bio-energetikai beruházást megelőzően mindenképpen összetett elemzés készítése szükséges, amely több tudományterületet is érint.

Fontos figyelembe venni, hogy az adott terület természeti adottságai megfelelnek-e a tervezett energiatermelő egység hosszú távú és fenntartható tüzelőanyag ellátására. Az erdészeti fás szárú biomassa és a mezőgazdasági melléktermék potenciál mellett, számításba kell venni a szántóföldön termesztendő rövid vágásfordulójú fás szárú energianövények termesztésének lehetőségét is, hiszen ez lehet a fenntartható energiaellátás kulcsa. Ahhoz, hogy ennek tényleges potenciálja számításba vehető legyen, nélkülözhetetlen a helyi gazdálkodók véleményének és a beruházási döntéshozataluk mechanizmusának megismerése (SZECSEI–SALAMON 2010 A; B; TÓTH et al. 2012; BUJDOSÓ 2012).

Fel kell mérni az adott település energiaszükségletét is, majd olyan gazdasági elemzéseket és terveket készíteni amelyek segítenek az adott terület döntéshozóinak a beruházási elhatározás meghozatalában.

Indokolt tehát komplexen megvizsgálni egy kiválasztott vidéki mintaterületen a fitomassa hőenergetikai felhasználásának lehetőségeit önkormányzati és háztartási szinten, valamint annak hatásait.

1.2. A kutatás részletes célkitűzései, megoldandó feladatok

Doktori értekezésem megírása során fő célkitűzésem volt, hogy több tudomány határterületét érintve megítéljem, hogy egy kiválasztott településen milyen feltételek mellett, milyen alapanyagokból, mekkora üzemi méretben, milyen technológiával érdemes megvalósítani a biomassa-alapú

hőellátást és ennek várhatóan milyen hatásai lesznek gazdálkodói, helyi és térségi szinten.

A fő célkitűzésem elérése érdekében **öt hipotézis** igazolására tettem kísérletet:

1. **hipotézis:** Ibrány városa társadalom és gazdaságföldrajzi tekintetben alkalmas falufűtőművi beruházás megvalósítására.
2. **hipotézis:** A vizsgált település összes hőenergia igénye kielégíthető lenne az optimális szállítási távolságon belül évente képződő mezőgazdasági melléktermékekből és fás szárú biomasszából.
3. **hipotézis:** A lehatárolt terület gazdálkodói ismerik a rövid vágásfordulójú fás szárú energianövényeket, azonban a bizonytalan piaci viszonyok miatt egyelőre nem létesítenek ilyen ültetvényeket.
4. **hipotézis:** Az önkormányzat hőszükségletét biztosító energiatermelő egység építése gazdaságos és hosszútávon fenntartható beruházás lehet.
5. **hipotézis:** A város háztartásainak egyénileg történő biomassza fűtésre való átállása gazdaságos lakossági beruházás lehet.

A célkitűzéseim megvalósítása és hipotéziseim alátámasztásának érdekében vállalt **megoldandó (rész)feladatok** közé az alábbiak tartoztak:

- A nemzetközi és hazai szakirodalomra támaszkodva bemutatni a jelenleg az Európai Unióra és Magyarországra jellemző energiafüggőségi helyzetet, a megújuló energiák, azon belül különösen a biomassza szerepét az EU-s és a hazai energiaellátásban.
- Esettanulmányokon keresztül ismertetni a decentralizált biomassza felhasználású beruházások nemzetközi és hazai gyakorlatát.
- A Széchenyi 2020 keretében kiírt, 2017 szeptemberében aktív, biomassza felhasználásra igényelhető pályázatokat összefoglaló jelleggel bemutatni.
- A hazai szakirodalomra támaszkodva feltárni a kiválasztott település természetföldrajzi adottságait.

- Statisztikai adatok alapján, társadalom és gazdaságföldrajzi elemzést és értékelést készíteni a kiválasztott településről. A hazai szakirodalom által bioenergetikai beruházások tekintetében mérvadónak vélt mutatókat összehasonlítani a kapott eredményekkel.
- A település tüzelőanyag ellátására alkalmas zónáját lehatárolni, elhelyezkedését, infrastrukturális adottságait és felszínborítási tényezőit térképen ábrázolni és elemezni.
- A lehatárolt területen biomassza potenciál becslést készíteni az évente képződő és energetikai célokra felhasználható mezőgazdasági melléktermékekre vonatkozóan.
- A lehatárolt terület fás szárú erdészeti biomassza potenciáljának becslését elkészíteni.
- Meghatározni, hogy a lehatárolt terület mely részei, milyen összterületen alkalmasak rövid vágásfordulójú energetikai növények termesztésére.
- Érzékenységvizsgálatot és scenárió elemzést folytatni a gazdaságos szállítási távolság biomassza potenciálra gyakorolt hatásával kapcsolatban.
- A település körül lehatárolható fás és lágyszárú biomassza beszállítására alkalmas zónában meghatározni azokat a településeket, amelyek a tüzelőanyag termelés legfontosabb bázisai lehetnek.
- A lehatárolt településeken szántóföldi növénytermesztést folytató mezőgazdasági vállalkozókkal személyes adatfelvételt és kérdőíves vizsgálatot folytatni.
- A vizsgálat eredményeit összevetni a hazai szakirodalomban publikált hasonló tanulmánnyal, illetve korábbi kutatási eredményeimmel.
- Megállapítani, hogy a helyi mezőgazdasági vállalkozók mely feltételek megváltozása esetén és milyen területeken telepítenének rövid vágásfordulójú fás szárú energianövényeket.
- Statisztikai adatbázisok és szakértői becslések segítségével felmérni a vizsgált település lakosságának, ipari létesítményeinek és önkormányzatának éves energiaszükségletét.
- Gazdasági elemzéseket készíteni arra vonatkozóan, hogy az önkormányzat által üzemeltetett létesítmények energiaszükségletét hogyan lehetne kielégíteni egy nagyprojekttel, megvizsgálni, hogy ez milyen feltételek mellett

lehet gazdaságos, végül meghatározni, hogy melyek a fenntartható üzemelés kritikus értékei.

- Bemutatni, hogy a helyi lakosság számára milyen energetikai korszerűsítő beruházások állnak rendelkezésre, meghatározni azok gazdaságosságát, valamint bemutatni a legfontosabb ökonómiai sarokszámokat.
- Legvégül meghatározni, hogy milyen hatást gyakorolhat a biomassa felhasználás a helyi foglalkoztatásra.

1.3. A kutatás során alkalmazott módszerek

1.3.1. A szakirodalmi áttekintés során alkalmazott módszerek

Az Európai Unió és Magyarország energiafüggőségi helyzetének és megújuló energia politikájának bemutatására a hazai és a nemzetközi szakirodalom, az Eurostat adatbázisa, valamint az Európai Parlament kiadványai alapján került sor. A hazai biomassa felhasználású erőművi és fűtőművi helyzetkép szemléltetése a Magyar Villamosenergia-Ipari Átvételi Rendszerirányító ZRT. (MAVIR) és a Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal (MEKH) 2015-ös adatai alapján zajlott. A decentralizált biomassa alapú energiaellátás hazai és nemzetközi gyakorlatának bemutatása több nemzetközi és egy hazai esettanulmány részletes bemutatásával történt. A 2017-ben elérhető biomassa felhasználás céljából igényelhető támogatások rövid kivonata a Széchenyi 2020 honlapján elérhető kiírásokból önálló kutatás során készült.

1.3.2. A kutatási terület kiválasztása és lehatárolása során alkalmazott módszerek

Az értekezésben vizsgált település kiválasztása a magyarországi Területi Információs Rendszer (TeIR) adatai alapján, saját értékelést követően, TÓTH (2013) települési mátrixával összevetve zajlott. A szerző Magyarországon egyedülálló módszert dolgozott ki arra, hogy statisztikai adatok alapján, társadalom és gazdaságföldrajzi módszerekkel értékelve mely települések lehetnek alkalmasak bioenergetikai beruházások megvalósítására. Ezen kutatásokra támaszkodva, illetve a TeIR és KSH adatbázisait felhasználva történt Ibrány városának kiválasztása.

A vizsgált település tüzelőanyag szükségletének ellátására alkalmas területének lehatárolásához PINTÉR (2012; 2016) eredményei, illetve saját

számítások kerültek felhasználásra. ArcGIS szoftver segítségével történt az ideális beszállítási zóna lehatárolása.

1.3.3. A biomassza potenciál becslése során alkalmazott módszerek

Az Ibrány körül lehatárolt terület ($r=10,58$ km) mezőgazdasági melléktermékből származó biomassza potenciáljának felmérése a Központi Statisztikai Hivatal, Megyei-Regionális Statisztikai Adatbázis Rendszerének (KSH-MRSTAR) 2009-2013 és a KSH Általános Mezőgazdasági Összeírás (ÁMÖ) 2010 évi adatai alapján történt.

Hazánkban nem létezik olyan adatbázis, amely települési szinten lehetővé tenné a mezőgazdasági fő és melléktermékek pontos hozambecslését, ezért az értekezésben egyedi módszert alkalmazva került sor a térségben évente képződő mezőgazdasági melléktermékből származó biomassza tömegének felmérésére. A potenciál becslés során a KSH-MRSTAR (2009-2013) Szabolcs-Szatmár-Bereg megyére vonatkozó adataiból lett származtatva az egyes települések vetésszerkezete. Természetesen ez nem ad pontos képet a vizsgált területre vonatkozóan, hiszen a megye bizonyos részein a talajtani, meteorológiai és piaci viszonyokhoz igazodva jelentős mértékben eltérhet a vetésszerkezet akár éves viszonylatban is. A települési szintű adatok hiányában azonban ez a módszer meglehetősen pontos képet adhat a települések vetésszerkezetéről. A megoszlás évről-évre változik a vetésszám, a klimatikus viszonyok és a terményárak hatására, így nyilván nem elegendő egyetlen év adataival kalkulálni. Ezért a 2009-2013 közötti évek átlagadatai alapján történt a lehatárolt terület vetésszerkezeti modelljének elkészítése.

A lehatárolt terület vetésszerkezetének meghatározását követően az Agrárgazdasági Kutatóintézet (AKI) 2009-2013, valamint a hazai szakirodalom átlag értékeire támaszkodva zajlott a mezőgazdasági termelés során képződő melléktermékek hektáronkénti fajlagos hozamának becslése. Természetesen ez esetben sem lehetett törvényszerű adatokkal kalkulálni, mivel az egyes évek időjárása, az alkalmazott növény fajtája és a termesztéstechnológia folyamatosan változik. Ezért a kalkulációk az AKI 2009-2013 évek átlagadatai és a hazai szakirodalomban meghatározott átlaghozamok alapján történtek.

A település fás szárú biomassza potenciáljának felméréséhez a WWF Magyarország (World Wildlife Fund, Természetvédelmi Világalap) és a Mezőgazdasági Szakigazgatási Hivatal (MgSZH) 2015-2019-es erdészeti ciklusra szóló előrejelzései kerültek felhasználásra.

A lehatárolt zóna felszínborításának és biomassza eloszlásának vizsgálata a CLC (Corine Land Cover) 2006-os térképi adatbázis alapján történt. A CLC legkisebb térképezett folt mérete 25 hektár, a legkeskenyebb térképezett vonalas elem (pl. út, folyó) szélessége pedig 100 méter. Ez 1:100 000 térképezési méretarányának felel meg, tehát pontos becslésre nem alkalmas, viszont jól szemlélteti az értekezés során használt numerikus adatbázisok biomassza tömegének valós földrajzi eloszlását. A CLC-nek 44 tematikus osztálya van (Internet-1), melyek közül elkülönítésre kerültek az energetikai szempontból hasznosítható és egyéb területek. Az eredmények ArcGIS szoftver segítségével térképen kerültek ábrázolásra.

A rövid vágásfordulójú energianövények termesztésére alkalmas területek kiterjedésének és földrajzi eloszlásának vizsgálata a WWF Magyarország adatbázisa alapján történt. A WWF Magyarország 2011-ben készítette el a fás szárú energianövények telepítésére alkalmas területeket lehatároló térképi adatbázisát. A szervezet három fafaj (fűz, akác és nyár) területi igényei alapján azokat a szántó művelési ágba tartozó területeket vette számításba, amelyeknél a száz pontos talajértékszám 50 alatti, illetve a termőréteg vastagsága legalább 40 cm. Fafajonként számításba került még a fizikai talajféleséggel szemben támasztott igény, és a vízgazdálkodással szembeni szükséglet is. Ez alapján a szervezet kistérségi bontásban meghatározta az egyes területeken termesztendő energianövények hozamát és energiatartalmát. A számításaimhoz és a térképek elkészítéséhez a szervezetnek a területet érintő adatbázisaira támaszkodtam.

Legvégül a biomassza potenciál felmérés eredményeire építkezve érzékenységvizsgálat készült, melyben matematikai módszer segítségével lett meghatározva, hogy a gazdaságos szállítási távolság változása hogyan hat az energetikai potenciálra.

1.3.4. A kérdőíves felmérés során alkalmazott módszerek

A helyi mezőgazdasági vállalkozók rövid vágásfordulójú fás szárú energianövényekkel kapcsolatos véleményének és információbázisának felmérése személyes interjúkkal és kérdőíves vizsgálatokkal zajlott. A kvantitatív kutatási módszerek közé tartozó kérdőíves felmérésnek, a kutatási téma, a mintavételi eljárás, a kérdések típusa és a lekérdezési eljárásmodok függvényében számos módja lehet (VICSEK 2006; MOLNÁR 2010; MARJAINÉ SZERÉNYI 2011; NAGY 2012). Értekezésemben személyes lekérdezést alkalmaztam amelynek előnye, hogy a személyes kontaktus révén egyéb kiegészítő ismeretek is megszerezhetők. A módszer hátránya, hogy a komplex információk megszerzésének lehetősége relatíve magas

költséggel és időráfordítással jár, valamint kellő felkészültséggel rendelkező kérdezőt igényel (MOLNÁR 2010). Tovább erősíti az adatgyűjtési módszer indokoltságát, hogy az internetes, illetve postai úton kézbesített kérdőíves felmérések során gyakran nem az adott vállalkozás fő döntéshozója tölti ki a kérdőíveket. Pedig ezen személyek véleményének és ismeretanyagának a megismerése lenne a legfontosabb, hiszen ők döntenek a nagyobb értékű beruházásokkal kapcsolatban. Előfordulhat, hogy a megkérdezett gazdálkodók a kérdőív kitöltése során gyűjtenek információt a kérdőívben szereplő kérdésekkel kapcsolatban. Így nyilván torzítás keletkezhet a kérdezőbiztos által kitöltött és az online, valamint postai úton kiküldött kérdőívek között. Előnye még a személyes interjúknak, hogy a kérdések megválaszolásán túl olyan információkat is közölhetnek a megkérdezettek, amelyek nem szerepeltek a vizsgálat tárgyát képező kérdéskörben. Mégis azok lényeges és fontos információtartalommal bírnak a kutatás szempontjából.

Az értekezés esetében a személyes felvételezési módszer legnagyobb problémáját az egyedi célközönség jelentette, hiszen jelenleg nem létezik olyan hivatalosan hozzáférhető adatbázis, ami személyes információkat közölne a mezőgazdasági termelőkről. Így csak relatíve kisszámú gazdaság vezetőjét (a szántóföldi növénytermesztést folytató mezőgazdasági vállalkozók 1,009%-át) sikerült személyesen felkeresni és velük interjút készíteni a mintaterületen. Ki kell azonban hangsúlyozni, hogy ezek a személyek művelik a lehatárolt zóna összes termőterületének 14,34%-át. A térség gazdálkodóinak felkereséséhez – személyes információkat tartalmazó nyilvános adatbázis hiányában – csak a véletlen kiválasztáson alapuló "random-walk" módszer jöhetett számításba (BABBIE 2003).

Az alapsokaság meghatározásához a rendelkezésre álló KSH ÁMÖ 2010 adataira, továbbá a földterület művelési ágak szerinti használatának megyei adatsoraira támaszkodtam.

Kérdőíves felmérés két alkalommal 2011-ben és 2015-ben zajlott a kutatási területen. A 2011-es felvételezés célja volt megismerni a mezőgazdasági vállalkozók ismeretanyagát, általános szemléletét és telepítési szándékát a rövid vágásfordulójú fás szárú energianövényekkel kapcsolatban.

A második mintavételezésre azért került sor, mivel a biomassza alapú energiatermelésben 2011 és 2015 között bekövetkező változások ezt erősen indokolták. Az ország területén több, Szabolcs-Szatmár-Bereg megyében pedig az egyetlen biomassza felhasználású erőmű (a szakolyi biomassza erőmű) bezárásra került. Ennél fogva nyilvánvalóvá vált, hogy a gazdálkodók megítélése, telepítési szándéka és a telepített területek kiterjedése számottevően változhatott.

A 2015-ös felmérés fő célja volt a tudásanyagban, a megítélésben, a telepítési szándékban és a telepített területek kiterjedésében bekövetkező változások nyomon követése. Ennek érdekében törekedtem arra, hogy a 2015-ös felmérés során ugyanazon 50 gazdálkodó kerüljön megkérdezésre mint 2011-ben. A 2011-ben ültevénnel rendelkező gazdálkodókat sikerült felkeresnem a 2015-ös terepi kiszállások alkalmával is. Azonban összességében 72%-ban sikerült ugyanazon termelőket felkeresni, mint korábban. A hiányzó mintaszám pótlása új gazdálkodók felkutatásával történt.

A vállalkozók véleményének és döntést befolyásoló tényezőinek feltárása során a 2011-es felmérés eredményeire támaszkodtam. Ennek oka, hogy közel azonos időben a Nyugat-dunántúli régióban is zajlott egy hasonlóan kis mintaszámú, gazdálkodókkal folytatott kérdőíves vizsgálat (SZECSEI–SALAMON 2010), így eredményeim összehasonlíthatók az ország más területén jellemző folyamatokkal.

1.3.5. A kiválasztott település energiaigényeinek meghatározása és a gazdaságossági számítások során alkalmazott módszerek

A település összes hő- és villamosenergia igényének becsléséhez, valamint a lakossági, ipari és önkormányzati energiaigények felbontásához a KSH Település Statisztikai Adatbázis Rendszerének (KSH-TSTAR 2009-2013) ötéves átlagadatait elemeztem. Az adatbázis külön kezeli a lakosság számára az adott évben szolgáltatott fűtésre felhasznált gáz és villamosenergia mennyiségét, valamint az összes szolgáltatott gáz mennyiségét. Ebből az ipari létesítmények és az önkormányzat által üzemeltetett épületek energiaigénye csak úgy számítható, ha az összes szolgáltatott gáz és villamosenergia igényekből levonjuk a lakosság részére szolgáltatott mennyiséget. Így külön kezelhetővé válik a lakossági és az ipari, önkormányzati energiaigény. A további bontáshoz feltétlenül szükség van az önkormányzat energiafelhasználási adataira. Sajnos a helyi önkormányzat érdemi együttműködésének hiányában a további bontásra nem kerülhetett sor. Ezért energetikai szakértő bevonásával lett megbecsülve az önkormányzat által üzemeltetett 11 létesítmény havi és éves szintű hőenergia szükséglete. A szakértői munkát a Sinergy Energiaszolgáltató, Beruházó és Tanácsadó Kft. (Alteo Group) Értékesítési és Projektfejlesztési Divíziójának projektmérnöke Balázs László végezte. A város önkormányzatának energetikusa (Tihor József energetikai mérnök, Ibrány Város Gazdasági Műszaki Ellátó és Szolgáltató Szervezete) az értekezésben használt becsléseket megismerte és azokat reálisnak ítélte.

A város önkormányzatának hőenergia igényeit kiszolgáló energiatermelő egység kapacitásának meghatározása, üzemelési tervének összeállítása és beruházási költségének árajánlata szintén a Sinergy Kft. szakértői becslése alapján történt. A költség-haszon elemzések során a 2017 évi aktuális tüzelőanyag és energia árak kerültek felhasználásra (lásd 6. mellékletek). A gazdasági kalkulációk során a hazai szakirodalom módszerit alkalmaztam. A beruházás-elemzéseknél és a kamatláb meghatározása során a 2017-ben irányadó jegybanki alapkamatot (0,9%) vettem alapul, hiszen mind az önkormányzat, mind a lakosság esetén kockázatmentes hozamokról beszélhetünk.

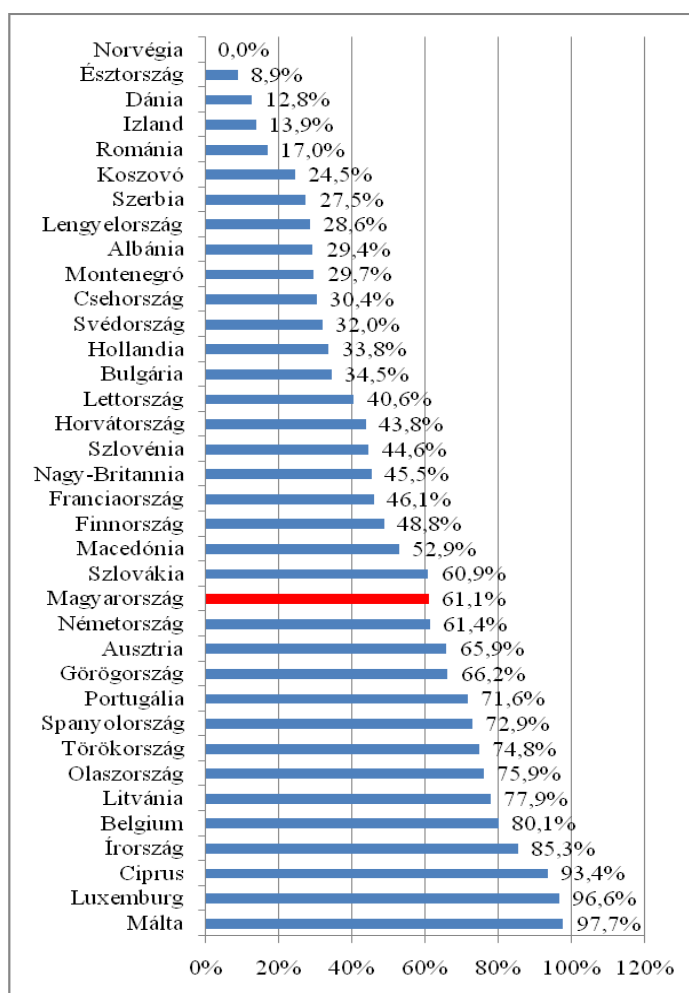
A lakosság egyéni hőenergia szükségletének becslése a hazai szakirodalomra támaszkodva történt. Az átlagos családi ház hőszükségletét ellátó kazán paramétereit a Thermo-Totál Épületgépészeti és Kereskedelmi Kft. határozta meg. A biomassza kazánok üzemeltetéséhez szükséges kémény méretezését megkeresésemre a Leier Hungária Kft. készítette. A kazánok beszerelésére és beüzemelésére Krutilla Mihály Tibor víz- gáz-fűtésszerelő vállalkozó, a kémények megépítésére pedig a Voxbau Kft. nyújtott árajánlatot. A kazánok beszerzési ára több webáruház átlagára alapján lett meghatározva. A tüzelőanyagok fajlagos költségének meghatározásánál a 69/2016. (XII. 29.) NFM rendelet (a földgázpiaci egyetemes szolgáltatáshoz kapcsolódó értékesítési árak megállapításáról és alkalmazásáról) és a KSH adatbázisában fellelhető értékek voltak irányadók. Az egyes tételek árát és azok forrásának megjelölését a 7. melléklet tartalmazza.

Végül a vidékfejlesztési hatások számszerűsítéséhez a hazai szakirodalom fajlagos értékeit és saját számításokat alkalmaztam.

2. Szakirodalmi áttekintés

2.1. Energiafüggőség az EU-ban

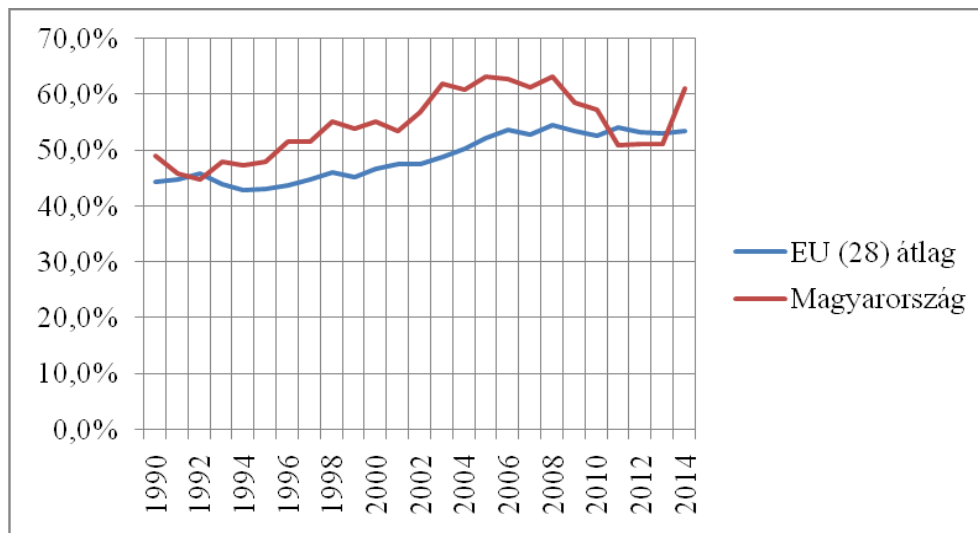
2014-ben az EU-ban felhasznált energia 53,4%-a import energiaforrásokból származott. A nyersolaj közel 90%-a, a földgáz 66%-a, az egyéb szilárd energiahordozók (pl.: szén) 42%-a az EU-n kívülről érkezett. 2014-ben az összes uniós import több mint egyötödét tették ki ezen energiahordozók, mintegy 400 milliárd euró értékben (Internet-2). A közösség tagállamai közül legnagyobb mértékben Málta, Luxemburg, valamint Ciprus szorul energia importra, függőségük közel 100% (1. ábra).



1. ábra. Európa országainak energiafüggősége 2014-ben (%)
(forrás: Internet-3 alapján saját szerkesztés)

Különösen függő helyzetben van az EU energiaellátása Oroszországtól, hiszen 2014-ben innen érkezett az olajimport harmada, a gázimport 39%-a, valamint a szilárd energiahordozók 26%-a. Hat tagállam (Bulgária, Észtország, Finnország, Szlovákia, Lettország és Litvánia) teljes gázszükséglete kizárólag Oroszországtól függ, közülük három (Szlovákia, Lettország és Litvánia) teljes energiaszükségletének több mint negyedét földgázból fedezte a 2014-es évben. Az Oroszországból származó energiaellátás 2013-ban az EU földgázbehozatalának 39 %-át, illetve az EU gázfogyasztásának 27 %-át tette ki. Oroszország gázkivitelének 71 %-a az EU-ba irányul, ezen belül a legnagyobb mennyiséget Németországba és Olaszországba exportálja (EURÓPAI BIZOTTSÁG 2014).

Ez nemcsak gazdasági szempontból, de stratégiai is kiszolgáltatott helyzetbe sodorja az EU-t. Az utóbbi években egyre több és egyre aggasztóbb esemény figyelmeztette arra a közösséget, hogy változtasson energiastratégiáján. Ezen események legkiéleztettebb megnyilvánulása a 2008. év végén kezdődő és 2009. év elején kibontakozó orosz-ukrán gázvita volt, melynek végkifejleteként Oroszország leállította az Európába irányuló földgáz exportját. Hasonló veszéllyel fenyegetett a 2014-ben kirobbant orosz-ukrán fegyveres konfliktus is, amely továbbra is veszélyezteti a közösség energiaellátását.



2. ábra. Az EU és Magyarország energiafüggőségének alakulása 1990 és 2014 között (%)
(forrás: Internet-3 alapján saját szerkesztés)

Igaz, az EU erőfeszítései folyamatosak az energiafüggőségének csökkentésére, mégis érdemi előrelépés nem tapasztalható, hiszen 1990-2014 között (2. ábra) 9,1 %-kal nőtt a közösség függősége (Internet-3). Az

EU energiatfüggőségének csökkentésére legutóbb 2014-ben történt javaslattétel az Európai Bizottság részéről. Ez alapján az energiaforrások és a szolgáltatók diverzifikációja, az energiafogyasztás csökkentése, az energiatermelés fejlesztése, valamint a megújuló energia források előtérbe helyezése segíthet leginkább az energiatfüggőség mérséklésében (Internet-2). A javaslatok ellenére az energiatfüggőség 2015-re tovább fokozódott, ami 53,4%-ról 54%-ra történő növekedést jelentett (Internet-3).

A továbbiakban az EU energiatfüggőségének csökkentésére irányuló törekvései közül kifejezetten a megújuló energiaforrások előtérbe helyezésére fókuszáló EU-s irányelvek, illetve Bizottsági javaslatok kerülnek bemutatásra.

2.2. Az EU megújuló energia politikája

Az EU megújuló energia politikájának jelenlegi formájáig hosszú út vezetett, amelynek első lépése az 1997. évi Fehér Könyv elfogadása volt. Ebben az EU közössége azt a célt tűzte maga elé, hogy 2010-re az összes energiafogyasztásának 12%-át, a villamosenergia-fogyasztásának pedig 22,1%-át megújuló energiaforrásokból állítsák elő.

Az EU 2004-es bővítését követően új célkitűzés következett, mégpedig, hogy közösségi szinten az elektromos áram 21%-át megújuló energiaforrásokból fedezzék. Érdemi előrelépés azonban nem történt a 2010-es célok elérése felé, ezért átfogóbb jellegű jogszabályi keretrendszert kellett kialakítani.

A „Megújulóenergia-útiterv – Megújuló energiák a XXI. században: egy fenntarthatóbb jövő építése” (EURÓPAI BIZOTTSÁG 2007) című közleményben a Bizottság már azokat a kötelező célokat tűzi ki, hogy a tagok 2020-ra az uniós energiafogyasztás 20%-át megújuló energiaforrásokból fedezzék, a bioüzemanyagok részesedése 10%-ára emelkedjen a közlekedésre használt üzemanyagok között, továbbá új jogszabályi kereteket alakítsanak ki a közösség tagállamai számára.

Igazán nagy előrelépést azonban csak a 2009-ben elfogadásra került, a megújuló energiaforrásokból előállított energiáról szóló 2009/28/EK irányelv jelentett, amely előírta, hogy 2020-ra az EU energiafogyasztásának 20%-a kötelező módon megújuló energiaforrásokból származzon. Ehhez kötelező érvényű nemzeti célkitűzéseket rendelt, természetesen a tagállamok különböző kiinduló helyzetét és természeti adottságait figyelembe véve. Az irányelv javaslatokat is megfogalmazott a tagállamok által a céljaik elérése érdekében alkalmazható különféle mechanizmusokra (Internet-4).

A tagállamoknak – köztük Magyarországnak is – 2010-ben a megújuló energia hasznosításra vonatkozó nemzeti cselekvési tervekkel kellett készíteniük. A Bizottság 2011-ben és 2013-ban (Internet-5; Internet-6) értékelte a tagállamok által a megújuló energiaforrásokra vonatkozó 2020-as célkitűzéseik megvalósítása terén elért eredményeket. Ennek során az Európai Bizottság a jövőbeli előrehaladást illetően aggályát fejezte ki, annak ellenére, hogy az Eurostat 2015-ös adatai szerint 2012-ben az EU-28-ban a megújuló energiák már az energiafogyasztás 14%-át fedezték.

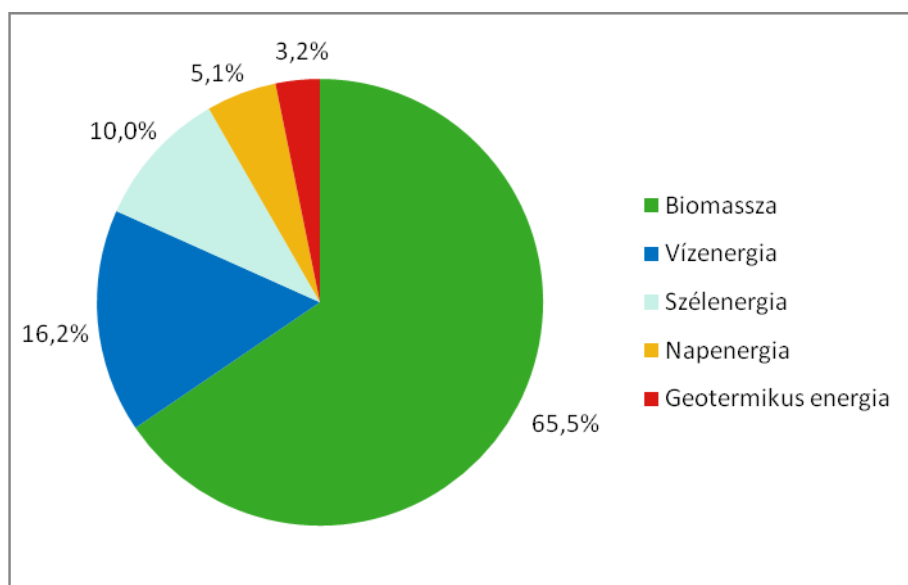
2012-ben a Bizottság a „Megújuló energia: az európai energiapiac egyik meghatározó tényezője” című, közleményében (Internet-7) meghatározta azokat a területeket, ahol 2020-ig fokozni kell az erőfeszítéseket annak érdekében, hogy az EU megújuló energia előállítása tovább növekedhessen. Ez alapján alapvető céllá vált, hogy a továbbiakban a megújuló energiákkal kapcsolatos technológiák olcsóbbá és versenyképesebbé váljanak, továbbá, hogy a fosszilis üzemanyagok támogatásának fokozatos megszüntetésével, egy jól működő szénpiac kialakításával és a megfelelően tervezett energiaadók bevezetésével ösztönözzék a megújuló energiákba történő beruházásokat.

2013-ban került kiadásra a „2050-ig szóló energiaügyi ütemterv” című közlemény (EURÓPAI BIZOTTSÁG 2013/B), melyben a Bizottság rámutatott, hogy a megújuló energiák kulcsfontosságú szerepet játszanak az EU hosszú távú stratégiájában. Az ebben a dokumentumban felvázolt ütemterv szerint 2030-ra a megújuló energiák aránya eléri a 30%-ot. Az ütemterv azonban azt is előrejelzi, hogy a megújuló energiák arányának növekedési üteme 2020 után újabb közbelépések hiányában visszaeshet.

A legutóbb kiadott „Az éghajlat- és energiapolitika 2030-ra szóló kerete” (EURÓPAI BIZOTTSÁG 2013/A) című Zöld Könyvben az Európai Bizottság azt a javaslatot terjesztette elő, hogy a 2020-at követő időszakra ne hosszabbítsák meg a megújuló energiára vonatkozó kötelező nemzeti célkitűzéseket. A kötelező erejű célkitűzés pedig az legyen, hogy csak uniós szinten legyen cél az energiafogyasztás 27%-os megújuló energetikai részaránya.

2.3. A megújuló energiák helyzete az EU-ban

Az Eurostat 2015-ben elérhető adatai alapján az EU energiamixében a megújuló energiák részaránya 15%-ot tett ki 2013-ban (Internet-8), melyből legnagyobb arányban a biomassza (65,5%) a víz (16,2%) és a szél (10%) részesedtek, a nap (5,1%) és a geotermikus energia (3,2%) pedig csak kis százalékban volt jelen (3. ábra).



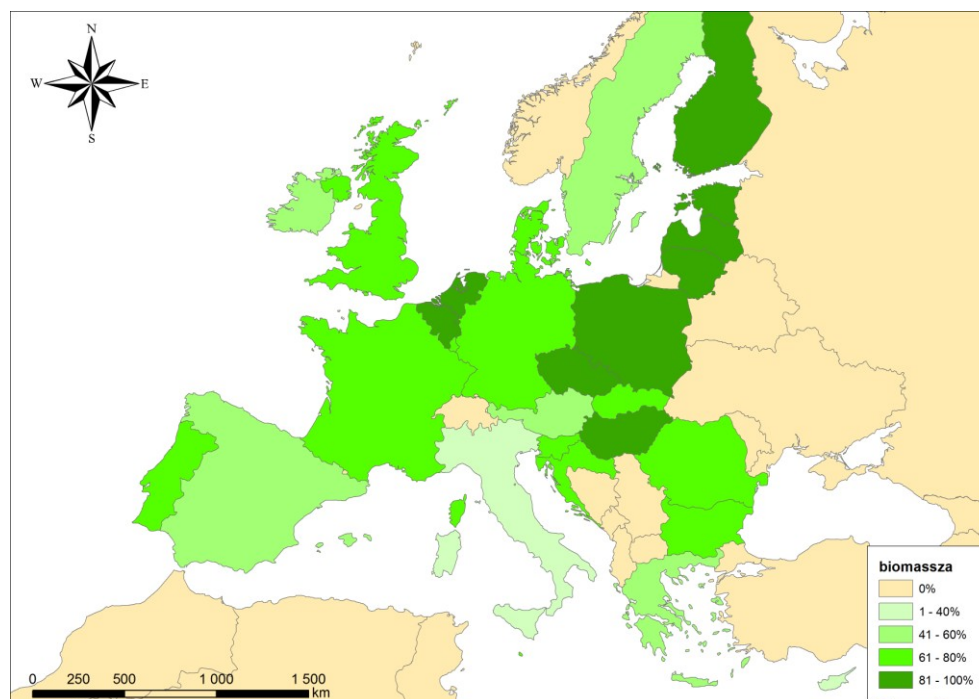
3. ábra. A megújuló energiaforrások egymáshoz viszonyított aránya az EU megújuló energia felhasználásában (2013)
(forrás: Internet-9 alapján saját szerkesztés)

A közösség összes megújuló energia előállításából legnagyobb arányban Németország részesedik 18,6%-kal, amelyet Franciaország (11,7%), Svédország (10,4%) és Olaszország (10,1%) követ. Ez a négy ország teszi ki az EU megújuló energia felhasználásának 50%-át.

Az EU tagállamainak energiamixében jelentős különbségek tapasztalhatók, amelyek leginkább az adott tagország természeti és klimatikus adottságaira vezethetők vissza. Jól szemlélteti a természetföldrajzi adottságokból eredő különbségeket, hogy míg 2013-ban Ciprus megújuló energia termelésének több mint kétharmadát (62,5%) a napenergia adta, addig a hegyekkel tagolt Ausztria (38,2%), Szlovénia (35,7%) és Horvátország (32%) energiamixében a vízenergia (EU átlag 16,4%) tölt be fontos szerepet. Olaszország megújuló energia előállításában kiemelkedő (27,7%) a geotermikus energia szerepe, Írországra (51,5%), Portugáliára (18,4%), Angliára (27,4%), Dániára (31,3%) és

Spanyolországgra (27,2%) pedig a nagyarányú szélenergia hasznosítás jellemző (Internet-9; Internet-10; Internet-11).

Az Eurostat (2013) adatai szerint a biomassa (65,5%) szinte minden tagállam megújuló energia ellátásában jelentős szerepet töltött be (4. ábra). Az EU legnagyobb biomassa hasznosító országainak 2013-ban Észtország (96,1%), Litvánia (92,8%) és Lengyelország (92%) bizonyultak, melyek megújuló energia előállításában betöltött szerepe 90% körül alakult. Az EU 28 országa között viszonylag alacsonyabb bioenergetikai részaránnyal bír Ciprus (21,2%), Olaszország (36,7%) és Spanyolország (41,7%), azonban ezek részaránya is 20-40% (Internet-12).



4. ábra. A biomassa részaránya az EU megújuló energia termelésében a 2013-as évben (%)
(forrás: Internet-12 alapján saját szerkesztés)

Mindezek alapján elmondható, hogy a biomassa, mint megújuló energiaforrás központi szerepet tölt be az EU közösségének energiaellátásában.

2.4. A megújuló energiák helyzete Magyarországon különös tekintettel a biomasszára

A KSH és az Eurostat 2013-as adatai alapján Magyarország energiafüggősége (52,3%) az EU 28 átlagával (53,4%) szinte megegyezően alakult (Internet-3). Ez az EU-hoz hasonlóan gazdasági és stratégiai szempontból egyaránt kiszolgáltatott helyzetbe sodorja hazánkat a környező államokkal, de legfőbbképpen Oroszországgal szemben. A függőség csökkentésének kulcsa – ahogyan arról már az előző fejezetekben is szó esett – leginkább az energiaforrások és a szolgáltatók diverzifikációjában, az energiafogyasztás csökkentésében, az energiatermelés fejlesztésében és a megújuló energiaforrások részarányának növelésében rejlik.

Az Európai Parlament és Tanács 2009-ben aláírta a 2009/28/EC irányelvet (a továbbiakban RED irányelv), amelynek értelmében az EU közössége 2020-ra – többek között – az üvegház hatású gázok kibocsátásának 20%-al történő mérséklését, valamint 20%-os megújuló energetikai részarány elérését tűzte ki célul, illetve minden tagállam számára kötelező érvényű nemzeti célkitűzéseket rendelt.

A RED irányelve Magyarország számára 2020-ra – jogilag kötelező módon - minimum 13%-ban határozta meg a megújulókból előállított energia bruttó végső energiafogyasztásban képviselt részarányát. Azonban a zöldgazdaság-fejlesztés nemzetgazdasági jelentőségét, a foglalkoztatásra gyakorolt hatását és a hazai értékteremtésben kijelölt szerepét figyelembe véve, Magyarország a minimum célszámot meghaladó, 14,65% elérését tűzte célul (NCST 2010).

Az Eurostat adatbázis 2015-ben elérhető adatai alapján Magyarország végső energiafelhasználásában a megújuló energiák aránya 2013-ban 9,8% volt, melyből legnagyobb arányban, 89,9%-ban a biomassza részesült (Internet-8; Internet-12).

2017 márciusában a Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal (MEKH) új, a háztartások energiafelhasználására vonatkozó statisztikát tett közzé, amelyben a legjelentősebb változtatás a tüzfelfelhasználás új számítási módja volt. A háztartások fűtési célú energiafelhasználásának újraszámítása részben az Európai Bizottság 431/2014 rendeletének végrehajtásából következik, amely részletes adatszolgáltatási kötelezettséget ír elő a tagállamok számára a háztartási energiafelhasználásról. Ez a rendelet csak az adatok részletezettségét szabályozza, nem kötelezi a tagállamokat arra, hogy megváltoztassák a tüzfelfelhasználás elszámolásának módszertanát. A legfontosabb módszertani változás az volt, hogy a korábbi, főként erdészeti statisztikákon alapuló adatok helyett a háztartási energiafelhasználást felmérő

adatfelvételtől számítják a tűzifa felhasználást. A KSH a 2009 óta rendszeresen végzett háztartási költségvetési és életkörülmény adatfelvételét egészítette ki a háztartások energiafelhasználására vonatkozó kérdésekkel. Ez a háztartások közvetlen megkérdezésén alapuló felmérés az alapja az új előírás szerinti, részletesebb lakossági energiafelhasználási adatok előállításának. Az eredmények ellenőrzése érdekében a MEKH bevonta a Magyar Mérnöki Kamarát (MMK), amely a hazai lakóépület-állományra végzett épületenergetikai számításokat, és ezek alátámasztották a lakossági fűtési igény jelentősen megnövekedett mértékét. Az új fűtési célú energiafelhasználást a MEKH nemcsak 2015-re, hanem a 2010-2015-ös időszak minden évére kiszámította, mely adatok már nemcsak a hazai intézmények, hanem az Eurostat adatbázisában is megjelennek. Az átszámolás eredményeképpen a hazai háztartási biomassza felhasználás jelentősen kiugrott, a vizsgált időszakban átlagosan több mint 2,5-szeresére növekedett éves szinten. Ez azért jelentős változás, mert korábban is a háztartási tűzifa adta a megújuló energiatermelésünk gerincét (az új módszertan alapján pedig közel 80 százalékát), így a tűzifa-felhasználás növekedése jelentősen megnöveli a teljes hazai megújuló energiafelhasználást. Míg Magyarországon 2011-ben az átszámolás előtt 30,3 PJ-ra becsülték a lakossági tűzifa-felhasználást, a változtatás után 76,2 PJ-ra nőtt, vagyis a primer energiafelhasználás 7,91%-ára.

Az erdészeti biomassza kitermelés és felhasználás oldali statisztikái hosszú ideje nagyságrendileg eltérnek egymástól. A Budapesti Corvinus Egyetem, Regionális Energiagazdasági Kutatóközpontja (REKK 2009) 2009-ben egy Magyarországra vonatkozó fapiaci elemzést tett közzé, amelynek a legfontosabb megállapítása, hogy a KSH háztartásstatisztikája alapján számolt lakossági tűzifa felhasználás négy-ötszöröse a hivatalos erdészeti kitermelési adatokból számítottak. Eszerint az elemzés szerint, illetve az Eurostat átszámolás szerint felmerülhet a kérdés, hogy vajon a háztartások becsülik jelentősen felül a tűzifa felhasználásukat, vagy jórészt ismeretlen eredetű, illegálisan kitermelt fát használnak fel Magyarországon. A 2009-es tanulmány szerint az illegálisan kitermelt famennyiség 3-3,5 millió m³ (2,1-2,5 millió tonna) körül alakulhat (REKK 2009).

Az előzőekben bemutatott jelentős statisztikai módszertan változásnak nyilvánvalóan számos következménye lesz a hazai megújuló energiaszektorra, azon belül is az új technológiák támogatására. A növekedéssel ugyanis *"Magyarország lényegében elérte a 2020-ra vonatkozó célkitűzését, hiszen a megújuló energiaforrásokból előállított energia felhasználásának részaránya 2015-re 14.5%-ra növekedett, ami minimális távolságra van a vállalt 14,65%-tól, és meghaladja az EU által előírt 13%-ot"* (MEZÖSI-PATÓ-SZABÓ 2017). A módosításnak köszönhetően

a hazai döntéshozókon nincs közvetlen beavatkozási kényszer, vagyis a megújuló energiahordozók tekintetében nincs szükség további támogatás kiosztására ahhoz, hogy az EU felé vállalt célok megvalósuljanak.

Mindezek ellenére Magyarországon a megújuló energiaforrások támogatásának továbbra is fontos célnak kell maradnia, hiszen 2014-ben az energianyerésre felhasznált kőolajtermelésének közel 90%-át, a földgáz szükségletének pedig 80%-át importálta, továbbá az összenergia-mérlege is az import-energia (65%) javára dőlt el (KSH 2016).

Magyarország primer energia felhasználása 2014-ben 963 PJ körül alakult (KSH 2016). Az ország teljes biomassza készlete BAI et al. 2002-es kalkulációja alapján 350-360 millió tonnára becsülhető, amelyből 105-110 tonna évente újraképződik. LUKÁCS (2007) tanulmánya szerint a magyarországi kutatók és kutató intézetek eltérő biomassza-energetikai potenciált becsültek 2007-ben, ami 297-417 PJ/év között szóródik. A European Environment Agency (EEA) 2006-ban az előbbiektől eltérően környezetbarát potenciált határozott meg. Előrejelzése szerint Magyarország biomassza energetikai potenciálja 2010-ben 147 PJ/év, 2020-ban 189 PJ/év, 2030-ban pedig 231 PJ/év lesz. Ebből következik, hogy környezetvédelmi szempontokat is figyelembe véve, fenntartható módon az ország primer energia előállításának akár 19 %-a biomasszából is fedezhető lenne.

A decentralizált biomassza alapú energiatermelés elterjedése amellett, hogy szilárdítaná hazánk energiapolitikai biztonságát, nemzetgazdasági szempontból is rendkívül fontos szerepet tölthetne be, hiszen hatást gyakorol a foglalkoztatásra, valamint a hazai értékteremtésben is szerepet játszhat. A Nemzeti Cselekvési Terv (2010) becslései szerint legalább 150-200 ezer, ezen belül a megújuló energia iparágban 70 ezer munkahely létrehozását biztosíthatják a megújuló energiák. A bővülés a társadalom széles spektrumát érintené a magas szellemi hozzáadott értéket igénylő K+F+I szektorban tevékenykedő képzett szakemberektől, egészen a fizikai munkát végző személyekig. A megújuló energiaforrások közül a biomassza termelés, feldolgozás és felhasználás igényli a legtöbb élők munkáját (BÍRÓ 2012; RÁTONYI 2013). A decentralizált biomassza alapú energia (vagy a működéshez szükséges alapanyag) termelése sok esetben olyan településeken valósulhatna meg, ahol jövedelemszerzés tekintetében nincs más alternatíva. Természetesen mindez nem jelent egyértelmű kilábalási lehetőséget a hátrányos helyzetű vidéki településeken élők számára, de a jövedelemszerzés és a megélhetés egyik eszköze lehet.

Az eddigi irodalmi források alapján elmondható, hogy Magyarországon a biomassza alapú energiatermelés fontos szerepet tölthetne be az energiafüggőség csökkentésében, az energiaellátásban, és a foglalkoztatás bővülésében egyaránt.

2.5. Biomassza felhasználású energiatermelő egységek Magyarországon

Az energiatermelő létesítményeket három csoportba soroljuk, *erőműveknek* nevezzük azokat az egységeket amelyek villamosenergia előállítására szolgálnak, *fűtőműveknek* amelyek hőenergia termelésre alkalmasak, végül *fűtőerőműveknek* amik (kapcsolt) hő- és villamosenergia egyidejű előállítására képesek (BÜKI 2007).

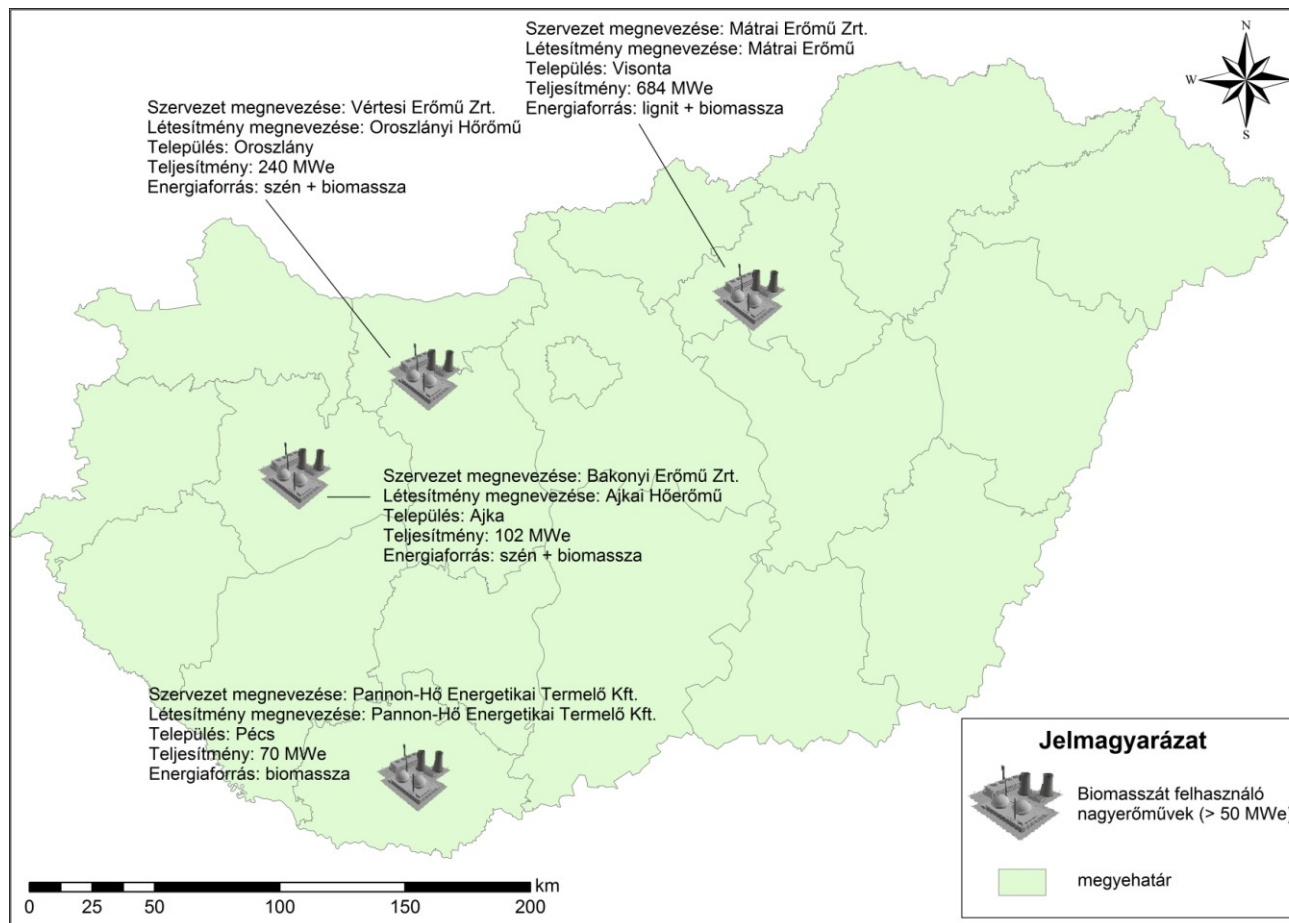
A hazai **villamosenergia termelésre** vonatkozó szabályozást a "2007. évi LXXXVI. törvény a villamosenergiáról" című jogszabály tartalmazza. A törvény három erőmű kategóriát különböztet meg:

- *Nagyerőmű*: 50 MW-nál nagyobb névleges teljesítőképességű erőmű.
- *Kiserőmű*: 50 MW-nál kisebb névleges teljesítőképességű erőmű,
- *Háztartási méretű kiserőmű*: olyan a kisfeszültségű hálózatra csatlakozó kiserőmű, melynek csatlakozási teljesítménye egy csatlakozási ponton nem haladja meg az 50 kVA-t, vagy 50 KW-ot.

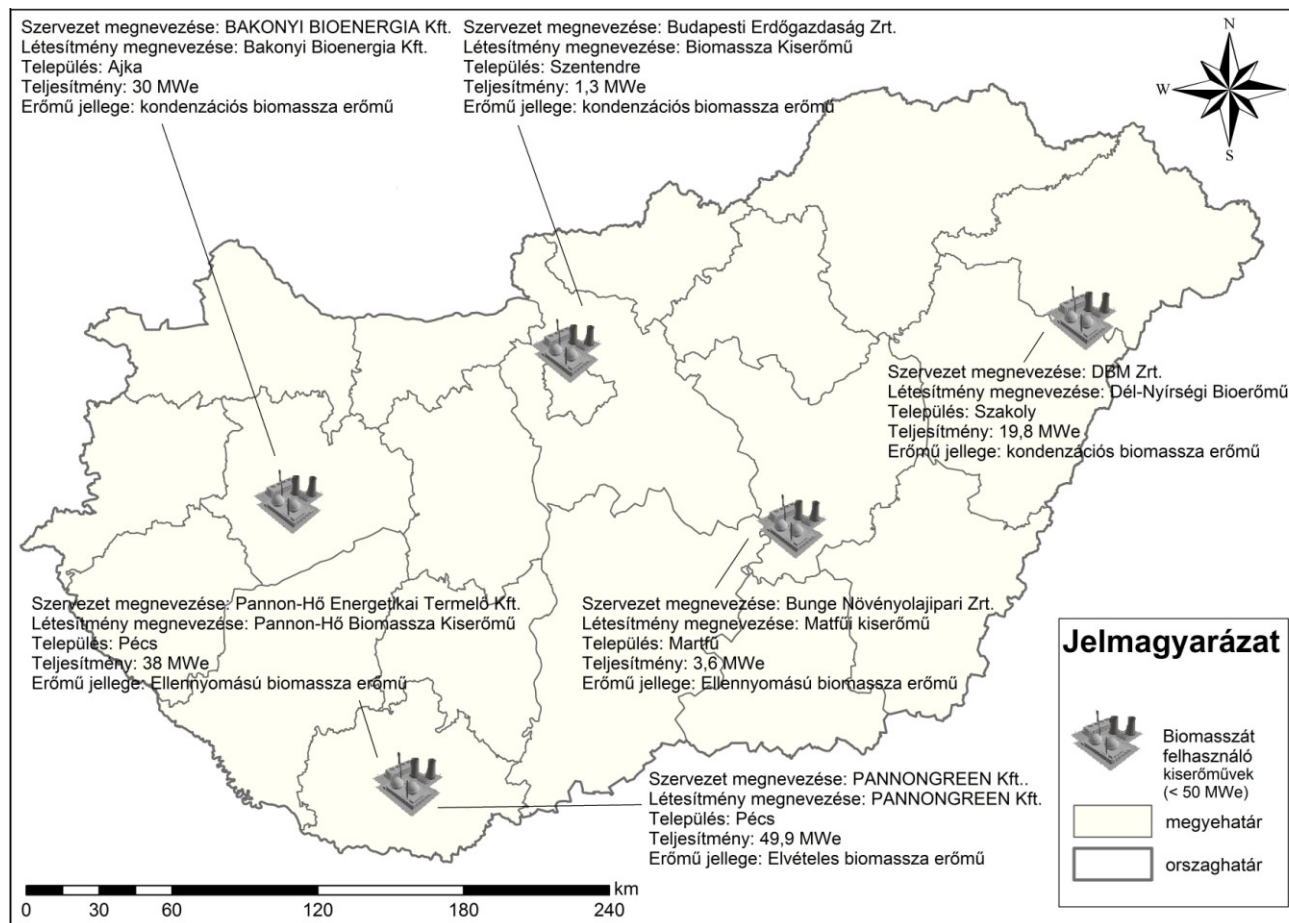
A Magyar Villamosenergia-Ipari Átvételi Rendszerirányító ZRT. (MAVIR) 2015. évi adatai alapján a hazai villamosenergia szektor összes kapacitása 8 558,4 MWe, ami rendszerszintű koordinációban résztvevő nagy és kis erőművek (7 730,0 MWe), rendszerszintű koordinációban nem résztvevő erőművek (699,5 MWe), valamint háztartási méretű kiserőművek (128,9 MWe) között oszlik meg. Az adatbázis szerint az energiatermelés túlnyomó része nagy erőművekben zajlik (81,9%), csekély a kiserőművek aránya (18,1%), a háztartási méretű kiserőművek (1,5%) kapacitása pedig elenyészőnek tekinthető.

Az adatbázis szerint összesen 32 olyan erőmű üzemel Magyarországon, amelyek rendszerszintű koordinációban vesznek részt, együttes teljesítőképességük pedig 7 730,0 MWe. Ezek közül 10 olyan erőmű üzemel, amelyek valamilyen formában (fosszilis energiahordozóval vegyesen, vagy tisztán) biomasszát használnak fel villamosenergia termelés céljából. A 10 erőmű együttes teljesítőképessége 1 238,2 MWe, amelyből 1095,6 MWe 4 db nagy² (5. ábra) és 142,6 MWe 6 db kiserőmű³ (6. ábra) között oszlik el.

² Mátrai Erőmű 684 MWe, Vértesi Erőmű 240 MWe,
Bakonyi Erőmű 101,6 MWe, Pannon-Hő Erőmű 70 MWe
³ Bakonyi Bioenergia Kft. 30 MWe, Budapesti Erdőgazdaság Zrt. 1,3 MWe,
Dél-Nyírségi Bioerőmű 19,8 MWe, Martfői Kiserőmű 3,6 MWe,
Pannongreen Kiserőmű 49,9 MWe, Pannon-Hő Biomassza Kiserőmű 38 MWe



5. ábra. A hazai villamosenergia-rendszer (VER) engedélyköteles biomasszát felhasználó nagyerőművei
 (forrás: MAVIR 2015 alapján saját szerkesztés)



6. ábra. A hazai villamosenergia-rendszer (VER) engedélyköteles biomasszát felhasználó kiserőművei
 (forrás: MAVIR 2015 alapján saját szerkesztés)

A Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal (MEKH) 2015 évi adatai szerint Magyarországon összesen⁴ 219 db megújuló energia bázisú kiserőmű üzemelt összesen 657,664 MWe beépített kapacitással. Ebből 6 db tüzelési célú biomasszát (142,6 MWe), 46 db biogázt (50,187 MWe), valamint 167 db egyéb megújuló energiát (464,87 MWe) hasznosít villamosenergia termelés céljából (1. táblázat).

1. táblázat. Megújuló energia bázisú kiserőművek 2015-ben

Elsődleges energiahordozó	Telephely (db)	MWe	Megoszlás
biogáz	46	50,187	7,63%
tüzelési célú biomassza	6	142,600	21,68%
depóniagáz	26	18,054	2,75%
nap	52	48,541	7,38%
szél	47	324,925	49,41%
szennyvíziszap-gáz	10	15,602	2,37%
víz	32	57,756	8,78%
ÖSSZESEN	219	657,664	100,00%

(forrás: MEKH 2016 alapján saját szerkesztés)

Az erőművek energiahordozó felhasználása 2015-ben 329 887 TJ volt. A felhasznált energiahordozók 52,4%-át nukleáris fűtőanyag, 15,4%-át földgáz, 18,6%-át szén tette ki. Az erőművekben felhasznált megújuló energiahordozók az összes erőművi energiahordozó felhasználásának csak 9,2%-át adják (MAVIR 2015).

A hazai biomassza alapú villamosenergia termelés kettős képet mutat az alkalmazott technológia fejlettségének tekintetében. A nagy erőművek közül a Vértesi, a Mátrai és a Bakonyi esetében jellemző, hogy korábban szénnel/lignittel üzemeltek, majd az energiapolitikai változásokra reagálva a legkisebb költségű beruházást választották és biomasszát kezdtek keverni a szénhez. Ennek köszönhetően hatásfokuk (~30%) és technológiai színvonaluk alacsonynak tekinthető (HORVÁTH 2011). Az utóbbi évtizedben a hasonló erőművek (pl. kazincbarcikai, tiszapalkonyai) a veszteséges energiatermelésnek köszönhetően leállításra kerültek.

Az előzőekkel ellentétben a 2013-ban Pécssett üzembe helyezett Pannon-Hő Energetikai Termelő Kft. erőműve EU szinten is kiemelkedőnek tekinthető, hiszen hatásfoka magas (57 %), valamint hazánkban egyedülálló módon a 150 ezer lakosú Pécs energiaellátását szinte teljes egészében megújuló energiaforrásra állította át (Internet-13).

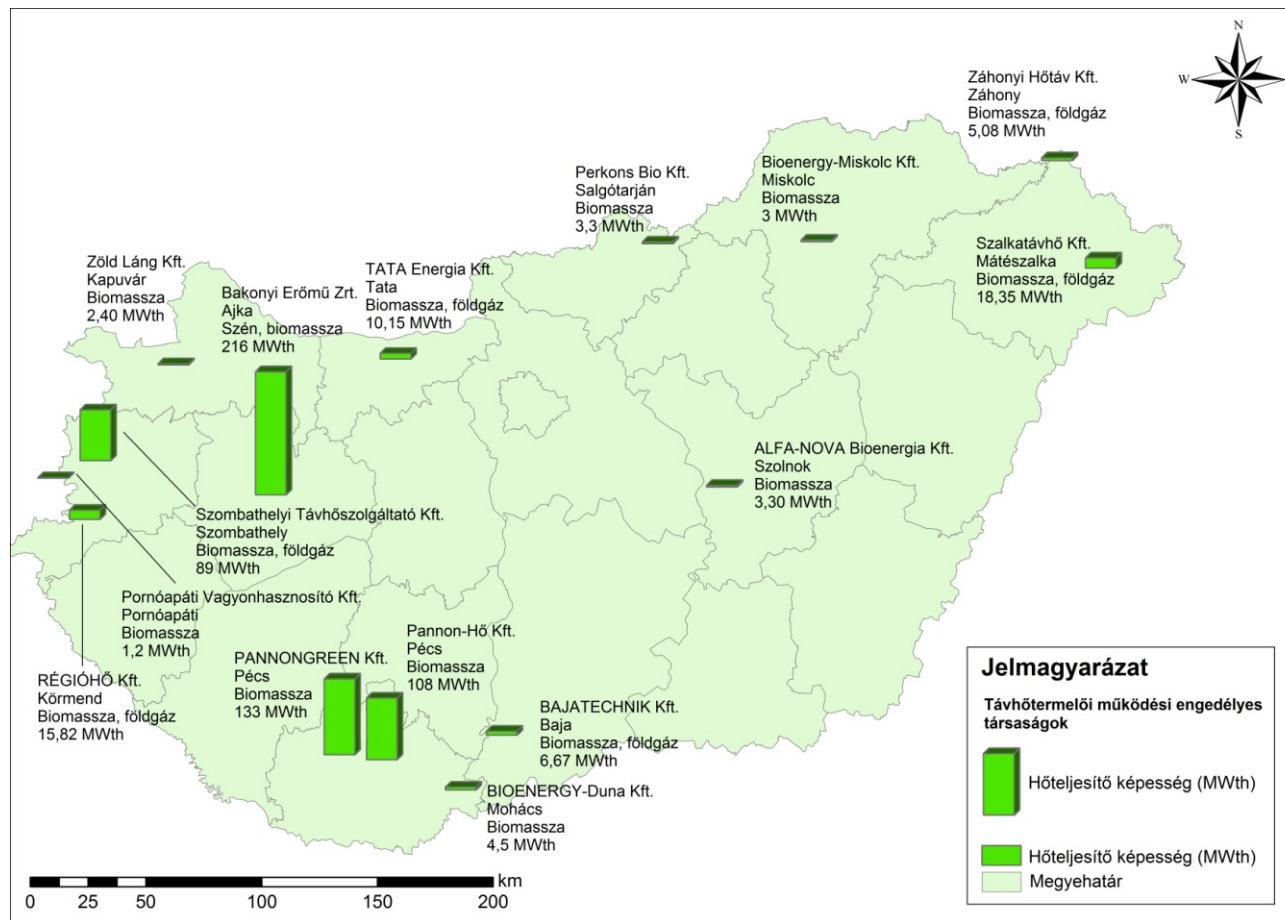
⁴ Beleérve a rendszerszintű koordinációban résztvevő és nem részt vevő kis erőműveket is

Hasonlóan fejlett technológiát képvisel a 2009-ben átadott, zöldmezős beruházással létrehozott Szakolyi biomassza erőmű is. A létesítmény teljesítménye 20 MWe és üzemképes állapotban megközelítőleg 60 főt foglalkoztat. Az erőmű bizonytalan üzemelésével és változó tulajdonosi háttérével vonta leginkább magára a hazai energiaszektor figyelmét. A 2009-es létesítést követően 2011-ben finanszírozási problémáknak köszönhetően leállításra került, majd szinte követhetetlen módon változott a tulajdonosi/érdekeltségi háttere és energiatermelése. A beruházás példaként szolgálhatott volna más beruházók, önkormányzatok és a közvélemény számára, azonban ez az esemény inkább az ellenkezőjét váltotta ki a köztudatban. Végül 2015 októberében a bécsi székhelyű, NRG Service GmbH vállalat jelentős tőkebefektetéssel az erőmű újraindítására és fejlesztésére vállalkozott, a létesítmény azóta folyamatosan üzemel.

2015-ben Magyarország 94 településen összesen 169 db **távhőtermelő létesítmény** rendelkezett működési engedéllyel, 7 909,12 MWth összteljesítménnyel (MEKH 2015). A fűtőművek közül 139 db (6 739,34 MWth) tisztán fosszilis energiahordozót, 30 létesítmény (1 169,78 MWth) pedig valamilyen formában – tisztán, vagy vegyes felhasználásban – megújuló energiát hasznosított.

Biomasszával 15 létesítmény fűtött, amelyek összteljesítő képessége 619,76 MWth (7. ábra). A beépített kapacitás túlnyomó rész a Dunántúlon koncentrálódik, továbbá jellemző hogy főleg az alapanyag bázishoz közel helyezkednek el, így többségében a hegységi, erdőszült területeken találhatók.

A távhőtermelői engedélyes üzemek által felhasznált tüzelőhő túlnyomó része 67,72 % földgázból, 15,28 %-a biomasszából és 17,52 %-a egyéb energiahordozóból származik (2. táblázat).



7. ábra. A hazai működési engedélyes társaságok biomasszát felhasználó távhőtermelő létesítményei
(forrás: MEKH 2015 alapján saját szerkesztés)

2. táblázat. A távhőtermelői engedélyes üzemek által felhasznált energiahordozók és tüzelőhő mennyiségek

Energiahordozók megnevezése	Tüzelőhő felhasználás [TJ]	Megoszlás
Földgáz	43 509,88	67,72%
Fűtőolaj	164,85	0,26%
Tüzelőolaj	9,11	0,01%
Propán-bután gáz	1,31	0,00%
Depóniagáz	10,58	0,02%
Szennyvíziszap-gáz	2,28	0,00%
Visszanyert gázok és hulladékhő	6 194,30	9,64%
Növényi biomassza	9 820,57	15,28%
Széntermékek	1 254,41	1,95%
Kommunális hulladék	3 283,42	5,11%
Összes tüzelőhő felhasználás	64 250,70	100,00%

(forrás: MEKH 2015 alapján saját szerkesztés)

A Magyarországi erő- és fűtőművi szektorra egyaránt jellemző a nagyarányú fosszilis energiahordozó felhasználás, az erőteljes centralizáció, valamint a külföldi érdekeltségű tulajdonosi háttér. A hazai biomasszát felhasználó fűtőművek kapcsán elmondható, hogy a termelés döntő hányada (546 MWth; 88,1%) nagyteljesítményű centralizált üzemekben zajlik, ahol szintén sok esetben a vezetés külföldi érdekeltség alá tartozik. Ahogyan arra az előző fejezetek rávilágítottak a hazai energiafüggőség jelentős, így több szempontból is indokolt a decentralizált biomassza alapú hőenergia termelés lehetőségének vizsgálatát.

Fontos olyan beruházások tervezése és későbbi megvalósítása, amelyek példaértékűek lehetnek az egyes önkormányzatok, vagy akár a piaci szektor beruházói számára. Az EU tagállamaiban több száz ilyen energiatermelő egység üzemel, amelyek közül néhány a következő fejezetben részletesen bemutatásra kerül.

2.6. Decentralizált energiatermelés

A hagyományos energiaellátási rendszerek többnyire úgy épülnek fel, hogy nagy teljesítményű, fosszilis energiahordozót égető energiatermelő egységekben termelik meg az energiát, jellemzően távol a fogyasztás helyétől, amelyet végül kiterjedt vezetékhálózaton keresztül szállítanak és osztanak el a fogyasztók számára. A decentralizált energiaellátás lényege ezzel szemben, hogy jellemzően kisebb energiatermelő berendezések segítségével elégítik ki a helyi energiaigényeket. Ezzel az energiatermelési módszerrel csökkenthető az üvegházhatású gázok kibocsátása, mérsékelhetők a hálózati veszteségek, javítható az ellátásbiztonság, valamint jelentős tőke maradhat helyben.

A decentralizáció lehetőségét és annak előnyeit, elsőként a Worldwatch Institute-hoz kötődő szakértők vetették fel, bár elsősorban a fejlődő országok energiagondjainak lehetséges megoldásaként (BRINKMANN 1985; FLAVIN 1988; HAYES 1982; SZUPPINGER 2000). Ezekben a tanulmányokban a decentralizált energiatermelés tüzelőanyagát elsősorban a fosszilis energiahordozók jelentették.

A legfrissebb tanulmányok (SPERLING et al. 2011; YILDIZ et al. 2015) a decentralizált energiatermelést már a megújuló energiák alkalmazására fókuszálva vizsgálják, és egyetértenek abban, hogy ez a fajta energiatermelés kulcsfontosságú szerepet tölthet be a jövő energiaellátásában.

A decentralizált energiatermelés fogalmához alapvetően két termelési kategória köthető. Az egyik a háztartási méretű energiatermelés, amelyek alapvetően nagyon kisméretű, jellemzően az adott háztartás energiaigényére méretezett energiatermelő berendezések. A másik kategória a kiserőmű/fűtőmű, amelyeket a hazai terminológia alapvetően 50 MW alatti teljesítménycategóriában határoz meg. Itt a naperőműveken, szél-erőműveken és szélfarmokon túl biogáz és biomassza-erőművek is megjelenhetnek.

Nyugat-Európában már több száz jól működő, bevált decentralizált energiatermelő rendszer működik, amelyeket mindössze csak át kellene venni, adaptálni a hazai körülményekhez és alkalmazni (BAI-IVELICS 2006; FOGARASSY 2006; JUNG 2008; BARKÓCZY 2009).

2.6.1. Decentralizált biomassza felhasználású energiatermelés

A biomassza felhasználási területei igen szerteágazók, azonban tény, hogy világszerte a legtöbb biomassza főzési és fűtési céllal kerül felhasználásra (FERGUSON 2003; PIMENTEL 2008).

A tüzelési célú biomasszából történő energianyerés világszerte eltérő módon zajlik. Míg a fejlődő országokban főleg alacsony technológiai szintet képviselő – sok esetben akár házilag készített – alacsony hatásfokú tüzelőberendezéseket használnak energianyerésre, addig a fejlett országokban a legmodernebb kogenerációs, más néven CHP⁵ fűtőerőművekkel történik egy-egy település teljes energiaszükségletének kiszolgálása.

Decentralizált biomassza fűtőművekre világszerte számos országban léteznek példák, melyek leginkább Japánban (EKY–WANGLIN 2015), az Egyesült államokban, Oroszországban, Kínában, Kanadában és Ázsia egyes országaiban találhatóak meg (NUORKIVI 2016). Kis kapacitású helyi erőforrásokra támaszkodó falufűtőműveknek leginkább Európában van hagyománya. Németországban, Ausztriában és a skandináv országokban több száz működő példa létezik a helyi biomasszára alapozott hő és villamosenergiát termelő falufűtőerőművekre is. Ezek között egyre elterjedtebbek azok a mintaprojektek, amelyek 100%-ban képesek fedezni az adott település összes energiaszükségletét (SCHMUCK et al. 2013; WWF REPORT 2013; SARTOR et al. 2014).

A továbbiakban a nemzetközi és hazai szakirodalomra támaszkodva elsőként egy komplex projekt tanulmány, valamint számos esettanulmány kerül bemutatásra, amelyek működő példákon keresztül ismertetik a fejlett és a környező országokban jellemző, helyi erőforrásokra épülő biomassza tüzelésű közösségi fűtési rendszereket. A példaként szolgáló tanulmányokban többnyire olyan esetek ismertetésére kerül sor, amelyek természeti és társadalmi adottságok tekintetében hasonlítanak a későbbiekben vizsgált mintaterülethez.

⁵CHP (combined heat and power) azaz kombinált hő- és villamosenergia-termelés.

2.6.1.1. Bella Coola rezervátum energiaautonómiájának lehetősége, projekt tanulmány (Kanada)

Kanadában a lakossági felhasználók nagy része olyan egyéni energiatermelési módokat használ, amelyek egyrészt jóval költségesebbek, másrészt pedig jóval környezetterhelőbbek mint a biomassza alapú energiatermelés. A Kanadai Statisztikai Hivatal 2007-es (STATISTICS CANADA 2007) jelentése szerint Kanadában a földgáz 47%-át tette ki a háztartási szintű lakossági hőenergia termelésnek. A maradék 53%-ban egyéb, ennél jóval költségesebb fűtési módokat használtak, úgy mint elektromos fűtőtesttel (37%) és olajradiátorral (9%) történő hőenergia termelést.

Ugyanekkor a lakossági primer hőenergia termelésből a biomassza mindössze 6%-ban részesült annak ellenére, hogy Kanada rendkívül kedvező adottságokkal rendelkezik fás szárú biomassza potenciál tekintetében. 2007 és 2015 között Kanadában a hagyományos tűzifával szemben kezdett egyre elterjedtebbé válni a pellet alapú fűtés, ami a gázhoz hasonló magas komfortfokozatot biztosít a felhasználónak és jelentősen mérsékli az energiaköltségeket is (PEKSA-BLANCHARD et al. 2007; STEPHEN et al. 2016).

STEPHEN és szerzőtársai (2016) tanulmányukban a délnyugat-kanadai Bella Coola rezervátum lakosainak használati melegvíz és fűtési energia szükségletének ellátására alkalmas beruházási lehetőségeket vizsgáltak. A megközelítőleg 850 lakost számláló település nem csatlakozik sem a kanadai gáz, sem a villamosenergia hálózathoz, ezért csak igen költségesen tudják előállítani a szükséges villamos- és hőenergiát. A közösség legtöbb otthonában sajátos, különösen energiapazarló fűtési módokat alkalmaznak a helyiségek fűtésére és a használati melegvíz előállítására. Míg a helyiségek fűtését gáz, fa, fűtőolaj és villamosenergia egyedi kombinációjából elégítik ki, addig a használati melegvizet villamosenergia felhasználásával állítják elő, ami a melegvíz előállítás egyik legdrágább módja. A használati melegvíz előállítás költségét tovább fokozza, hogy a villamosenergiát egyedi dízelmotoros generátorok segítségével állítják elő. Mindezek a módszerek a fűtési energia és melegvíz előállítás legenergiapazarlóbb módjai. A különös helyzet oka, hogy a település nem csatlakozik, sem a villamosenergia hálózatra, sem a kanadai gázhálózatra, így teherautókkal szállítják a településen élők számára a palackozott gázt, a fűtőolajat és az üzemanyagot. A magas energiaköltségek problémáját tovább fokozza, hogy a településen élők átlagjövedelme a kanadai átlag 40%-át sem éri el, továbbá rendkívül magas a munkanélküli lakosság aránya is. Ebből fakadóan a helyi erőforrásokra építő,

biomassza alapú közösségi fűtés és használati melegvíz előállítás lehet a település számára az optimális megoldási lehetőség az energiatermelésre. Hiszen ez a fajta energiatermelési mód foglalkoztatási lehetőséget kínál a településen élő munkanélküli lakosság számára, továbbá mérsékeli az energiaköltségeket és elősegíti a stabil energiaellátást is.

STEPHAN és szerzőtársai (2016) tanulmányukban két beruházási lehetőséget vizsgáltak. Első megközelítésben egy centralizált falufűtőmű modelljét készítették el, melynek tüzelő alapanyagául a település közvetlen környezetében kitermelhető és előállítható faapríték szolgálna. Ezen beruházás nemcsak a szükséges hőenergiát és melegvíz szükségletet elégítené ki, de villamosenergiát is termelne a közösség, valamint a környező kis települések számára. A második elemzett esetben megvizsgálták annak a lehetőségét, ha decentralizált módon minden felhasználó külön pellet tüzelésű kazánt alkalmazna a fűtési energia és használati melegvíz előállításához. Ebben az esetben a lakosság és a közintézmények saját hőközponttal rendelkeznének, melyek teljesítménye a háztartások méretétől függően 10-150 kW között szóródna. A tanulmány a két beruházási lehetőséghez további 4-4 scenáriót rendelt. Mindkét beruházás minden esetben 25 éves működési idővel és 5%-os kalkulatív kamatlábbal végeztek vizsgálatokat. Számításaik alapján megállapították, hogy a falufűtőművi beruházás esetén az előállított energia ára 128 \$/MWh-ra lenne mérsékelhető, szemben a jelenlegi 145 \$/MWh-ás energiaköltségekkel. Az egyedi beruházások esetén az előállított energia ára 110 \$/MWh-ra lenne mérsékelhető. Azonban fűtési költségek mérséklődésénél is fontosabb, hogy a két beruházás mindegyike stabilizálhatná a település energiaellátása, valamint helyben keletkező munkahelyeket biztosítana a település lakossága számára.

A tanulmány alapján fontos konklúzió, hogy a helyi erőforrásokra támaszkodó energiatermelés tervezése során nem csupán lokálisan centralizált fűtőművekben célszerű megoldási lehetőségeket keresni, de érdemes lehet megvizsgálni a háztartásonként történő egyedi beruházások lehetőségét is.

2.6.1.2. Jühnde az első energetikailag autonóm település, esettanulmány (Németország)

A Németországi Jühnde az első olyan település amely energetikai szempontból teljesen autonómnak tekinthető, köszönhetően a településen működő biogáz üzemnek. 2006-ban indult az a Német Mezőgazdasági Minisztérium által támogatott mintaprojekt, amelynek elsődleges

célkitűzése az volt, hogy a kiválasztott településen egy olyan referenciaértékű energiaellátó központ jöjjön létre, amely teljes mértékben függetleníti a falut a fosszilis energiahordozóktól. Ennek érdekében a településen 700 kW villamos- és 750 kW hőenergia kapacitású CHP biogáz üzem létesült, amit a téli hónapokban jelentkező csúcsidőszakokban – szükség esetén – egy 550 kW teljesítményű faapríték tüzelésű kazán egészít ki. A rendszer mintegy 145 lakás 800 lakóját látja el villamos- és hőenergiával. A beruházás a Német Mezőgazdasági Minisztérium 1,3 millió eurós támogatásával valósult meg, amelyhez a lakosok minimális hozzájárulása 1.500 €/lakás volt (IEA 2009). A fűtőerőmű tulajdonjoga a felhasználók által alkotott szövetkezet kezében van és a befektetett tőkétől függően illeti meg az egyes felhasználókat a szavazati jog. A fűtőerőmű kifejezetten helyi erőforrásokra támaszkodik, amelynek tüzelő alapanyagául a térségben képződő mezőgazdasági melléktermékek és faapríték szolgál. A projekt sikerességének köszönhetően a Német Mezőgazdasági Minisztérium 2009-ig további 16 régió energiaautonómiáját támogatta vissza nem térítendő támogatások formájában (IEA 2009; RADZI 2012). A település sikerét követően Németországban több mint 80 másik település adoptálta a modellt (SCHMUCK et al. 2013).

2.6.1.3. Bollewick a bioenergetikai falu, esettanulmány (Németország)

A Németországi Bollewick "bioenergetikai falu" szintén kiváló példaként szolgál a helyi erőforrásokra alapozott közösségi fűtőmű modelljére. A 400 lakost számláló település Németország északkeleti részén, Mecklenburg-Elő-Pomeránia tartomány területén fekszik. A tartomány – hasonlóan az értekezés későbbi részében vizsgált térséghez – a németországi átlagnál jóval magasabb munkanélküliségi mutatókkal rendelkezik, valamint a német átlaghoz képest igen magas az 1000 főre jutó elvándorlások száma is, ami leginkább a fiatalok, felsőfokú iskolai végzettséggel rendelkező lakosságot érinti. A tartományban Németország más területeihez viszonyítva meghatározó a mezőgazdaság szerepe, ebből fakadóan nagy mennyiségben képződik mezőgazdasági fő- és melléktermék (STATA MV 2011; JOHANNES 2013). Ennek következtében született meg a biomassza felhasználású energiaellátó rendszer kiépítésének gondolata, majd később megvalósítása. 2007-ben a település primer energiafelhasználásának 20%-a származott megújuló energiákból. A település döntéshozói 2008-ban teljes körű biomassza potenciál felmérést készíttettek a település gazdasági szempontból ideális beszállítási körzetében, melynek során felmérték a térségben évente képződő mezőgazdasági melléktermékek és faaprítékok

menyiségét. Ennek fényében a város vezetése úgy ítélte meg, hogy akár teljes energia autonómia is megvalósítható lenne a településen. Ennek megvalósítása érdekében egy többlépcsős projekt került megvalósításra. Első lépésben két mezőgazdasági vállalkozó két biogáz üzemet létesített, amelyek egyenként 500 kW villamos- és 500 kW hőenergia teljesítménnyel rendelkeznek és évente 8000 üzemórán keresztül működnek. 2010-re – egyéb megújuló energetikai beruházásokkal kiegészítve – a település elérte a teljes fosszilis energiahordozókkal szembeni autonómiáját. A település energiaellátásában 71%-ban⁶ bioenergiák és 29%-ban⁷ egyéb megújuló energiák vannak jelen.

A több ütemben végrehajtott beruházások pozitív makroökonómiai hozadékokkal rendelkeznek, hiszen kimutatható módon csökkentek az energiaköltségek, a széndioxid kibocsátás és új munkahelyek jöttek létre a tartományban. JOHANNES (2013) esettanulmánya szerint 2004-ben mintegy 160 000 foglalkoztatottat regisztráltak a megújuló energia szektorban (BÜSGEN–DÜRRSCHMIDT 2008), ami többek között a projekt beruházásainak hatására 2007-re 250 000-re, 2012-ben pedig 381 600 dolgozóra növekedett. Ezeknek a munkahelyeknek a 60%-a köthető kifejezetten Bollewick és a környező településeken végrehajtott beruházásokhoz (JOHANNES 2013).

2.6.1.4. Bio-energetikai beruházások a Visegrádi Négyek országaiban

Csehország

A Csehországban található 600 fő lakosságú *Jindřichovice pod Smrkem* önkormányzata a környező mikrorégió önellátó energiastratégiájához számos befektetéssel járult hozzá. A beruházások leghangsúlyosabb részét a 2002-ben üzembe helyezett két biomassza kazán beszerzése tette ki, amelyek együttes beépített teljesítménye 350 kWth. A berendezések a korábbi széntüzelésű kazánokat váltották fel, amelyeket a fűtőrendszer felújítása során cserélt le az önkormányzat. A faapríték eltüzeléséből származó energia hat közösségi épület (általános iskola, óvoda, idősek otthona, könyvtár, szálloda, valamint az önkormányzat irodaépülete) fűtését látja el. Az üzem 15 alkalmazottnak biztosít időszakos munkalehetőséget. A kazánok alapanyagául az önkormányzati tulajdonban lévő erdő tisztítási munkálataiból származó faapríték szolgál.

⁶ 13%-ban bioüzemanyagok; 13,1%-ban biomassza (villamosenergia); 45,5%-ban biomassza (hőenergia)

⁷ 7,5%-ban vízenergia; 13,7%-ban szélenergia; 1,9%-ban napenergia (hőenergia); 2%-ban geotermikus energia; 4,2%-ban nap (villamosenergia)

A beruházásnak köszönhetően megtakarított pénzösszeg nagy részét egy bizonyos Környezetvédelmi Alapba fizetik be, amelyen keresztül a lakosok támogatáshoz juthatnak, amennyiben átszeretnék alakítani fűtési rendszerüket biomassza rendszerre. A Környezetvédelmi Alapban felhalmozott pénzeszköz kihelyezése a lakosság számára maximum 30 % vissza nem térítendő támogatás és 30 % kamatmentes hitel formájában valósul meg (ENERGIA KLUB 2006).

A *Vilemovban* található Megújuló Energia Bemutató Központ egyedülálló abból a szempontból, hogy egy egyházi szervezet üzemelteti és a technológiák széles körét alkalmazza. Az Ortodox Akadémia napenergiát használ saját melegvíze előállításához, 40 kWth-os biomassza kazánt a téli fűtés biztosításához, és fotovillamos rendszert demonstrációs célból.

Kardasova Recice önkormányzatának célja, hogy kiváltsa a kevésbé hatékony kőszéntüzelésű kazánt, amely a város lakóépületeinek hőellátását biztosította. 1994-ben megkezdődött a kazánok átállítása biomassza tüzelésre és az elosztóhálózat kiépítésének első szakasza. Az új berendezések a helyi asztalos üzemből származó fahulladékokat égették el. 1999-ben és 2001-ben további épületeket kapcsoltak be a távfűtési rendszerbe. 2006-ban hozzávetőleg 1200 lakos hőellátását oldották meg mintegy 180 lakásban és 120 családi házban, ezenfelül 5 önkormányzati épület és néhány magánvállalkozás tartozott a felhasználók körébe. A hőellátó rendszer rekonstrukciója és üzemeltetése a Public Private Partnership (Közösségi Magán Együttműködés) keretein belül történik. A fűtőmű tulajdonosa egy magánvállalat, amely egy jelképes összegért bérli az önkormányzati tulajdonban lévő elosztórendszert. Cserében a vállalat hőellátást biztosít a lakosoknak, amely 2006-ban 50%-a volt az átlagosnak számító energiaárnak (ENERGIA KLUB 2006).

Lengyelország

A lengyelországi *Luban* településén véghezvitt biomassza beruházás fő célkitűzése a széntüzelés által okozott légszennyezés csökkentése, a város hő felhasználásának korlátozása és új, gazdaságos szalmatüzelésen alapuló technológia bevezetése a hőtermelésben.

Az első szakasz megvalósítása 1997 és 1999 között zajlott, amikor a hőközpont építése történt meg. Később 28 hőelosztó központot korszerűsítettek, üzembe helyezték az első 1 MWth teljesítményű szalmatüzelésű kazánt, valamint megépült a hozzá tartozó 800 m²-es szalmatároló is. A második szakaszban két további szalmatüzelésű kazán (2 x 3,5 MWth) és egy újabb szalmaraktár (1000 m²) került megépítésre. A beruházásoknak köszönhetően az összes beépített teljesítmény 8 MWth. A

beruházás megnövelte a régióban a szezonális munkaerő igényt és 2 további állandó munkahelyet teremtett a biomassza ellátáshoz kapcsolódóan.

A végfelhasználók fűtési költségei 15%-kal csökkentek a korszerűsítésnek és a biomasszára váltásnak köszönhetően.

Szlovákia

Nová Dubnica hőellátása teljes mértékben importált földgázon alapult. A fokozatosan emelkedő földgázár, illetve a fűtőrendszerek hatékonyságának növekedése érdekében a Datatherm úgy döntött, hogy a központi fűtési rendszerben faaprítékot használ alapfűtőanyagként. Két ütemben a földgáztüzelésű kazánokat faapríték tüzelésű kazánokkal (14 MWth) és egy kulcsrakész kazánegység-konténerrel (2 MWth) váltották fel.

Az INTECH Slovakia Ltd. egy olyan vállalat, amely komplex szolgáltatásokat nyújt az energiahatékonyság területén. A cég felvásárolta *Hrinova város* távfűtő vállalatát azzal a céllal, hogy meghatározó szerephez jusson az önkormányzati energetika területén. A hrinovai lakosok és vállalkozások ellátásában korábban hagyományos energiaforrásokat használtak fel, úgy mint főlgazt és barnaszenet. A felvásárlást követően az energiaforrást biomasszára váltották, korszerűsítették a hőcserélő állomásokat és megkezdődött a hőszállítás. Az egyik fő cél az volt, hogy megakadályozzák a fűtési díjak emelkedését egy olyan időszakban, amikor az energiahordozók ára fokozatosan emelkedik különös tekintettel a fosszilis energiahordozókra. Az előállított hő 80 százaléka *Hrinova* központi távfűtő rendszerébe kerül, ezzel 1000 otthont, egy iskolát és egyéb közintézményeket látnak el. A fennmaradó 20 százalékot a *Hrinova Gépgyár* használja fel. A jelenleg előállított összes hőenergia 63%-a biomasszából származik.

Az INTECH Slovakia Ltd. megalapította saját „Biofűtőanyag” részlegét, amelynek rendelkezik a biomassza feldolgozáshoz szükséges valamennyi eszközzel (faaprító-gép, fűrészgépek, traktorok és egyéb járművek). Így a részleg a biomassza alapú hőtermelés teljes ciklusát ellenőrzése alatt tartja (ENERGIA KLUB, 2006).

2.6.1.5. Pornóapáti az első biomassza tüzelésű falufűtőmű Magyarországon

Magyarországon mindössze egyetlen biomasszára alapozott zöldmezős falufűtőművi beruházás készült, amelynek eredményeit NÉMETH (2011) PhD. értekezésében részletesen ismertette.

Pornóapáti község Vas megyében található Szombathelytől mintegy 16 km távolságra nyugatra, közvetlenül az osztrák határnál. A település

lakosság száma 2011-ben 380 fő körül alakult. A 2000-es évek elején a település lakói egy biomassza alapú közösségi tulajdonú falufűtőmű kiépítését kezdeményezték. A szomszédos ausztriai fűtőművek működési tapasztalatai alapján a településen élők számára egyértelmű volt, hogy a létesítmények versenyképes áron tudnak hőt szolgáltatni a felhasználók számára. A megvalósíthatóságot a gázhálózat hiányából adódó rácsatlakozások magas száma, a helyben elérhető dendromassza rendelkezésre állása, a település alaprajzából fakadó rövid távhővezeték kiépítése és a támogatások sikeres bevonása tette lehetővé. A településen a beruházás tervezésekor (2003-ban) 136 családi ház volt, melyből 104 db háztartás jelezte a rendszerhez való csatlakozási szándékát (NÉMETH 2011). A fűtőmű 2005-ben kezdte meg működését. A rendszerre csatlakozók száma ekkor 62 családi ház, illetve néhány közintézmény volt.

A beruházás költségeiből a legnagyobb tételt, 190 millió Ft-ot az építési munkák költségei, illetve a gépészeti és villamossági költségek jelentették. A távhővezeték rendszer kialakításának és kivitelezésének költsége közel 100 millió Ft-ot, a járulékos költségek (hatósági eljárások, mérnöki és finanszírozási költségek) 70 millió Ft-ot tettek ki. A beruházás *összes költsége így nettó 360 millió forint* volt, melynek fajlagos beruházási költsége 300 000 Ft/kW (NÉMETH 2011). A beruházás megvalósítását a lakossági önerőn túl a fejlesztési támogatások sikeres bevonása tette lehetővé. A megvalósításához magánbefektető nem került bevonásra, az önkormányzat egyedül vállalta a beruházást (ZSUFFA 2006).

NÉMETH (2011) kalkulációi alapján amennyiben a fűtési energiamennyiséget földgázból, a használati melegvíz előállítását villamosenergiából kellett volna biztosítani, akkor az általa vizsgált időszakban összesen 203 206 m³ gázra és 365,6 MWh villamosenergiára lett volna szükség, ami összesen 37,4 millió Ft-ot tett volna ki. Ezzel szemben a fűtőművi energiaszolgáltatás 23,1 millió Ft-ba került. Azonban figyelembe kell venni, hogy a dendromassza keresletnövekedése már a vizsgált időszak alatt is jelentős áremelkedést eredményezett a fűtőmű környezetében, melyet az osztrák határ közelsége is fokozott. A tüzelő alapanyag árának emelkedése a beruházás gazdaságossága szempontjából az egyik legnagyobb befolyással bíró tényező.

Véleményem szerint a Pornóapáti falufűtőmű tüzelő alapanyag ellátásának pénzügyi stabilizálása érdekében célszerű lenne a település gazdálkodóit is bevonni a tüzelőanyag termelésbe, a szántóföldön termesztendő rövid vágásfordulójú fás szárú energianövények termesztésével. Ez hosszú távú együttműködési szerződések esetén mind a fűtőmű, mind a gazdálkodók számára pozitív hozadékokkal járna:

- A gyengébb termőképességű, nehezen művelhető (pl. hullámtéri, vagy belvizes) területeken megtermelt rövid vágásfordulójú fás szárú energianövények versenyképes alternatívát jelentenek a kedvezőtlen adottságú területen csak kockázatosan termelhető hagyományos szántóföldi kultúrákkal szemben (BARKÓCZY 2009).
- A gazdálkodók számára a hosszú távú szerződés biztosítékként szolgál a hosszú távú ültetvény beruházás kiszámítható pénzáramaira (TÓTH–TÓTH 2011; 2012 A; B).
- A fűtőmű üzemeltetője számára stabil beszállítói háttér állna rendelkezésére és kiszámítható alapanyag költségekkel folynak az energiatermelés.

A piaci ingadozásokból fakadó bizonytalanságokat tehát a helyi gazdálkodók által, hosszú távú szerződések keretében termelt rövid vágásfordulójú fás szárú energianövények mérsékelhetik.

2.7. Tüzelőanyag ellátás biztosítása

Ahogy arra a hazai és nemzetközi szakirodalom egyaránt rávilágít, a biomassza felhasználású energiatermelő egységek tervezésénél fontos figyelembe venni, hogy a kiválasztott helyszín – az ellátást biztosító tüzelőanyag beszerzése és termesztése szempontjából – alkalmas-e a fenntartható működés biztosítására. Törekedni kell arra is, hogy a tüzelő alapanyag termelése és beszerzése mindig a felhasználás helyéhez legközelebb történjen. (DOBOS et al. 2006; PINTÉR et al. 2009, BAI 2012; KOZMA 2006). A tüzelőanyagok beszállítása csak egy bizonyos távolságon belül lehet gazdaságos, ezért célszerű lehatárolni, hogy mely területek vehetők számításba a létesülő üzem kiszolgálására.

A gazdaságos szállítási távolságot, vagy optimális beszállítási körzetet több tényező befolyásolja, úgy mint az üzemanyag ára, a szállított alapanyag mennyisége, minősége, az útdíj mértéke, a szállítás módja és eszköze, valamint az energiatermelő üzem tüzelőanyag átvételi ára. Mindezek változása a beszállításra alkalmas területet havi, vagy akár heti rendszerességgel módosíthatja, így pontos és állandó érvényű meghatározása nem lehetséges.

Ibrány földrajzi és infrastrukturális helyzete lehetőséget teremt a folyami, vasúti és közúti szállítási módokra egyaránt. Ennek ellenére az értekezés csak a közúti szállítás lehetőségére tér ki hiszen:

- A Tisza települést érintő szakaszán jelenleg nincs vízi szállításra, illetve átrakodás bonyolítására alkalmas teherkikötő. Ennek kialakítási költsége egy bioenergetikai projekt esetében

nyilvánvalóan lehetetlenné tennék a befektetés belátható időn belül történő megtérülését.

- A város rendelkezik vasúti kapcsolattal, viszont ez sem opcionális szállítási mód, hiszen a település nem rendelkezik teherpályaudvarral.

A hazai szakirodalom képviselői közül egyedül PINTÉR (2012) foglalkozott a biomassza közúton történő szállításának gazdasági kérdéseivel. A kutató PhD. értekezésében olyan modellt hozott létre, amelynek segítségével meghatározható az energetikai célra hasznosítható biomassza közúton történő szállítására vonatkozó optimális távolság. A szerző 2012-es számításai szerint az energetikai céllal felhasználni kívánt mezőgazdasági melléktermékek közúton 14,3 km-es, a fás szárú biomassza pedig 43,38 km-es körzeten belül szállítható gazdaságosan.

Hangsúlyozni kell azonban, hogy ezek a távolságok csak abban az esetben érvényesek, ha a szállító jármű az út egyik felét üresen teszi meg, tehát csak az üzem felé szállít biomasszát a másik irányban üresen közlekedik. Vissza fuvar esetén nagyobb távolságból is gazdaságos lehet a beszállítás, azonban erre vonatkozóan szakirodalmi forrás nem található, kalkulációjától pedig disszertációmban eltekintek, hiszen kevésbé életszerű, hogy ugyanaz a speciális szállító jármű mindkét irányba szállítson rakományt, illetve kicsi a valószínűsége annak is, hogy ugyanarról a két településről oda-vissza folyjon egyidejű árucseré.

PINTÉR (2016) legfrissebb eredményei alapján a gazdaságos szállítási távolságban évente bekövetkező változás minimális. A 2012 és 2016 között folytatott modell kalkulációi alapján átlagosan mindössze $\sim(+)$ 5 km-es eltérések mutatkoztak (PINTÉR 2016).

Véleményem szerint a későbbiekben az üzemanyag és az erőművi átvételi ár függvényében (pl. az új METÁR/KÁT rendszer elfogadásával) akár jelentős mértékű változások is bekövetkezhetnek a gazdaságos szállítási távolság alakulásában. Ez azt jelenti:

- *Ha jelentős mértékben nő a gazdaságos szállítási távolság, akkor növekszik a tüzelőanyag ellátásra alkalmas beszállítási körzet is, tehát a növekvő alkupozíciónak köszönhetően olcsóbban juthat a megfelelő mennyiségű tüzelőanyaghoz a tervezett üzem.*
- *Ellenkező esetben azaz, ha a tervezett üzemnek kisebb körzetből, kevesebb beszállítóra támaszkodva kell beszereznie a működéshez szükséges tüzelőanyagot, akkor csökken a rendelkezésre álló biomassza potenciál, ami a tüzelőanyagár növekedését eredményezheti.*

Éppen ezért indokolt érzékenységvizsgálatot és Szenárióelemzést készíteni a szállítási távolság változásának biomassza potenciálra gyakorolt hatásával kapcsolatban, illetve meg kell határozni azokat a sarokszámokat, amelyek a tervezett fűtőmű, vagy háztartási beruházások gazdaságos üzemeltetés szempontjából kritikus jelentőséggel bírnak.

2.8. A decentralizált biomassza felhasználás üzem- és ellátástervezésre vonatkozó legfontosabb szempontok

A nemzetközi és a hazai szakirodalom alapján elmondható, hogy a helyi erőforrások felhasználásán alapuló közösségi energiaellátás előnyös mikro- és makroökonómiai hozadékokkal jár, főleg a hátrányos helyzetű térségek esetében. Azon túl, hogy a biomassza felhasználás a vidékfejlesztés és a munkahelyteremtés igen hatékony eszköze, nagyban csökkenti az adott település energiafüggőségét és növeli annak versenyképességét is (EURÓPAI KÖZÖSSÉG 1996; FISCHER et al. 2005; BAI et al. 2016). További fontos szempont, hogy az energiaellátásra fordított pénzek egy része nem multinacionális, sok esetben külföldi érdekeltségű energiatermelőkhöz áramlik hanem helyben, illetve a település szűkebb környezetében keletkező energiahordozók hasznosításával a térségben maradnak (NÉMETH 2011).

Az irodalmi áttekintés során egyértelművé vált, hogy a finanszírozás kapcsán figyelembe kell venni, hogy a biomassza felhasználású energiatermelő egységek beruházási költsége jóval magasabb a gáztüzelésű technológiákhoz képest, ezért sok esetben beruházási támogatások hiányában nem lehet rentábilis egy-egy projekt (SARTOR et al. 2014). Természetesen a megtérülési idő és a beruházás gazdaságossága támogatási források bevonásával javítható, viszont ennek ellenére is törekedni kell arra, hogy az energiatermelő egység a lehető legmagasabb üzemórászámban működjön, hiszen a megfelelő kihasználás hiányában a beruházás egyáltalán nem, vagy csak hosszú idő elteltével térülhet meg. Olyan felhasználók megléte is szükséges a kiválasztott településen, amelyek folyamatos hőenergia igényrel rendelkeznek. Ilyenek lehetnek a településen működő ipari és mezőgazdasági létesítmények (SARTOR et al. 2014). Ebből fakadóan ezek számának és energiaszükségletének felmérése és becslése is rendkívül fontos.

A beruházások előkészítése során figyelembe kell venni a környezeti és gazdasági adottságokat egyaránt, tehát meg kell vizsgálni a lehetséges fogyasztói rácsatlakozásokat, meg kell becsülni a kiváltandó energiamennyiséget, valamint fel kell mérni a közelben rendelkezésre álló és felhasználható alapanyag mennyiségét és beszerzési árát is (TAKÁCS et al.

2012; TÓTH 2013). A gazdasági tényezők közül az optimális ellátási körzetből történő alapanyag ellátás és annak megszervezése kulcsfontosságú szerepet tölt be a biomassza alapú energiatermelésben (TÉGLA et al. 2012).

Ahhoz, hogy több beruházási szcenárió is számításba vehető legyen, – úgy mint mezőgazdasági melléktermék, vagy fás szárú biomassza felhasználású energiatermelő egységek beruházás elemzése – meg kell határozni a gazdasági szempontból optimális alapanyag beszállításra alkalmas körzeten belül évente képződő biomassza eredetét (mezőgazdasági melléktermékek, fás szárú biomassza) és mennyiségét. A stabil alapanyag ellátás érdekében célszerű felmérni a település környezetében megtermelhető rövid vágásfordulójú fás szárú energianövények termesztésére alkalmas területeket kiterjedését is, hiszen a stabil alapanyag bázis alapja leginkább a helyi gazdálkodók által megtermelt tüzelőanyag lehet.

A továbbiakban tehát indokolt az értekezésben vizsgált település gazdasági, társadalmi, infrastrukturális adottságainak értékelése, energiafelhasználási adatainak elemzése, továbbá a mezőgazdasági melléktermékek, a fás szárú biomassza és a rövid vágásfordulójú fás szárú energianövény termesztésére alkalmas területek felmérése. Az eredményekre támaszkodva olyan beruházásokat kell tervezni, amelyek hosszútávon fenntarthatóan működnek. Ennek érdekében azonban meg kell vizsgálni az önkormányzati és háztartási projektek finanszírozása szempontjából releváns támogatási lehetőségeket, hiszen ezek jelentősen fokozhatják a beruházás versenyképességét.

2.9. Megújuló energiaforrások hasznosítására irányuló támogatások Magyarországon

2004-től Magyarország az Európai Unió tagjaként jogosulttá vált az unió fejlesztési támogatásainak igénybevételére, melyeket elsősorban a strukturális alapok és a Kohéziós Alap nyújtottak. A támogatások igénybevételének célját a Nemzeti Fejlesztési Terv (NFT) és a hozzá kapcsolódó operatív programok (OP-k) határozzák meg. A támogatással kapcsolatos konkrét pályázatok tartalmát az operatív programok program kiegészítő dokumentumai jelzik.

A magyar Nemzeti Fejlesztési Tervhez (2004-2007) 5 operatív program tartozott, amelyek közül a Környezetvédelem és infrastruktúra Operatív Program (KIOP), Környezetvédelmi Prioritásának, "Energiagazdálkodás környezetbarát fejlesztése" című intézkedése célozta a

megújuló energiák hasznosításának bővítését. Az intézkedés az Operatív Program költségvetésének 8 %-ából részesedett.

Az Új Magyarország Fejlesztési Terv (2007-2010) legfontosabb célja a foglalkoztatás bővítése és a tartós növekedés feltételeinek megteremtése volt. Ennek érdekében hat kiemelt területen indított el állami és uniós fejlesztéseket. Az ÚMFT 15 operatív programja közül a Környezet és Energia Operatív Programjának a "megújuló energiaforrás-felhasználás növelése" prioritási tengelye kiemelten támogatta a biomassza felhasználást. A prioritáshoz az Európai Regionális Fejlesztési Alap nyújtott keretet.

2011 januárjában Magyarország második nemzeti fejlesztési tervét – az Új Magyarország Fejlesztési Tervet – az Új Széchenyi Terv (2011-2013) váltotta fel. A nemzeti stratégia középpontjában a foglalkoztatás bővítése, a pénzügyi stabilitás fenntartása, a gazdasági növekedés feltételeinek megteremtése, valamint hazánk versenyképességének javítása került. Az Új Széchenyi Terv 6 programot tartalmazott, amelyek közül a Zöldgazdaság-fejlesztési Program tartalmazta a megújuló energetikai beruházásokra irányuló konstrukciókat. A program pályázatainak közül a KEOP-2011-4.9.0, 2011-4.4.0, 2011-4.2.0-A/B, valamint 2011-4.3.0 kódszámú konstrukciók esetében lehetett fás szárú biomasszát hasznosító létesítmény kialakítására, korszerűsítésére pénzügyi forrást igényelni. A felsorolt pályázatokra jellemző volt, hogy a támogatás mértéke minden esetben minimum 10%, a maximális támogatottság pedig akár 90% is lehetett. Ez leginkább a pályázó gazdasági formájától illetve a projekt megvalósításának helyszínétől függött. Általánosságban elmondható, hogy vállalkozások esetén 50%, költségvetési és költségvetési rend szerint vállalkozó szervezetek esetén pedig 85% volt a maximális támogatási intenzitás, amelyet a megvalósítás helyszíne pozitív és negatív irányban befolyásolt. Hátrányos helyzetű települések esetén az intenzitás 90%-os is lehetett. A támogatásokból – konstrukcióktól és projektektől függően – minimum 1 millió, maximum pedig 1 milliárd Ft-ot lehetett igényelni. A felsorolt pályázatok mindegyike támogatta a fasszárú biomassza felhasználáson alapuló projekteket, viszont munkahely bővítés szempontjából a KEOP-2011-4.3.0 kódszámú, „Megújuló energia alapú térségfejlesztés” című konstrukció, mindenképpen kiemelendő. A pályázat célja: „a megújuló energiaforrás felhasználáson alapuló, térségi- és helyi gazdaságfejlesztő hatású mintaprojektek előkészítésének, megvalósításának és kommunikációjának támogatása” volt. Meghirdetésekor a 2011-13-as időszakra mintegy 6 milliárd forint állt rendelkezésre, ami projektenként minimum 70 millió, maximum 1,5 milliárd Ft-ot jelentett. A pályázat elbírálása pontrendszer alapján történt, melyben jelentős szerepet töltött be a foglalkoztatottak megtartása, illetve az új munkahelyek létesítése.

A 2014-2020 közötti időszakban jelentős uniós forrás áll Magyarország rendelkezésére. A korábbi periódusokhoz képest – melyek legfőbb célja a leszakadt régiók felzárkóztatása volt – a most induló ciklusban az EU más célkitűzéseket vállalt. Ezeket 11 pontban foglalta össze, amelyekhez az összes tagállamnak igazítania kell saját fejlesztési tervét. Az Európa 2020 egy növekedési és foglalkoztatási taktika, amelynek alapvető célja, hogy támogassa az Európai Unió gazdasági válságból való kilábalását. Az Európa 2020 program lefekteti az Európai Unió azon stratégiai szempontjait, amelyek által meg kell valósítani a 2014-2020 periódusnak a céljait, illetve elérhetővé válnak a megvalósításához szükséges eszközök az uniós pályázatokon keresztül. Az Európai Bizottság 10 magyar operatív programot fogadott el, melyek közül a Környezeti és Energiahatékonysági Operatív Program (KEHOP), "Energiahatékonyság növelése, megújuló energiaforrások alkalmazása" prioritás tengely tartalmaz biomassza hasznosítás támogatására vonatkozó célokat.

A továbbiakban a 2014-2020-as ciklus pályázati kiírásai közül kifejezetten azok kerülnek bemutatásra, amelyek az értekezés tárgyát képező biomassza felhasználású fűtőmű létesítéséhez, önkormányzati beruházási lehetőséghez és egyéni fűtőkorszerűsítéshez igényelhetők. Mivel az értekezés jövőbeni beruházásokhoz készül ezért a lejárt, illetve felfüggesztett pályázatok nem kerülnek sem bemutatásra, sem felsorolásra.

2017 szeptemberében a KEHOP-on belül hat olyan kiírás volt aktív, amelyek megújuló energia hasznosítás céljából igényelhetők, ezek közül a következőket emelném ki:

- *"Helyi hő és hűtési igény kielégítése megújuló energiaforrásokkal"* (KEHOP 5.3.2-17): Ezen támogatás célkitűzése ösztönözni a decentralizált, környezetbarát megújuló energiaforrást hasznosító rendszerek elterjedését, így támogatni a meglévő fosszilis energiahordozó bázisú hőellátó-, hűtési rendszerek megújuló energiaforrásra való teljes vagy részleges átállítását, új megújuló alapú hőellátó-, hűtési rendszerek kialakítását.
 - A pályázat keretében támogatható tevékenységek: Megújuló energiaforrásokat hasznosító távfűtő/távhűtési és távhőtermelői rendszerek kialakítása, megújuló energiaforrásra való részleges vagy teljes átállítása, meglévő megújuló energiát alkalmazó létesítmények kapacitásának növelése.
 - A kiírás kifejezetten kitér arra, hogy ***nem támogatható új fogyasztók távhőrendszerbe történő kapcsolása***, vagyis ha nem rendelkezik a pályázó a szükséges infrastruktúrával, akkor annak kiépítését önerőből kell megvalósítania.

- Az igényelhető vissza nem térítendő támogatás összege: minimum 20 millió Ft, maximum 2,5 milliárd Ft
 - A támogatás mértéke az Észak-Alföldi Régióban 60%
 - A pályázat 2019.04.17-ig, illetve a pénzügyi keret kimerüléséig áll nyitva, tehát potenciális lehetőség az értekezésben vizsgált önkormányzatot ellátó fűtőmű megvalósulása tekintetében.
- A pályázók köre tekintetében kifejezetten megyei jogú városok igényelhetik a következő támogatást, így konkrétan ez a kiírás nem jöhet szóba Ibrány esetében, viszont a későbbiekben előfordulhat, hogy hasonló feltételekkel kisebb városok számára is kínálkozik majd lehetőség.
 - *"Önkormányzati épületek energetikai korszerűsítése"* (TOP-6.5.1-16): A kiírás két részcélt fogalmaz meg, úgy mint: az önkormányzatok tulajdonában lévő épületek illetve infrastrukturális létesítmények energiahatékonyságot célzó felújítása és fejlesztése, amelyek az egyes beruházások a fosszilis energiahordozókból származó üvegházhatású gázok (ÜHG) kibocsátásának csökkentését szolgálják; illetve a hazai megújuló energiaforrások fokozottabb használatát.
 - A pályázat keretében támogatható tevékenységek:
 - Önkormányzati tulajdonú épületek energiahatékonyság központú fejlesztése, külső határoló szerkezeteik korszerűsítése által;
 - Meglévő fosszilis alapú hőtermelő egység cseréje korszerűbb fosszilis alapú hőtermelőre vagy biomassza kazánrendszer telepítése;
 - Fosszilis- vagy vegyes- (fosszilis és megújuló egyaránt) vagy tisztán megújuló energiaforrásokból táplálkozó helyi közösségi fűtőműre, vagy hulladékhőt hasznosító rendszerre való csatlakozás megteremtése.
 - A projekt elszámolható összköltsége a felhívás területi egységekre vonatkozó terület-specifikus mellékleteiben található meg, ez alapján az értekezésben vizsgált település esetén minimum 15 millió Ft, maximum 400 millió Ft lenne pályázható, viszont az előzőekben ismertetett korlátozó tényező miatt ez nem vehető számításba.
 - A támogatás maximális mértéke az összes elszámolható költség 100%-a.

- *"Lakóépületek energiahatékonyságának és megújuló energia felhasználásának növelését célzó hitel"* (VEKOP-5.2.1-17): A hitelprogram célja a lakossági szektor épületenergetikai beruházásaihoz szükséges forrás rendelkezésre bocsátása a lakóépületek energiahatékonyságának, valamint a lakóépületekhez kapcsolódó megújuló energiaforrás alkalmazásának növelése érdekében.
 - A pályázat keretében támogatható tevékenységek: Energiahatékonyság javításra és megújuló energia felhasználására vonatkozó tevékenységek.
 - A kölcsön összege természetes személy esetén minimum 500 eFt, maximum 10 millió Ft.
 - Az Önerő elvárt mértéke a projekt elszámolható költségének minimum 10%-a.
 - A kölcsön kamata fix évi 0%.

(SZÉCHENYI 2020 alapján saját adatgyűjtés)

Az értekezés későbbi fejezeteiben a beruházás elemzések során az előbbieken bemutatott konkrét pályázatok jelentik majd a kalkulációk alapját.

Az empirikus kutatások ideje alatt 2017-ben kiírásra került az *"Otthon Melege Program"*, amelynek célja azoknak a magyar lakásoknak a korszerűsítése, amelyek energetikai tekintetben felújításra szorulnak. A program pénzügyi kerete azonban rendkívül gyorsan, mindössze néhány óra alatt kimerült és csupán pár ezer lakás számára nyújtott segítséget. Ennek a konstrukciónak a kifejtésétől disszertációmban eltekintek.

2.10. A kutatási terület lehatárolása

Az értekezés további fejezeteiben részletesen vizsgált és elemzett település kiválasztása a magyarországi Területi Információs Rendszer TeIR adatai alapján a hazai szakirodalomra támaszkodva történt.

TÓTH (2013) PhD. értekezésében egyedülálló – társadalmi, gazdasági és infrastrukturális viszonyokat figyelembe vevő – módszert dolgozott ki a decentralizált biomassza alapú energiatermelés szempontjából optimális települések kiválasztására. A módszer segítségével statisztikai adatok alapján kijelölhetők azok a települések amelyek alkalmasak lehetnek rentábilis fűtőmű beruházások létesítésére.

A szerző értekezésében 10 kiemelt fontosságú tényezőt határozott meg (3. táblázat), ezeket az országos és megyei adatokhoz viszonyította, majd eredményei alapján kategorizálta az egyes településeket.

3. táblázat. Biomassza fűtőmű létesítés szempontjából legfontosabb településstatistikai adatok

Szempontok	Értékek
a település lakosság száma alapján	+ 1000 fő felett 0 500–999 fő – 500 fő alatt
a lakosság szám változása alapján	+ országos átlag körül alakul, (+/- 5) 0 megyei átlag – megyei átlagtól rosszabb
a település lakásállománya alapján	a lakosság számhoz arányosan viszonyítva
a gázhálózatra csatlakozott háztartások alapján	+ 65% felett 0 64–50% között – 50% alatt
vállalkozások száma alapján	+ országos átlag körül alakul 0 120–90 db között – 90 db alatt
komplex LHH kistérség (támogatásintenzitás) alapján	+ kiemelt 0 átlagos – átlag alatti
halmozottan hátrányos helyzetű települések (befektetői környezet alapján)	+ kiemelkedő gazdasági teljesítmény; 0 nem tartozik a HH települések közé – a HH települések közé tartozik
egy főre jutó összes adóbevétele alapján	+ országos átlag körül alakul, (+/-20%) 0 országos átlag -20% és -50% között – országos átlag -50% alatt
egy állandó lakosra jutó összes belföldi jövedelem (Ft/fő) alapján	+ országos átlag körül alakul, (+/- 10%); 0 országos átlag - 10% és -30%; – országos átlag -30% alatt
egyéb tényezők (pl. alaprajz, kiágazó utak száma, távolság az egyes települések között, illetve a településen belül stb.)	kiágazó utak száma: + 5-nél kevesebb 0 5–10 közötti – 11 felett

(forrás: TÓTH 2013 alapján saját szerkesztés)

Eredményeire támaszkodva 3 településcsoportot határozott meg:

Az *első csoportba* azok a települések sorolhatók, ahol nagy a lakásállomány (nagy a potenciális fogyasztók száma), viszonylag sűrű az elhelyezkedésük és sokan használnak gázt. Emellett a település és a lakosság anyagi helyzete az országos átlaghoz képest viszonylag stabilnak, a környező falvakéhoz képest sokkal jobbnak mondható.

A *második csoportba* kategorizálható települések jellemzője, hogy bár magas a népesség/lakásszám, de kedvezőtlen a demográfiai mutató és a gazdasági aktivitásuk hasonló, vagy valamivel gyengébb az előző csoporthoz képest. Ezek a települések társadalomföldrajzi szempontból nem

ideálisak, de nem is rosszak, így alkalmasak lehetnek a fűtőművek létesítésére.

A *harmadik csoportba* sorolható települések a falufűtés megteremtése szempontjából kedvezőtlen helyzetben vannak, így lakosság és lakásszámuk alacsony, előregedő népességgel, intenzív elvándorlással, erőteljes fogyással és magas munkanélküliséggel jellemezhetők. Ezeken a helyszíneken a falufűtés kiépítése a gazdaságosságot szem előtt tartva szinte lehetetlen.

Előzetes kutatásaim során a TÓTH (2014) által készített mátrix alapján több települést is vizsgálat alá vettem. Noha a mátrix alapján hazánkban számos egyéb település is alkalmas falufűtőmű létesítésére, a választás mégis Ibrány városára esett mivel amellet, hogy társadalom és gazdaságföldrajzi tekintetben optimális, itt rendelkezésre állnak még a helyi gazdálkodók fás szárú energianövényekkel kapcsolatos ismeretanyagára és megítélésére vonatkozó korábbi kutatási eredményeim is (TÓTH–TÓTH 2011; 2012), továbbá a település környezetében évente képződő és kitermelhető biomassza mennyisége is megfelelő (lásd. 3.2. fejezet).

A továbbiakban Ibrány városának és a hozzátartozó gazdaságos tüzelő alapanyag beszállításra alkalmas területek természet és társadalom földrajzi vizsgálatára kerül sor, melynek során kiderül, hogy miért is megfelelő mintaterület a kiválasztott település.

2.11. A kutatási terület természetföldrajzi jellemzése

Ibrány település az 560 km² területű Rétköz kistáj nyugati részén – a Tisza és a Lónyai főcsatorna által határolt területen – fekszik. Északon a Bodroghözzel, nyugaton, délen és keleten a Nyírség kistájaival határos. A település tengerszint feletti magassága 94-103 méter között változik, de a környező települések többségében olyan mély fekvésű területen fekszenek, amelyek magassága csak kevés esetben haladja meg a 93,5 m-es tszf-i magasságot (KORMÁNY 2000).

A terület földtani felépítésére jellemző, hogy mélyen paleo-és mezozoikumi árokkal felsabdalt, tönkösödött röghegységek húzódnak, melyet a miocén vulkanizmus 1000-2000 m vastag tufatakaróval fedett be. A pannon korszakban bekövetkező süllyedés eredményeként tekintélyes vastagságú tavi, majd folyóvízi üledékek rakódtak le (GYARMATI 2002).

A vizsgált terület felszínén legnagyobb arányban holocén üledékek (öntés iszap, tőzeg) foglalnak helyet. A Tisza periodikus áradásai révén jelentős vastagságú öntésképződményekkel (öntéshomok, öntésiszap, öntésagyag) borította el a part menti területeket. A felhalmozódás a

pleisztocén végétől az árvízvédelmi gátak megépítéséig tartott. 1888-tól üledékeit már csak a szűk hullámtérben telítheti a folyó (URBANCSEK 1965). Gyakori vízhatás alatt álló, rossz lefolyású területeken szikes agyag és szikes iszap képződmények is találhatók, amelyek nem kedveznek a zöldség, gyümölcs és gabonafélék termesztése szempontjából, viszont alkalmasak rövid vágásfordulójú fás szárú energianövények termesztésére (KONDOR 2014). Nagyobb kiterjedésű szikes foltok a Rétköz Közép-Nyírséggel határos széles sávjában (Búj, Ibrány, Nagyhalász, Vasmegyer, Tiszarád) találhatók (ŐSZ 2009).

A terület – földrajzi helyzetéből adódóan – a mérsékelt meleg, mérsékelt száraz, hideg télű területek közé tartozik. A vizsgált terület közepes évi globális sugárzás összege $4300\text{--}4500 \text{ MJ m}^{-2}$ között alakul. A sugárzás értéke havonta átlagosan – a vegetációs periódusban – $590\text{--}697 \text{ MJ m}^{-2}$ között változik. A napsütéses órák száma 1966 körül alakul. A hőmérséklet évi járása alapján megállapítható, hogy a legalacsonyabb havi középhőmérséklet januárban ($-3,4 - -3,7 \text{ }^{\circ}\text{C}$) a legmagasabb érték pedig júliusban ($20,5 - 20,8 \text{ }^{\circ}\text{C}$) következik be. A legmelegebb és a leghidegebb hónapok középhőmérséklete közötti különbség $24 \text{ }^{\circ}\text{C}$. A valaha mért leghidegebb és a legmelegebb léghőmérséklet közti abszolút hőmérsékletkülönbség $67,8 \text{ }^{\circ}\text{C}$ volt. Az évi középhőmérséklet $9,6 \text{ }^{\circ}\text{C}$ körül alakul (JUSTYÁK 2002; PÉCZELY 1969).

A mintaterület szélviszonyait vizsgálva elmondható, hogy a talaj közeli légrétegben mért adatok alapján a leggyakrabban az É-i ($23,2 \%$), az ÉK-i (19%) és a DNY-i ($10,8 \%$) égtájak felől fújnak szelek. A szélcsendes időszakok gyakorisága $21,7 \%$ (KORMÁNY 2002). Az É-i és az ÉK-i szelek magas relatív gyakorisága annak köszönhető, hogy a Kelet-Európai síkság felől érkező és az Északkeleti-Kárpátok hágóin átjutó légtömegek az Alföld ÉK-i részére érve csak az Eperjes – Tokaji hegység és az Erdélyi-szigethegység között ÉK-DNY-i irányban képesek alacsonyabb szélességek felé eljutni. Az É-i és az ÉK-i szelek általában hűvösebb és szárazabb, míg a nyugatias (főleg DNY-i) áramlások enyhébb és nedvesebb légtömegeket szállítanak. Egész évben, de különösen a tavaszi hónapokban legnagyobb gyakorisággal az É-i és az ÉK-i szél fúj. A szélerősség/szélesség tekintetében az egyes hónapok átlag értékei között nincs jelentős különbség. Az erősebb szelek leggyakrabban a tavaszi hónapokra (március, április) jellemzőek. Átlagos sebességük ilyenkor $15\text{--}30 \text{ km/h}$ (ŐSZ 2009).

A vizsgált terület évi átlagos csapadékösszege $550\text{--}600 \text{ mm}$ között alakul. A legtöbb csapadék ($61\text{--}70 \text{ mm}$) általában kora nyáron esik, köszönhetően a május végén és június közepe táján (Medárd napi esők) felerősödő ciklontevékenységnek. A legkevesebb csapadék – átlagosan 24--

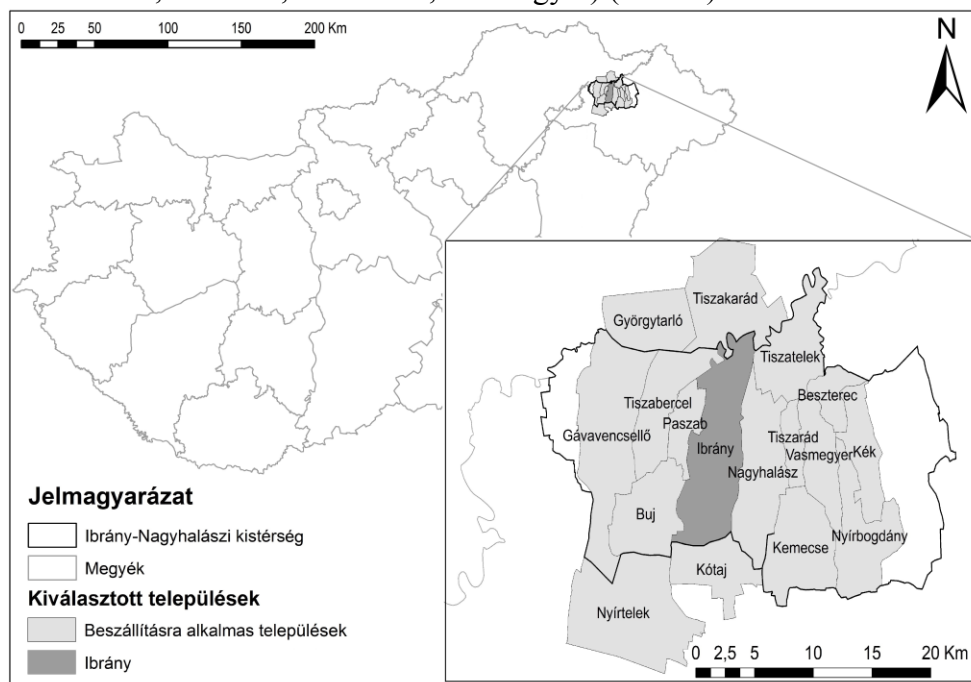
30 mm – a téli hónapokban (január-február) hó formájában hullik (KORMÁNY 2000).

Mivel a mintaterületet természetföldrajzi és meteorológiai viszonyai több tekintetben is alkalmassá teszik energianövények termesztésére (KONDOR 2014) ezért a későbbiekben ennek részletes vizsgálatára is sor kerül.

3. Önálló kutatási eredmények

3.1. Ibrány gazdaság és társadalomföldrajzi elemzése

Szabolcs-Szatmár-Bereg megye északnyugati szegletében található az Ibrány-Nagyhalászi statisztikai kistérség, amely 17 települést foglal magába. Területe 521 km², a megye 8,7%-át teszi ki. Északról Borsod-Abaúj-Zemplén megyével, illetve a Kisvárdai kistérséggel határos, míg nyugatról a Tiszavasvári, délről Nyíregyházi, keletről pedig a Baktalórántházi kistérség határolja. Az Ibrány-Nagyhalászi kistérség kiválva a Nyíregyházi kistérségből, 2004-ben jött létre 17 település részvételével (Balsa, Beszterec, Buj, Demecser, Gávavencsellő, Gégény, Ibrány, Kék, Kemece, Nagyhalász, Nyírbogdány, Paszab, Székely, Tiszabercel, Tiszarád, Tiszatelek, Vasmegeyer) (8. ábra).



8. ábra. Ibrány város, az Ibrány-Nagyhalászi kistérség és a későbbiekben lehatárolt tüzelőanyag beszállításra alkalmas települések földrajzi elhelyezkedése
(forrás: saját szerkesztés)

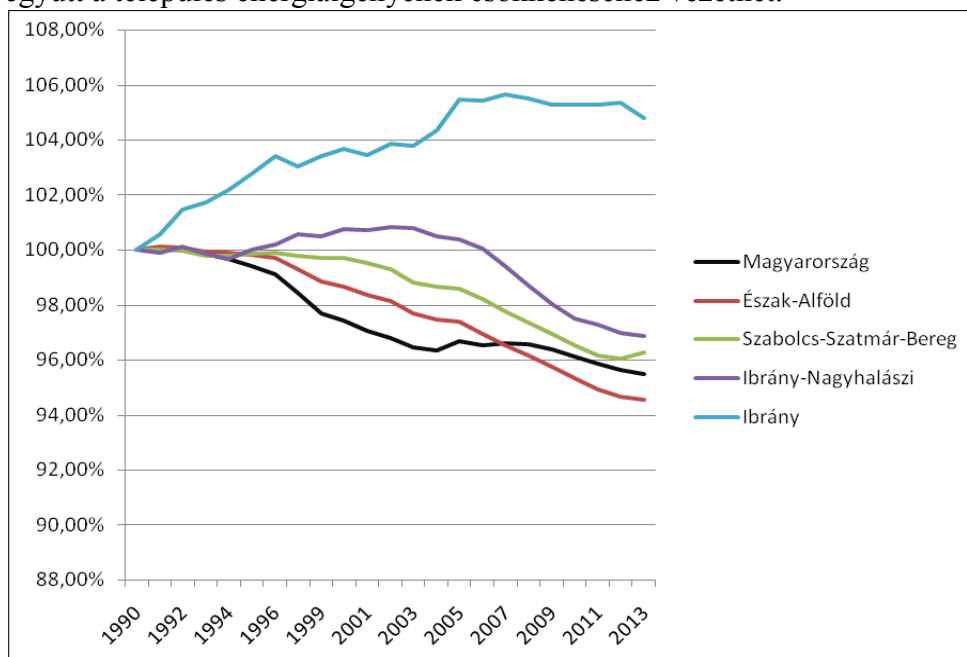
A kistérség társadalmi és gazdasági szempontból elmaradott, leszakadó térség, területfejlesztési szempontból a 311/2007 Kormány

rendelet szerint leghátrányosabb helyzetű. Ibrány a kistérség központja nem csak közigazgatási szerepét tekintve tölt be központi szerepet a környező települések között, hanem egyéb funkciók tekintetében is jelentős, így kedvező gazdasági és demográfiai mutatókkal rendelkezik.

A továbbiakban Ibrány városának kifejezetten azon mutatói kerülnek bemutatásra és értékelésre, amelyek TÓTH (2013) szerint decentralizált energiatermelés tekintetében kiemelt fontossággal bírnak. Az elemzés során használt adatok a KSH-TSTAR (2013) rendszeréből származnak.

3.1.1. A kiválasztott település népességszám változása

Ibrány város lakosságszáma 2013-as adatok szerint 7034 fő. Ha az 1990-es évet bázisévnek tekintve vizsgáljuk Ibrány népességszám változását akkor a város lakossága folyamatosan növekvő (+4,78 %) tendenciát mutat (9. ábra). Ez a tényező, ahogyan arra TÓTH (2013) korábban rámutatott, bioenergetikai beruházások tekintetében kifejezetten fontos, hiszen a fogyó népesség előbb-utóbb a lakossági és ipari felhasználók számának és ezzel együtt a település energiaigényének csökkenéséhez vezethet.



9. ábra. Ibrány város állandó népességszámának változása az 1990-es évhez képest az országos, régiós, kistérségi és megyei adatok tükrében (1990-2013)
(forrás: KSH-TSTAR alapján saját szerkesztés)

A hazai viszonylatban átlagos népességszám változási tendenciákhoz képest (-4,5%) Ibrány városa (+4,78%) kifejezetten kedvező képet mutat. A magyarországi átlagnál 9,28 %-kal, a régiósnál 10,23 %-kal, a megyeinél pedig 8,54 %-kal magasabb népességszám gyarapodást mutatott 1990-2013 között. Ez a tendencia (+4,78 %) közel 2%-kal múlja felül a TÓTH (2013) által optimálisnak vélt 3%-os népességszám gyarapodást.

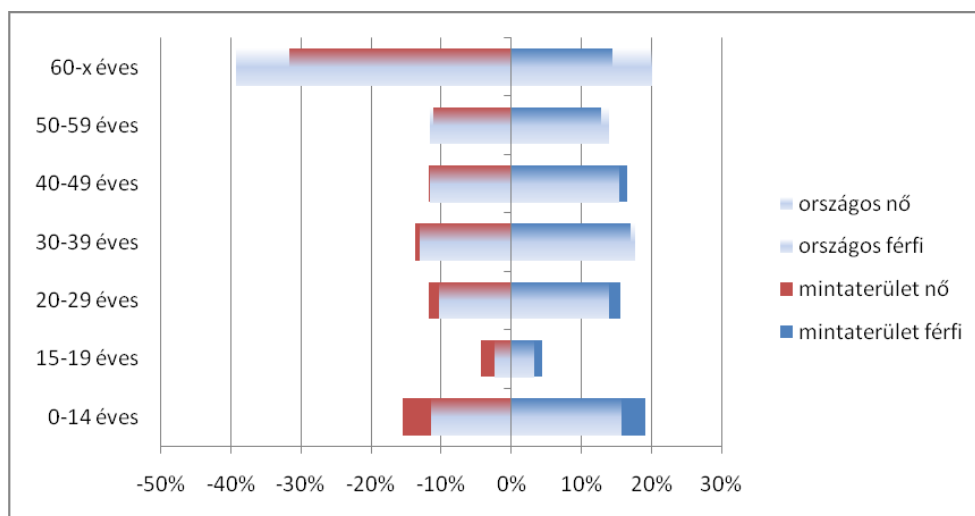
Nem szabad figyelmen kívül hagyni, hogy ha az 1990-es évhez képest végbement változásokat grafikonon ábrázoljuk (9. ábra), akkor a 2008 és 2009-es éveket követően a településre jellemző dinamikus népességszám növekedés stagnálni, majd lassan csökkenni kezd. A változás oka elsősorban a magas negatív előjelű vándorlási különbözet. Míg a város 1000 főre vetített természetes szaporodásának értéke 2,41 (17 fő), addig az 1000 főre vetített vándorlási különbözet -9,09 (-64 fő). A tényleges népességszám változás 1000 főre vetített értéke -6,68 (- 47 fő). Az eredmény országos (-3,83/1000 fő), regionális (-4,89/1000 fő) és megyei (-4,73/1000 fő) viszonylatban is magasnak mondható.

A hirtelen bekövetkező népességszám csökkenés magyarázata a 2008-2009 között kezdődő gazdasági világválság a város életébe lassan történő begyűrűzése lehet (VERTETICS–SZEBENI 2009; LENGYEL–FEJES 2010; KSH 2010).

3.1.2. A kiválasztott település demográfiai helyzete

Ibrány 2013. évi kor és nemek szerinti megoszlása kedvező képet mutat országos összehasonlításában (10. ábra). A város 60 év feletti lakosságának aránya férfiak esetén 5,74%-kal, nők esetén pedig 7,67%-kal alacsonyabb az országos átlaghoz képest. A 0-14 év közötti lakosság aránya férfiak esetén 3,51%-kal, nők esetén pedig 3,94%-kal magasabb az átlagnál. A köztes korosztályok tekintetében az átlagos különbség 0,63%.

A mintaterület korstruktúrája tehát hazai viszonylatban fiatalosnak tekinthető. A kedvező korszerkezet alakulására a cigány lakosság is hatással lehet, eltérő kulturális és életvitelbeli szokásaiknak köszönhetően (PÁSZTOR 2013; FEKETE 2014). A 2011-es népszámlálás során (Internet-14) a vizsgált település állandó népességének 13,29%-a vallotta magát cigánynak, ami kifejezetten magas az országos (3,17%), a régiós (5,55%) és a megyei (7,99%) adatokhoz képest.

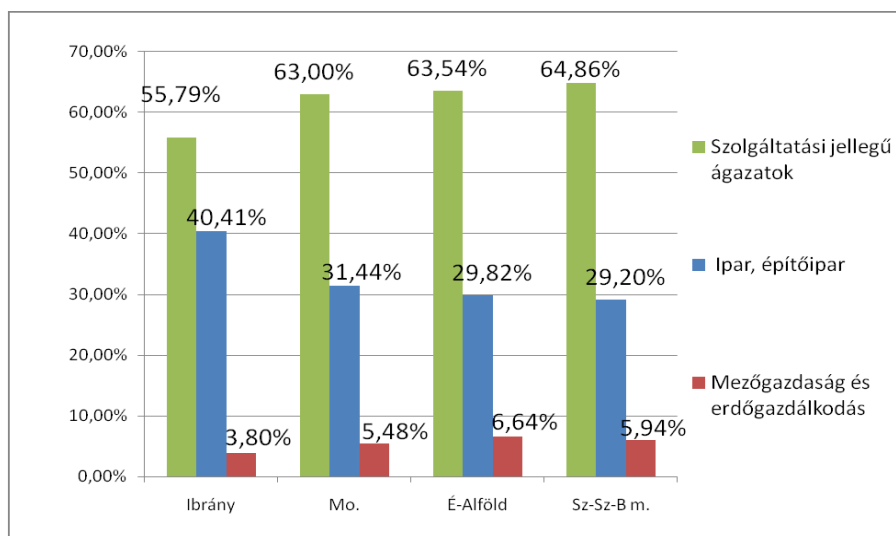


10. ábra. Ibrány város és a magyarországi átlag kor és nemek szerinti összehasonlítása (2013)

(forrás: KSH-TSTAR alapján saját szerkesztés)

3.1.3. A kiválasztott település lakosságának szociális és gazdasági helyzete

A KSH Népszámlálási és Település Statisztikai Rendszerének adatai alapján 2011-ben Ibrány munkanélküli lakosságának aránya a munkaképes korúakon belül 10,59% volt, ami ugyan magasnak mondható az országos 9,55%-hoz képest, viszont kedvezőbb képet mutat mint a regionális és megyei mutatók (Észak-Alföldi régió: 11,29% Szabolcs-Szatmár-Bereg megye: 11,27%). A város viszonylag kedvező munkanélküliségi mutatója mellett magas a 180 napon túl nyilvántartott álláskeresők száma (480 fő). Ezek a személyek a nyilvántartott álláskeresők 64,26%-át (747 fő) teszik ki, ami magas az országos 49,93%-hoz képest. A kiugró arány a világválság hatására begyűrűződő ingatlanpiaci és építőipari visszaesésnek tudható be (EGEDY 2012), hiszen a város egyik legfontosabb foglalkoztatási szektora az ipar, építőipar (11. ábra).



11. ábra. A foglalkoztatottak aránya a főbb gazdasági szektorok szerint (%)
(forrás: KSH-TSTAR alapján saját szerkesztés)

A kedvezőtlen foglalkoztatottsági mutatókat az esettanulmányokban bemutatott bollewicki-hez hasonló komplex bio-energetikai beruházás kis mértékben enyhíthetné, ugyanis ahogyan arra a nemzetközi szakirodalom is utal, a megújuló energiaforrások hasznosítása az elmaradott területek felzárkóztatásának egyik – különböző európai uniós forrásokból is finanszírozott – eszköze (DÁVID et al. 2006; DÁVID et al. 2007). Ráadásul ahogyan arra JOHANNES (2013) is rámutatott Bollewickben és a környező településeken a beruházás sorozatnak számszerűsíthető hatása volt a foglalkoztatásra.

A település aktív foglalkoztatáspolitikai eszközzel támogatott lakosainak száma 334 fő, amely munkaerő ésszerű foglalkoztatása folyamatos problémát és nehézséget jelent a legtöbb hazai önkormányzat számára. A 2015-ös közmunkára vonatkozó törvényi változások értelmében (2011. évi CVI. törvény) a közfoglalkoztatottak akár a gazdálkodók alkalmazásában is munkára közvetíthetők.

Véleményem szerint a decentralizált dendromassza felhasználású energiatermelés tüzelő alapanyagának előállításában, feldolgozásában és felhasználásában a település közfoglalkoztatottjai is részt vehetnének, számukra is hasznos, értékteremtő munkát folytatva.

Ibrány városában 2013-ban az egy főre jutó összes belföldi jövedelem 556 783 Ft/fő volt, ami 34,32%-kal maradt el az országos átlagtól (847 801 Ft/fő). A környező települések esetében ez az érték 512 017 Ft/fő, vagyis 39,61% a lemaradás a hazai átlaghoz képest.

A vizsgált település egy főre jutó összes adóbevétele (76 243 Ft/fő) szintén alacsony, mintegy 40,21 %-kal marad el az országos átlagtól (127 519 Ft/fő). Ugyanakkor a környező településekhez képest (69 303 Ft/fő 45,65%-os lemaradás) ebben is kedvezőbb képet mutat.

3.1.4. A kiválasztott település infrastrukturális helyzete

A város lakásállománya a 2013-as évben 2384 db, amely lakásokból a fűtési gázfogyasztók száma 1715 db. Ez azt jelenti, hogy a lakásállomány 71,94%-ában használnak fel gázt fűtési célokra. Ez kifejezetten előnyös helyzetet teremt bioenergetikai beruházások szempontjából, mivel feltételezhetően a lakosság nagy része, még nem tért át egyéb, a gáznál olcsóbb fűtési alternatívára. Az Ibrányra jellemző 71,94%-os fűtési gázfogyasztói arány az országos (62,39%), regionális (65,93%) és megyei (65,08) átlaghoz képest is figyelemre méltó.

3.1.5. A kiválasztott település értékelése

A társadalom és gazdaságföldrajzi elemzés alapján elmondható, hogy Ibrány városa több tekintetben is alkalmas lehet bioenergetikai beruházásra. TÓTH (2014) települési mátrixa alapján a város elsődleges települési kategóriába sorolható, ugyanis lakosságszáma (7034 fő) 1000 fő feletti, változása növekvő tendenciát mutat. Lakásállománya (2384 db) kedvező, nagy a potenciális fogyasztók száma, akik nagy arányban használnak gázt (71,94%). Emellett a lakosság anyagi helyzete az országos átlaghoz képest viszonylag stabilnak, a környező falvakéhoz képest sokkal jobbnak mondható. Mivel a mintaterület nem csak természetföldrajzi, de gazdaság és társadalomföldrajzi mutatók tekintetben is megfelel biomassza felhasználású fűtőmű létesítésére, ezért indokolt megvizsgálni a térségben rendelkezésre álló tüzelőanyag potenciálját.

3.2. A kutatási terület biomassza potenciáljának felmérése

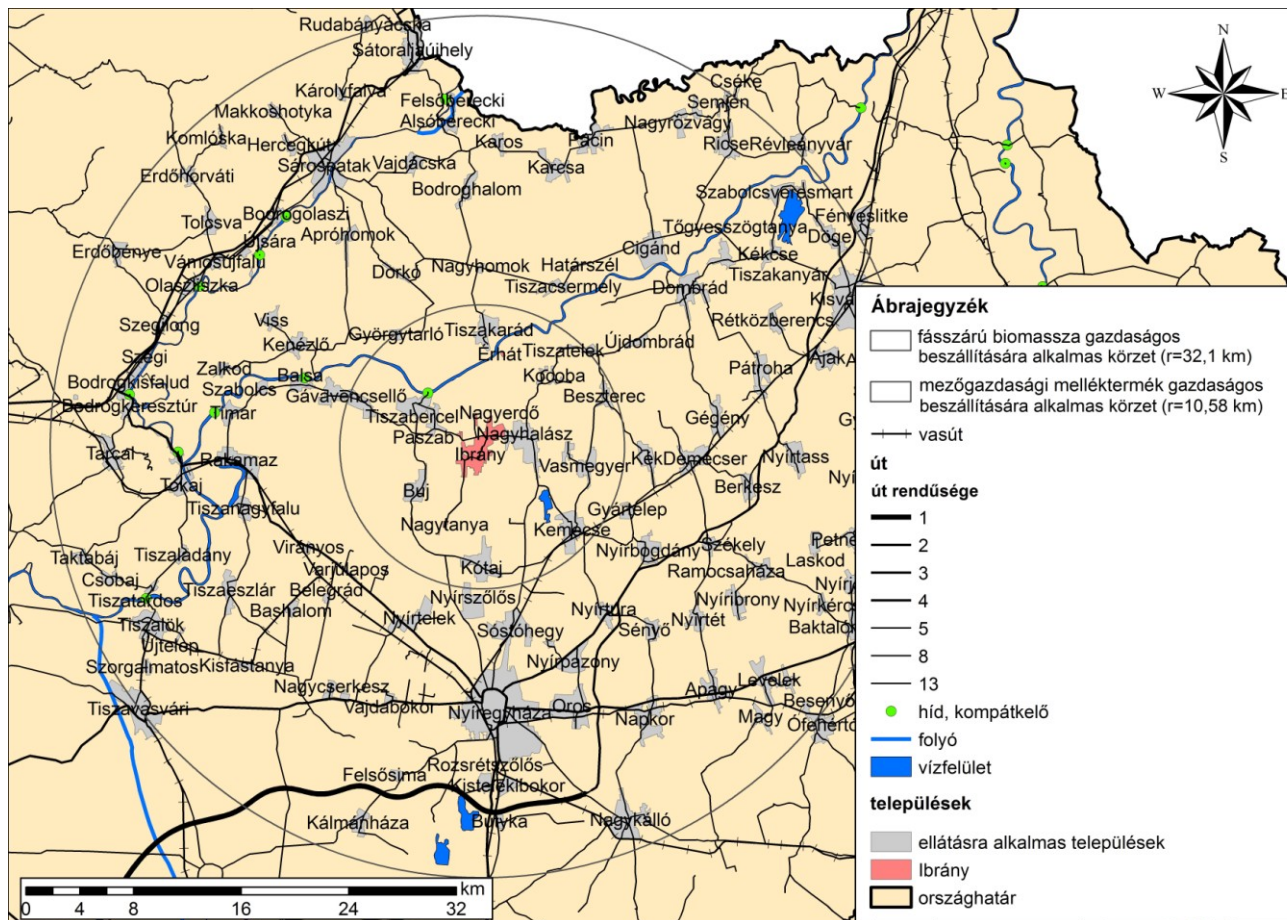
Ahogy arra a szakirodalmi áttekintés során már volt utalás a biomassza beszállítása csak bizonyos távolságon belül gazdaságos, ami 2016-ban mezőgazdasági melléktermékek esetén 14,3 km-es, fás szárú biomassza esetén pedig 43,38 km-es körzetet jelentett. Egyértelmű, hogy két földrajzi hely légvonalbeli távolsága nem egyenlő azok közúti távolságával. PINTÉR (2012) szerint Magyarországon átlagosan 1 km közúti szállítási

távolság 0,74 km légvonalbeli távolságnak felel meg, ami azt jelenti, hogy 1 km légvonalbeli távolsághoz 1,3514 km közúti távolság tartozik. A kutató 2012-es és 2016-os eredményeit figyelembe véve ez azt jelenti, hogy hazánkban a tüzelési célú biomassza beszállítása lágyszárúak és *mezőgazdasági melléktermékek esetében 10,58 km, fás szárúak esetében pedig 32,1 km-es légvonalbeli távolságon belül gazdaságos*. PINTÉR (2012) eredményei lehetőséget biztosítanak a tervezett fűtőmű ideális beszállítási körzetének földrajzi lehatárolására.

Értekezésemben a tüzelőanyag ellátásra alkalmas terület lehatárolása térképi adatbázisok segítségével és PINTÉR (2012) légvonalbeli távolságainak figyelembevételével történt. ArcGIS 10-es szoftver segítségével egy 10,58 km-es, és egy 32,1 km-es zóna került lehatárolásra Ibrány körül, amelynek középpontjában Ibrány város önkormányzati épülete található (12. ábra). A további fejezetekben az ezeken a zónákon belül található területek mezőgazdasági melléktermékeinek és fás szárú biomassza potenciáljának felmérésére kerül sor, hiszen a gazdaságos működtetést szem előtt tartva ezek a területek felelnek meg a stabil alapanyagbázis biztosítására.

Az üzemeltetésre alkalmas terület lehatárolását követően először a város közúti elemzésére került sor. A település adottságait (12. ábra) vizsgálva elmondható, hogy logisztikai szempontból nem tekinthető ideálisnak, hiszen nincs közvetlen kapcsolata autópályával, továbbá a főközlekedési úthálózaton is kívül esik. Ezért a nagy távolságról történő biomassza beszállítás gazdaságosan csak kevés esetben kivitelezhető.

A beszállítási körzet északi területeiről Ibrány közúton csak igen nagy kerülővel közelíthető meg. Ennek oka, hogy a Tisza ezen szakaszán mindössze 2 híd illetve 3 kompátkelő található (12. ábra). Így a Bodroghöz, a Taktaköz, illetve Hegyalja településeiről való beszállítás csak kevés esetben lehet gazdaságos a nagy kerülőutaknak köszönhetően. A kompátkelők használata esetén ugyan nincs szükség jelentős kerülőút beiktatására, azonban 5 tonna össztömeg feletti tehergépkocsi átkelése során 1000 Ft/alkalom + 500 Ft/pótkocsi (Internet-15) viteldíjjal kell számolni. Ez a szállított alapanyag fajtájának, mennyiségének, minőségének és árának függvényében befolyásolja a gazdaságos szállítási távolságot. Ezért a beszállítható biomassza potenciál túlbecsülésének elkerülése érdekében a további kalkulációk során a Tiszától északra fekvő települések nem kerültek számításba.



12. ábra. A vizsgált terület közlekedési infrastruktúrájának ellátottsága
(forrás: saját szerkesztés)

3.2.1. A lehatárolt terület tüzelés céljából felhasználható mezőgazdasági melléktermékeinek potenciálja

Az Ibrány körül lehatárolható optimáliskörzet tüzelési célú biomassza potenciáljának felmérése során első lépésben az évente képződő mezőgazdasági melléktermékek hozambecslése történt meg.

Ehhez Ibrány városa körül egy 10,58 km sugarú körzet lehatárolására került sor, mivel ezen belül tekinthető gazdaságosnak a – túlnyomóan lágyszárú – mezőgazdasági melléktermékek beszállítása. A lehatárolást követően az egyes településeken évente megtermelt mezőgazdasági főtermékek hozama, vagy a települések egyedi vetésszerkezete alapján pontosan megbecsülhető lenne a térségben évente képződő mezőgazdasági melléktermékek mennyisége. Azonban hazánkban erre vonatkozóan nyilvános adatbázis egyelőre nem érhető el. Ezért értekezésemben BAI et al., (2016) módszerére támaszkodva történt a térségben évente képződő mezőgazdasági melléktermékek tömegének és energetikai potenciáljának felmérése.

Települési szintű adatbázis hiányában első lépésben vetésszerkezeti modellt kellett kalkulálni a lehatárolt terület településeire vonatkozóan. Ehhez a KSH-MRSTAR (2009-2013) Szabolcs-Szatmár-Bereg megyei adatai kerültek feldolgozásra. Természetesen ez nem ad pontos képet a vizsgált területre vonatkozóan, hiszen a megye bizonyos részein a talajtani, meteorológiai és piaci viszonyokhoz igazodva jelentős mértékben eltérhet a vetésszerkezet. Települési szintű adatok hiányában azonban ez a módszer viszonylag pontos képet adhat a települések vetésszerkezetére vonatkozóan.

Ráadásul a főnövények területi megoszlása is évről-évre változik a vetésszorgó, a klimatikus viszonyok és a terményárak hatására, így még nehezebb pontos és állandó érvényű becslést készíteni az évente rendelkezésre álló melléktermékek mennyiségéről.

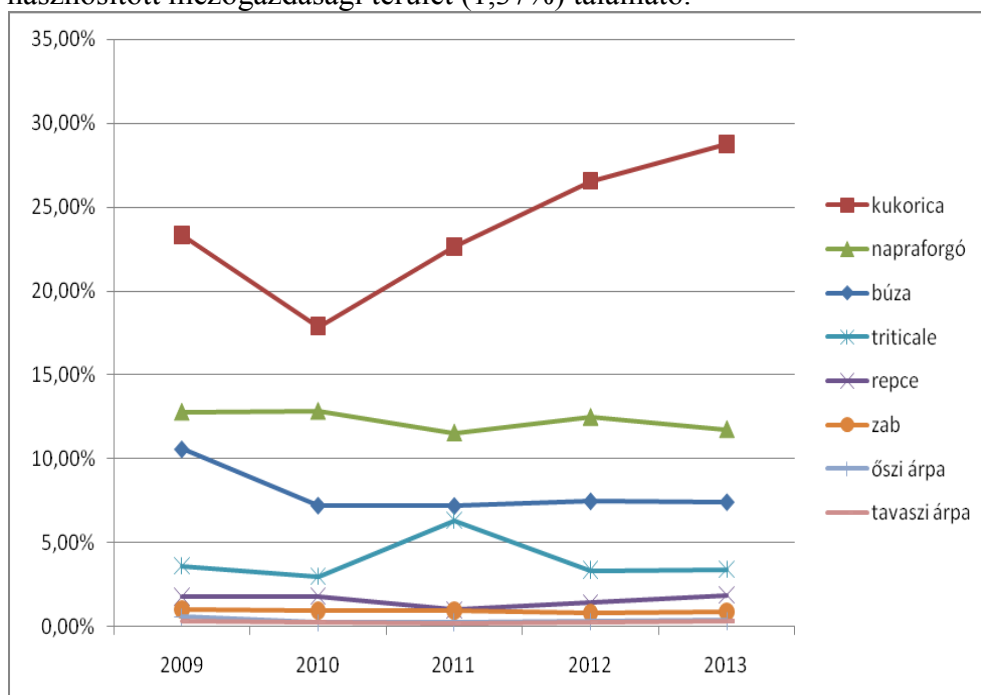
Az MRSTAR minden évben rögzíti a főbb szántóföldi kultúrák betakarított területét országos, regionális és megyei bontásban, így dinamikusán követhető az egyes növények vetésszerkezetének változása. A gyümölcsös és szőlő, erdő, gyepek, halastó, nádas és egyéb nem hasznosított mezőgazdasági terület tekintetében nem érhetőek el éves adatok az MRSTAR adatbázisában, ezért azok az ÁMÖ 2010 alapján lettek származtatva.

4. táblázat. Magyarország, az Észak-Alföldi régió és Szabolcs-Szatmár-Bereg megye főbb szántóföldi növényeinek vetésszerkezet változása
2009-2013 között

	termő terület	búza	kukorica	napraforgó	repce	triticale	zab	őszi árpa	tavaszi árpa	az összes termőterülethez képest
2009	Magyarország	18,50%	19,00%	8,63%	4,21%	2,02%	0,84%	3,16%	2,02%	58,38%
	Észak-Alföld	19,63%	21,73%	13,36%	2,76%	2,09%	1,08%	2,54%	1,12%	64,31%
	Szabolcs-Szatmár-Bereg	10,58%	23,34%	12,79%	1,80%	3,61%	1,05%	0,58%	0,31%	54,08%
2010	Magyarország	16,31%	17,41%	8,09%	4,18%	1,93%	0,82%	2,99%	1,55%	53,28%
	Észak-Alföld	16,24%	16,89%	11,71%	2,08%	1,80%	1,06%	2,20%	0,86%	52,85%
	Szabolcs-Szatmár-Bereg	7,20%	17,87%	12,84%	1,82%	3,01%	0,95%	0,26%	0,23%	44,18%
2011	Magyarország	15,78%	19,85%	9,35%	3,77%	5,58%	0,86%	2,56%	1,65%	59,42%
	Észak-Alföld	15,69%	20,52%	13,08%	1,85%	4,98%	1,00%	1,82%	0,70%	59,65%
	Szabolcs-Szatmár-Bereg	7,18%	22,64%	11,54%	1,00%	6,34%	0,98%	0,27%	0,18%	50,13%
2012	Magyarország	17,27%	19,22%	9,93%	2,66%	1,80%	0,86%	2,84%	1,60%	56,17%
	Észak-Alföld	16,73%	21,14%	13,42%	1,15%	1,90%	0,95%	2,25%	0,88%	58,40%
	Szabolcs-Szatmár-Bereg	7,46%	26,57%	12,49%	1,41%	3,38%	0,81%	0,31%	0,21%	52,65%
2013	Magyarország	17,60%	20,05%	9,63%	3,19%	1,90%	0,83%	3,05%	1,18%	57,43%
	Észak-Alföld	17,72%	23,73%	12,96%	1,94%	1,96%	0,90%	2,44%	0,63%	62,26%
	Szabolcs-Szatmár-Bereg	7,41%	28,79%	11,75%	1,88%	3,41%	0,91%	0,36%	0,28%	54,79%
5 éves átlag	Magyarország	17,09%	19,11%	9,13%	3,60%	2,65%	0,84%	2,92%	1,60%	56,94%
	Észak-Alföld	17,20%	20,80%	12,91%	1,96%	2,54%	1,00%	2,25%	0,84%	59,49%
	Szabolcs-Szatmár-Bereg	7,97%	23,84%	12,28%	1,58%	3,95%	0,94%	0,36%	0,24%	51,17%

(forrás: KSH-MRSTAR 2009-2013 alapján saját szerkesztés)

Ha a 2009 és 2013 közötti időszakban megvizsgáljuk a gabonafélék és néhány fontosabb őszi betakarítású növény letermelt területét (4. táblázat) akkor elmondható, hogy országos tekintetben viszonylag stabil a vetésszerkezet, mindössze néhány százalékos eltérések tapasztalhatók. Az ÁMÖ 2010 adatai szerint a főbb szántóföldi kultúrák az összes termőterület 56,94%-át teszik ki, a fennmaradó területen erdő (24,57%), gyümölcsös (1,35%), gyepek (10,44%), halastó (0,5%), nádas (0,51%) és egyéb nem hasznosított mezőgazdasági terület (1,37%) található.



13. ábra. Szabolcs-Szatmár-Bereg megye betakarított növénykultúráinak változása 2009-2013 között

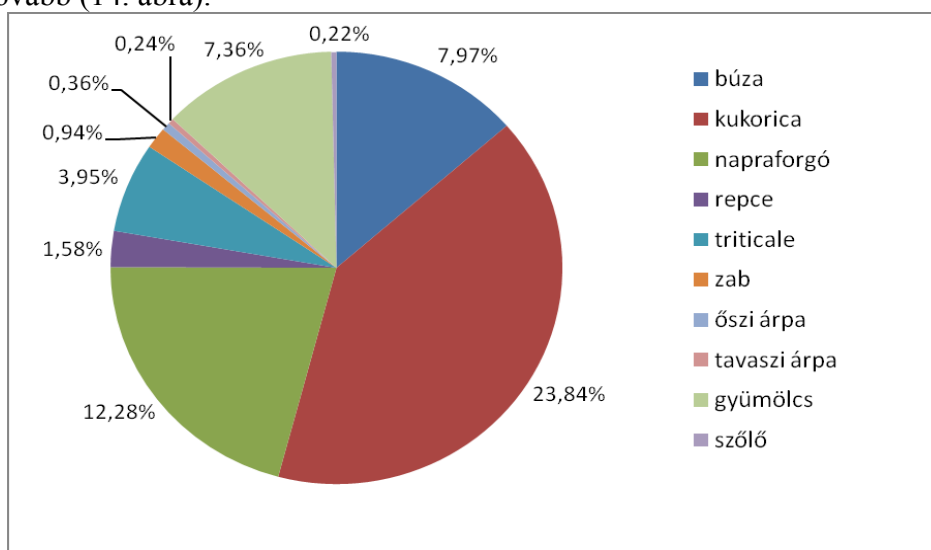
(forrás: KSH-MRSTAR 2013 alapján saját eredmény)

A vizsgált időszakban Szabolcs-Szatmár-Bereg megye vetésszerkezete (4. táblázat és 13. ábra) az országos tendenciákhoz hasonlóan alakult, eltérés csak a kukorica és a búza vetésterületében tapasztalható. 2009-hez képest a búza területe 10,58%-ról 7,41%-ra csökkent, míg a kukorica 23,34%-ról 28,79%-ra nőtt. A változás nem számottevő és egyértelmű tendencia sem figyelhető meg. Mivel mind a két növény szerves részét képezi a vetésforgónak, ezért a jövőben lényeges változás nem is várható.

A megyében a főbb szántóföldi kultúrák az összes termőterület 51,17%-át teszik, ami kevesebb az országos átlagnál (4. táblázat). Az eltérés oka, az ÁMÖ 2010 alapján, hogy szemben a hazai átlagos

területhasznosítással Szabolcs-Szatmár-Bereg megyében magasabb a gyümölcsösök aránya (ország: 1,35%; megye: 7,36%).

Mivel a megyei vetésszerkezetben bekövetkező kisebb kilengések nem számottevőek, valamint a vetésforgónak köszönhetően lényeges átrendeződés sem várható, ezért a további számítások Szabolcs-Szatmár-Bereg megye 2009-2013 közötti átlag vetésszerkezete alapján zajlottak tovább (14. ábra).



14. ábra. Szabolcs-Szatmár-Bereg megye 2009-2013 közötti átlagos vetésszerkezete a betakarított területek mérete alapján
(forrás: KSH-MRSTAR 2009-2013; ÁMÖ 2010 alapján saját eredmény)

A megye átlagos vetésszerkezetének meghatározását követően az ArcGIS segítségével lehatárolt zóna településeinek termőterületére ($\Sigma=31\,636$ ha) lettek vetítve a megyei arányok (5. táblázat 1. oszlop). Ezután az AKI, valamint a hazai szakirodalom átlag értékeire támaszkodva zajlott a mezőgazdasági termelés során képződő melléktermékek hektáronkénti fajlagos hozamának feltárása (5. táblázat 2. oszlop). Természetesen ez esetben sem lehet évről évre törvényszerű adatokkal kalkulálni, mivel az egyes évek időjárása, az alkalmazott növény fajtája és a termesztéstechnológia folyamatosan változik, így a táblázat értékei az AKI elmúlt ötéves átlagadataiból és a hazai szakirodalomban meghatározott átlaghozamokból lettek meghatározva. A vetésszerkezet és a fajlagos hozamok ismeretében kiszámolható az évente képződő mezőgazdasági melléktermékek mennyisége (5. táblázat 3. oszlop). A biomassa tömeg és azok specifikus fűtőértéke (5. táblázat 4. oszlop) alapján pedig megbecsülhető a rendelkezésre álló mezőgazdasági melléktermékek energiatartalma (5. táblázat 5. oszlop).

5. táblázat. A lehatárolt terület becsült vetésszerkezete, a mezőgazdasági melléktermékek legfontosabb jellemzői és a mintaterület mezőgazdasági melléktermékeinek energiapotenciálja

Mezőgazdasági melléktermék típusa	A lehatárolt terület becsült vetésszerkezete ha/év	AKI és szakirodalmi források alapján betakarítható fajlagos mennyiség t/ha/év	Képződő mg-i melléktermék mennyisége t/év	Fűtőérték 25% nedvességtartalom esetén GJ/t	Mg-i melléktermék e. tartalma TJ/év
Szalma (búza, triticales, árpa, zab)	4 258,52	3	12 775,56	12	153,31
Repceszalma	499,96	2,5	1 249,91	13	16,25
Kukoricaszár és csutka	7 542,18	5,5	41 482,01	11	456,30
Napraforgószár és maghéj	3 885,79	2	7 771,58	13	101,03
Szőlővenyige	69,78	2,5	174,46	14	2,44
Gyümölcsfa-nyesedék	2 327,16	1,5	3 490,73	14	48,87
Elméleti potenciál					↓ Σ = 778,20
Gépesíthető/beszállítható					220,87
Energetikai célokra hasznosítható					132,52

(forrás: BAI 1998; MAROSVÖLGYI 2002; JUHÁSZ 2006; BARKÓCZY–IVELICS 2008; FÁBIÁN 2008; POPP et al. 2011; PINTÉR 2012; TORBEN 2011; BAI 2016.; KSH ÁMÖ 2010; AKI 2013; KSH-MRSTAR 2009-2013 alapján saját eredmény)

Számításaim alapján az egyes mezőgazdasági melléktermékek átlag hozamainak, fűtőértékeinek és a lehatárolt terület vetésszerkezetének ismeretében Ibrány körül mintegy 778 TJ/év energiatartalmú mezőgazdasági melléktermék képződik (5. táblázat).

Bár az elméleti potenciál mennyisége hatalmas (778 TJ/év), az energetikai hasznosításának korlátozottabbak a feltételei a fás szárú biomasszáénál. A mezőgazdasági főtermékek alapvetően élelmezési és takarmányozási célokat szolgálnak, míg a melléktermékek elsősorban a talajerő utánpótlásban, kisebb részben pedig az állattenyésztésben (alomként) hasznosulnak (BAI 1998; JUHÁSZ 2006; PINTÉR 2012). Így az elméleti biomassza potenciál meghatározásán túl fontos megbecsülni a ténylegesen begyűjthető és energetikai célokra felhasználható mezőgazdasági melléktermékek mennyiségét.

Kukorica és napraforgószár nagymennyiségben képződik a mintaterületen (5. táblázat) mégis energetikai hasznosíthatósága kérdéses, hiszen a szántóföldről történő beszállítására és tárolására jelenleg nem áll rendelkezésre megfelelő technológia. A további kalkulációk során ezért nem kerültek számításba. *Tehát a gépesíthető/beszállítható biomassza éves energiahozama 221 TJ-ra tehető (5. táblázat 5. oszlop).*

A gabonaszalma esetén nehéz meghatározni az energetikai célból számításba vehető mennyiséget.

Az EU átlagát tekintve a betakarítható szalma 20-35%-a kerül felhasználásra az állattenyésztési ágazatban és csak igen csekély mennyiségben alkalmazzák energetikai célokra (SCARLAT et al. 2010; ERICSSON et al. 2006; KRETSCHMER et al. 2012).

Németországban a betakarítható gabonaszalma 24%-át állattenyésztési célokra használják fel és csak igen kis mennyiség hasznosul energetikai célokra (WEISER et al. 2013).

Dániában már az 1980-as években kísérleteztek a szalma energetikai célú hasznosításával. A Dán Statisztikai Hivatal (2012) adatai szerint a letermelt szalma 20-40%-a kifejezetten energetikai célokra, 60%-a pedig energetikai és állattenyésztési célokra egyaránt hasznosul.

Az Egyesült államokban készített "Billion ton annual supply study" jelentése és annak frissített változata szerint az USA növénymaradvány termelése 518-550 millió tonna körül alakul (PERLACK et al. 2005; PERLACK et al. 2011; CHATTERJEE 2013). Ennek a mennyiségnek körülbelül 20%-a kerül energetikai céllal felhasználásra (BENTSEN et al. 2014).

A hazai szakirodalom szerint Magyarországon a gabonaszalma 20-50 %-át talajba forgatják, 30-50 %-át pedig almozásra használják fel (BAI et al. 2016). Véleményem szerint az utóbbi (~40%) energetikai célra nem vehető számításba, hiszen ez állattenyésztési ágazat számára

nélkülözhetetlen. Ezért a további kalkulációk során az állattenyésztési célokra is felhasználható szalma (búza, triticales, zab és árpa) 40%-a levonásra került (lásd 5. táblázat 5. oszlop 9. sor).

Számításaim szerint a kukorica és napraforgószár teljes és az állattenyésztési szempontból hasznos szalma 40%-os levonását követően az Ibrányt övező 10,58 km sugarú körzetben 132,52 TJ/év energiatartalmú olyan mezőgazdasági melléktermék képződik, amely energetikai célokra is felhasználható lenne.

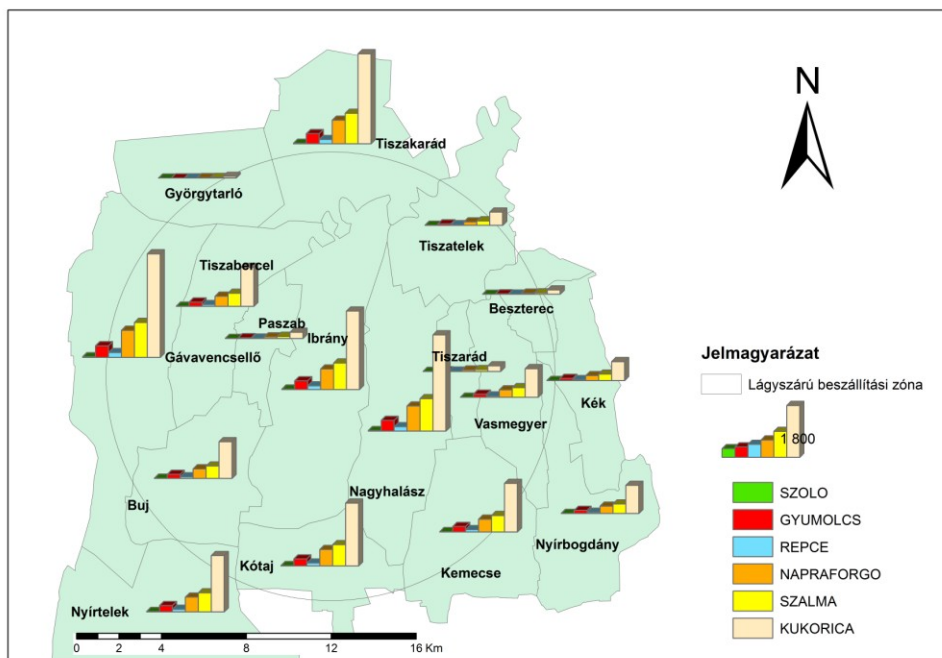
A mezőgazdasági melléktermékekből eredő elméleti potenciál területi megoszlása korántsem egyenletes. A KSH ÁMÖ (2010) adatai alapján a vizsgált települések termőterületében jelentős eltérések tapasztalhatók. A lehatárolt terület legnagyobb kiterjedésű termőterületeivel Gávavencsellő (4451 ha), Nagyhalász (3891 ha), Tiszakarád (3605 ha) és Ibrány (3311 ha) rendelkeznek. Ezeken a településeken található a lehatárolt zóna termőterületeinek 48,23%-a (6. táblázat).

6. táblázat. A mezőgazdasági termőterületek megoszlása a lehatárolt terület településein

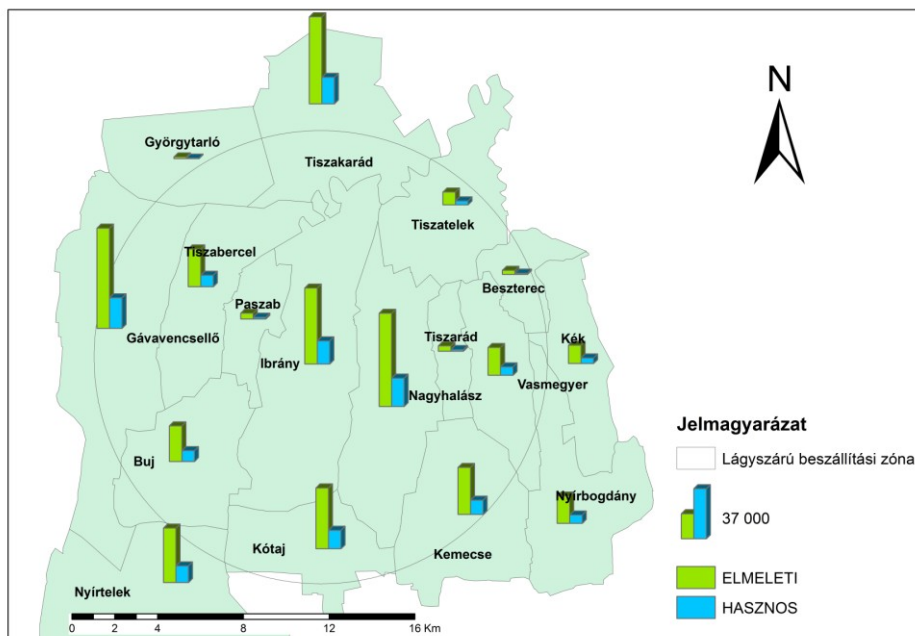
település	termő terület (ha)	részesedés a mintaterületből	település	termő terület (ha)	részesedés a mintaterületből
Györgytarló	81,15	0,26%	Nyírbogdány	2 153,35	6,81%
Beszterec	177,16	0,56%	Kemecse	2 275,85	7,19%
Tiszarád	203,33	0,64%	Nyírtelek	2 308,22	7,30%
Paszab	245,19	0,78%	Kótaj	3 005,25	9,50%
Tiszatelek	582,30	1,84%	Ibrány	3 311,01	10,47%
Kék	858,87	2,71%	Tiszakarád	3 605,30	11,40%
Vasmegyer	1 088,79	3,44%	Nagyhalász	3 891,48	12,30%
Buj	1 623,24	5,13%	Gávavencsellő	4 450,79	14,07%
Tiszabercel	1 774,47	5,61%	ÖSSZESEN:	31 636	100,00%

(forrás: KSH ÁMÖ alapján saját eredmény)

Ha a települések közigazgatási határait és a megyei vetésszerkezetből származtatott melléktermék hozamokat térképen ábrázoljuk (15. ábra), akkor elmondható, hogy Ibrány városa kifejezetten kedvező helyzetben, ugyanis az évente képződő energetikai célból felhasználható biomassza döntő része az ideális beszállítási zóna centrum területeire koncentrálódik. Ugyanez a megállapítás vonatkozik az elméleti és az energetikai célból felhasználható biomassza potenciálra is (16. ábra).



15. ábra. Az egyes települések évente képződő mezőgazdasági melléktermékeinek mennyiségi eloszlása (tonna/év)
(forrás: KSH-MRSTAR 2009-2013; KSH ÁMÖ 2010; AKI 2013 alapján saját eredmény)



16. ábra. Az egyes települések évente képződő mezőgazdasági melléktermékeinek hasznos és elméleti potenciálja (GJ/év)
(forrás: KSH-MRSTAR 2009-2013; KSH ÁMÖ 2010; AKI 2013 alapján saját eredmény)

3.2.2. A lehatárolt terület fás szárú biomassza potenciálja

A lehatárolt terület biomassza potenciál felmérésének második lépésében az évente képződő és energetikai célra felhasználható fás szárú biomassza mennyiségének becslésére került sor. Ehhez a WWF Magyarország kistérségi szintű erdészeti biomassza potenciálra vonatkozó adatbázisa nyújtott információkat.

7. táblázat. Az ideális szállítási zóna kistérségeinek teljes fás szárú biomassza potenciálja az egyes erdészeti ciklusokban (tonna/év/ciklus)

		Állami- és privát-szektor			
	Értékek: Tonna (ciklus/év)	2010-2014	2015-2019	2010-2014	2015-2019
Ibrány-Nagyhalászi kistérség	Keménylombú	12 958	17 092	2 592	3 418
	Lágylombú	27 966	63 601	5 593	12 720
	Fenyő	1 110	832	222	166
	Összesen:	42 034	81 525	8 407	16 304
Nyíregyházi kistérség	Keménylombú	39 763	42 223	7 953	8 445
	Lágylombú	8 051	27 846	1 610	5 569
	Fenyő	3 200	3 135	640	627
	Összesen:	51 014	73 204	10 203	14 641
	ÖSSZESEN:	93 048	154 729	18 610	30 945
Baktalórántházi kistérség	Keménylombú	90 634	146 247	18 127	29 249
	Lágylombú	22 249	64 441	4 450	12 888
	Fenyő	10 920	11 702	2 184	2 340
	Összesen:	123 803	222 390	24 761	44 477
Kisvárdai kistérség	Keménylombú	34 728	55 138	6 946	11 028
	Lágylombú	30 216	50 713	6 043	10 143
	Fenyő	2 832	2 618	566	524
	Összesen:	67 776	108 469	13 555	21 695
Tiszavasvári kistérség	Keménylombú	11 699	13 784	2 340	2 757
	Lágylombú	20 655	25 638	4 131	5 128
	Fenyő	274	214	55	43
	Összesen:	32 628	39 636	6 526	7 928
	ÖSSZESEN:	224 207	370 495	44 842	74 100
	Teljes elérhető potenciál:	317 255	525 224	63 452	105 045

(forrás: WWF Magyarország adatbázisa alapján saját szerkesztés)

Ibrány közúti közlekedési adottságainak elemzése alapján elmondható, hogy az Ibrány-Nagyhalászi és a Nyíregyházi kistérségeknek a teljes, a Baktalórántházai, Kisvárdai és Tiszavasvári kistérségnek pedig a részleges fás szárú biomassza potenciálja érhető el az ideális szállítási zónán belül (lásd később 18. ábra). A WWF Magyarország által készített kistérségi szintű adatbázis (7. táblázat) alapján, ezeken a területeken évente a 2015-2020-as erdészeti ciklusban az állami és privát szektorból összesen 630 269 tonna/év erdészeti biomassza termelhető le, ami légszáraz állapotban 14 GJ/t fűtőértékkel számolva (TÓTH et al. 2011; PECZNIK 2003; MAROSVÖLGYI 2002; BARÓTFI et al. 2007) 8824 TJ/év energiahozamot jelent.

Azonban nem szabad figyelmen kívül hagyni, hogy az érintett kistérségek közül háromnak csak bizonyos részei tartoznak a lehatárolt terület alá. Ezért ArcGIS 10 szoftver segítségével meghatározásra került, hogy a részlegesen számításba vehető kistérségek hány százalékáról szállítható be gazdaságosan a tüzelő alapanyag (lásd a későbbiekben 18. ábrán). Elmondható, hogy az Ibrány-Nagyhalászi és Nyíregyházi kistérségnek a 100%-a, a Baktalórántházai 87%-a, a Kisvárdainak 76%-a és a Tiszavasvári kistérségnek 69%-a vehető számításba. A lehatároló körzethonal ugyan érinti a Nagykállói és Hajdúböszörményi kistérségeket is, azonban ezek érintettsége elenyésző és a CLC térképek alapján ezeken a területeken nem észlelhető számottevő fás szárú biomassza sem (lásd később 17. ábra), ezért ezen térségek nem kerültek számításba.

*A WWF kistérségi szintű erdészeti biomassza potenciálra vonatkozó adatbázisa, valamint a térképi elemzések során levont mennyiségek alapján elmondható, hogy az Ibrány körül lehatárolt gazdasági szempontból ideális zónában mintegy $(549\ 592\ t/év * 14\ GJ/t / 1000) 7694\ TJ/év$ fás szárú biomassza áll rendelkezésre a 2015-2020-as erdészeti ciklusban.*

Természetesen a kistérségi szintű elemzés során azon területek kapcsán, amelyeknek csak a részleges potenciálja került számításba, torz eredmények születhetnek. Előfordulhat, hogy az optimális zónán kívül esnek a ténylegesen letermelhető területek, ezzel túlbecslést okozva, fordított esetben pedig alulbecsülés kockázata áll fenn. Ezért az energiatermelő egység tervezése során célszerű a tüzelő alapanyagbázist alulbecsülve tervezni az ellátásbiztonság érdekében.

3.2.3. A lehatárolt terület biomassza potenciáljának területi elemzése

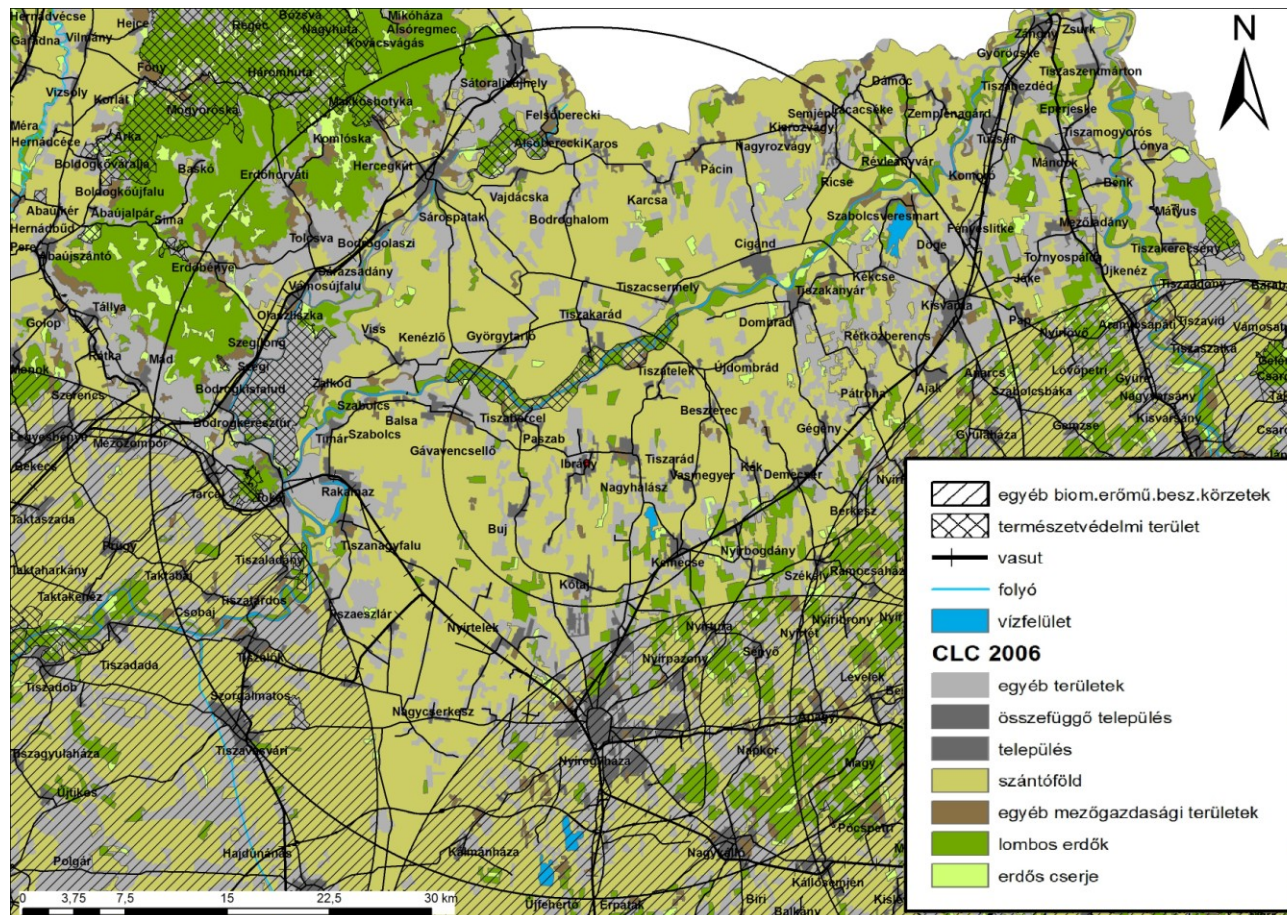
A fás szárú biomassza és a mezőgazdasági melléktermékek területi eloszlásának vizsgálatához a Corine Land Cover (CLC) 2006-os adatbázisára támaszkodva térkép készült, melyen a lehatárolt terület felszínborítási tényezői és közúthálózata került ábrázolásra (17. ábra).

Az eredmények alapján elmondható, hogy a város közvetlen közelében jellemzően szántóföldi művelés alatt álló területek találhatók, valamint gyakoriak az egyéb, erdő és mezőgazdasági termelésre nem hasznosítható (beépített területek, természetes gyepek, legelők) területek is.

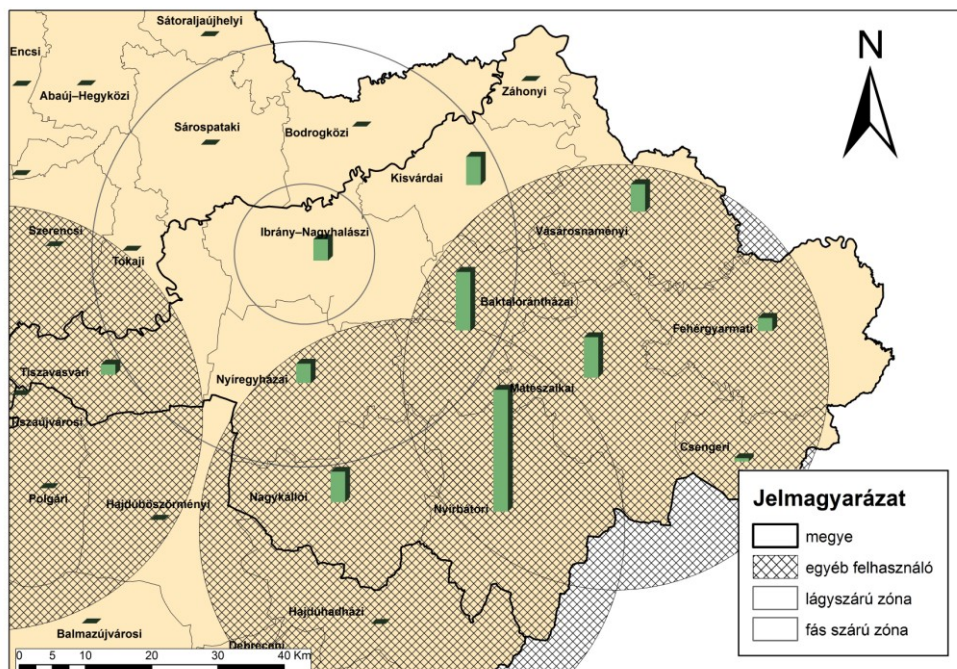
A fás szárú vegetáció zöme inkább a peremterületeken helyezkedik el, főleg a terület délkeleti és északnyugati részein. Jelentős biomassza tömeggel lehet számolni a Tisza hullámtéri területein is, azonban ezek nagy része – ahogyan az a 17. ábrán látható – természetvédelmi terület.

Magyarországon jelenleg három olyan működő (Mátészalka, Tiszaújváros), vagy időszakosan működő (szakolyi) fás szárú biomasszát hasznosító energiatermelő létesítmény található, amelyek valamilyen módon hatást gyakorolhatnak az értekezésben vizsgált település ellátásbiztonságára. A mátészalkai fűtőmű éves fás szárú biomassza alapanyag igénye 6000 t/év, a szakolyi erőműé 180 000 t/év körül alakul. 2013-ban Tiszaújvárosban is átadásra került egy 500 KWth teljesítményű fluid-ágyas biomassza fűtőmű, amelynek konkrét paraméterei egyenlőre nem ismertek. Ezen három létesítmény optimális beszállítási zónái részben fedhetik a vizsgált település alapanyagbázisát (lásd 17. ábra sraffozott zónák). A fenti bioenergetikai létesítmények beszállítási körzetei a vizsgált térség déli, délkeleti, valamint keleti területeit érintik. A CLC felszínborítási térképe és a kistérségi WWF adatbázisának elemzése alapján (18. ábra) elmondható, hogy a térség ezen területeire koncentrálódik az ibrányi zóna fás szárú biomassza potenciáljának jelentős hányada.

Természetesen nem jelenthető ki egyértelműen, hogy a szomszédos üzemek csak ebből a sraffozott zónából vásárolják fel a működésükhöz szükséges fűtőanyagot, de PINTÉR (2012; 2016) eredményei alapján ez a gazdaságos körzet a tüzelőbeszerzésre.



17. ábra. A vizsgált térség felszínborítása (CLC 2006), közúti ellátottsága, valamint a környező biomassza felhasználású energiatermelők feltételezett optimális beszállítási körzetei (forrás: EEA, FÖMI, KvVM 2009 alapján saját szerkesztés)



18. ábra. A WWF Magyarország kistérségi szintű fás szárú biomassza potenciál felmérésének Szabolcs-Szatmár-Bereg megyére vonatkozó térképes eredményei (t) (forrás: WWF adatbázis alapján saját szerkesztés)

A térképi vizsgálatok alapján megállapítható, hogy a vizsgált terület fás szárú biomassza potenciáljának jelentős része sok esetben a felhasználás helyétől távol, esetleg természetvédelmi területen található. Számottevő a más energiatermelők által érintett területen elhelyezkedő potenciál is, ami a későbbiekben a tűzifa iránti kereslet növekedését okozhatja az átfedett zónákban. Ezen okoknál fogva indokolt megvizsgálni a rövid vágásfordulójú fás szárú energianövények termesztésében rejlő potenciált is.

3.2.4. A lehatárolt zóna fás szárú energianövények termesztésére alkalmas területei

A WWF Magyarország 2011-ben elkészítette a fás szárú energianövények telepítésére alkalmas területeket tartalmazó térképi adatbázisát. A szervezet három fafaj (fűz, akác és nyár) területi igényei alapján azokat a szántó művelési ágba tartozó területeket vette számításba, amelyeknél a száz pontos talajérték szám 50 alatti, illetve a termőréteg vastagsága legalább 40 cm. Fa fajonként számításba került még a fizikai

talajféleséggel szemben támasztott igény, és a vízgazdálkodással szembeni szükséglet is. Ez alapján a szervezet kistérségi bontásban meghatározta az egyes területeken termesztendő energianövények hozamát és energiatartalmát.

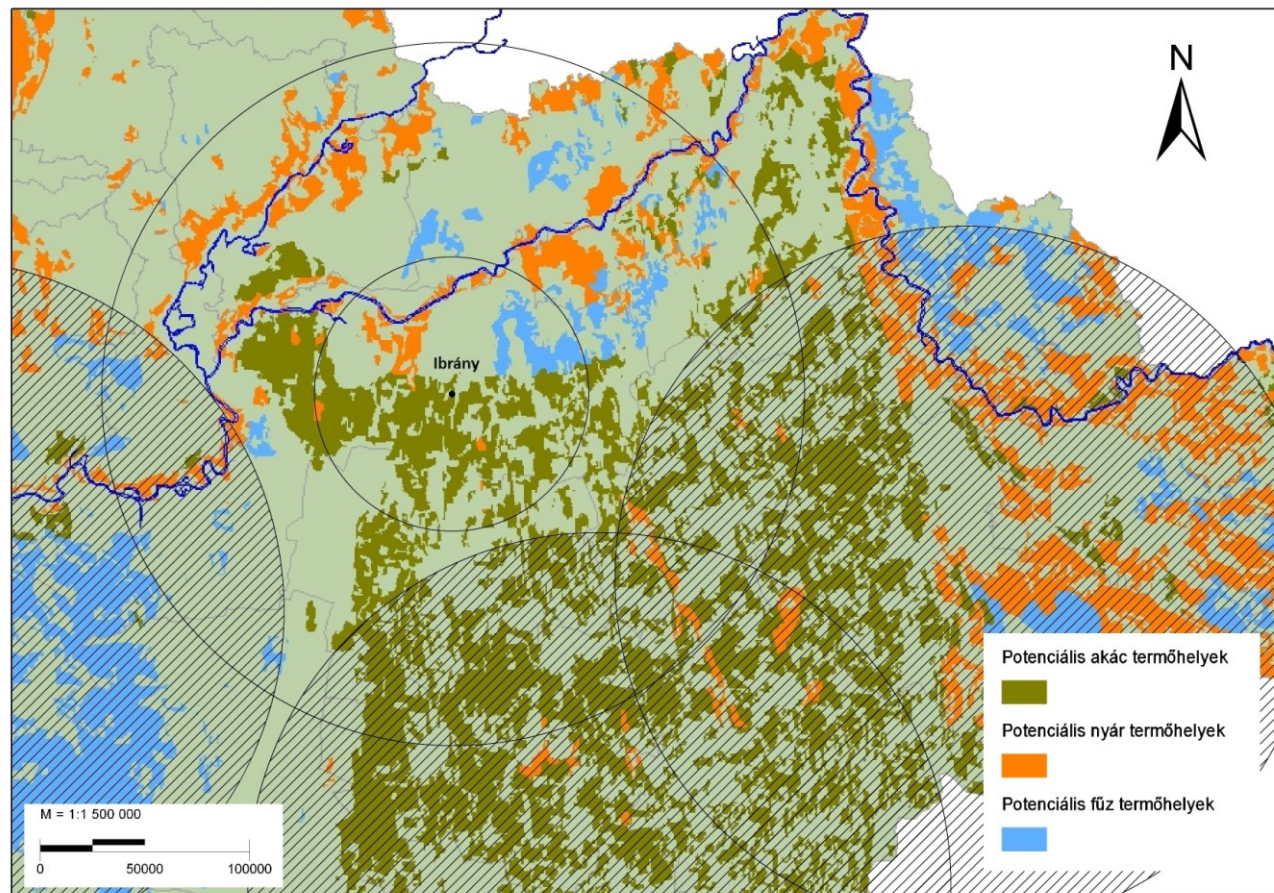
Az adatbázis (19. ábra) elemzése alapján elmondható, hogy a vizsgált terület déli és délkeleti részein túlnyomóan akác alkalmazható energetikai faültetvény létesítésére. Figyelembe kell venni azonban, hogy az akácok csökkentik a természetszerű élőhelyek valós és lehetséges területét, ezáltal a Kárpát-medence belsejében csökkentik a természeti tájak és a biológiai sokféleség megőrzésének esélyeit (BARTHA et al. 2014). Így ökológiai szempontokat szem előtt tartva az akác energianövényként történő alkalmazása nem javasolt.

Mivel a zóna déli részei túlnyomóan akác termesztésére alkalmasak és más energiatermelő létesítmények beszállítási körzetei által érintettek, továbbá az északi területekről történő beszállítás nem minden esetben gazdaságos, ezért a túlbecsülés elkerülése érdekében a rövid vágásfordulójú fás szárú energianövények termesztésére alkalmas területek vizsgálata csak a mezőgazdasági melléktermékek gazdaságos szállítására alkalmas 10,58 km sugarú zónájára terjedt ki.

Ez alapján elmondható, hogy a lehatárolt területen 12 191 ha akác, 2 362 ha nyár és 2 843 ha fűz termesztésére alkalmas terület található. A rövid vágásfordulójú fás szárú energiaültetvények átlagos hozamai akác esetén 6 t/ha/év; nyárnál 17 t/ha/év, fűznél pedig 18 t/ha/év (BARKÓCZY–IVELICS 2008). Abban az esetben, ha a gazdálkodók az élőző területek mindegyikén rövid vágásfordulójú fás szárú energianövényeket termesztenének, akkor:

- (12 191 ha * 6 t/ha/év) **73 146 t/év akác**;
- (2 362 ha * 17 t/ha/év) **40 154 t/év nyár**;
- (2 843 ha * 18 t/ha/év) **51 174 t/év fűz**;
- **összesen pedig 164 472 t/év** légszáraz tüzelő alapanyag lenne megtermelhető amelyből 14 GJ/t fűtőérték mellett **2 303 TJ/év** energiahozam realizálható.

Természetesen ahhoz, hogy az energiaültetvények telepítésére valóban sor kerüljön, mindenképpen szükség lenne a gazdálkodók együttműködésére. Az energianövényekből realizálható biomassza potenciál mennyiségének reális megítéléséhez nélkülözhetetlen a helyi gazdálkodók rövid vágásfordulójú fás szárú energiaültetvényekről alkotott véleményének megismerésére illetve a telepítési hajlandóság felmérésére (TÓTH–TÓTH 2012).



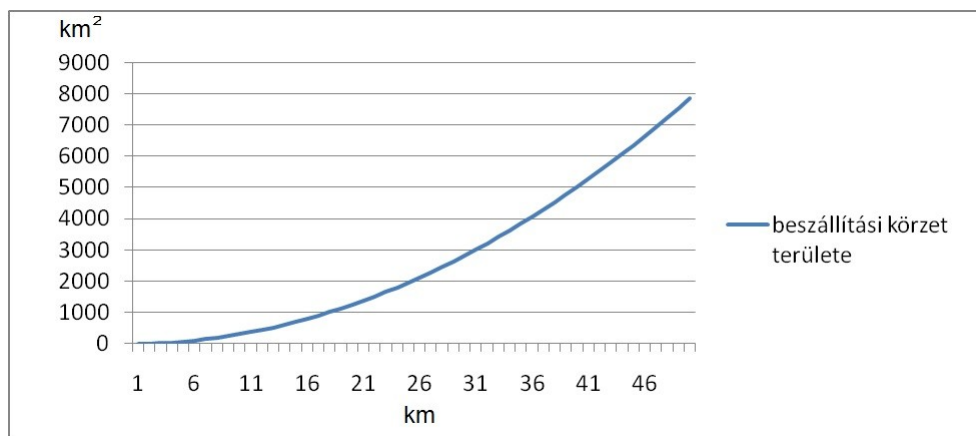
19. ábra. Rövid vágásfordulójú fás szárú energianövények telepítésére alkalmas területek az optimális beszállítási zónában
(forrás: a WWF térképi adatbázisa alapján saját szerkesztés)

3.2.5. A biomassza potenciál érzékenység vizsgálata

Az értekezésben vizsgált körzetek fás szárú biomassza esetén ($r=32,1$ km), $3235,5$ km², lágyszárú mezőgazdasági melléktermék esetén pedig ($r=10,58$ km) $351,5$ km² területű zónákat jelölnek ki, ahonnan (2016-os helyzetet feltételezve) gazdaságos a tüzelőanyag beszállítás.

Ahogy arra már korábban is volt utalás az üzemanyag és az erőművi átvételi ár függvényében (pl. az új METÁR/KÁT rendszer elfogadása) akár jelentős mértékű változások is bekövetkezhetnek a gazdaságos szállítási távolság alakulásában, ezért az optimális zóna állandó és örökérvényű meghatározása nem lehetséges.

A gazdaságos terület a szállítási távolság változásával exponenciálisan módosul (20. ábra), így minden apró piaci mozgás havi, vagy akár heti rendszerességgel újabb településeket hozhat előnyös, vagy épp kedvezőtlen helyzetbe a beszállítás tekintetében. Ráadásul ahogyan arról már korábban is szó esett nem létezik ingyenesen hozzáférhető pontos települési szintű adatbázis, ezért az érzékenység vizsgálatok során (az előzőekben alkalmazott térképes vizsgálatok és statisztikai adatbázis elemzések nélkül) pusztán matematikai becslés segítségével került sor a biomassza potenciál változásának nyomon követésére. Noha a módszer korántsem vezet pontos eredményre, mégis jól érzékelteti, hogy az apró piaci mozgások milyen mértékben befolyásolhatják a gazdaságos beszállításra alkalmas zónák biomassza potenciálját.



20. ábra. A gazdaságos beszállítási zónák területének változása a szállítási távolság növekedésével
(forrás: saját eredmény)

Az elemzések alkalmával csak egyetlen tényező, a beszállítási körzet változásának tüzelőanyag potenciálra gyakorolt hatása lett érzékenységvizsgálat alá vonva. A korábban számított biomassza potenciál jelentette a kiinduló esetet, vagyis például a mezőgazdasági melléktermékek 10,6 km-es légvonalbeli távolságon belülről, egy 352,8 km² területű zónából szállíthatók gazdaságosan, ahol 132,52 TJ/év energiatartalmú tüzelőanyag képződik. A modellezés alkalmával arra a kérdésre kerestem a választ, hogy hogyan változik a biomassza potenciál a szállítási távolság 10%-os módosulásával (8. táblázat).

8. táblázat. A gazdaságos szállítási körzeten belül rendelkezésre álló biomassza potenciál változása 10%-os módosulás esetén

	Me.	mg-i melléktermék	fás szárú biomassza	rövid vágásforduló ú ültetvény
modell adatok	km	10,6	32,1	32,1
kiinduló eset (r=változatlan)	légvonalbeli beszállítási körzet	km	10,6	32,1
	optimális szállítási zóna	km ²	352,8	3 235,5
	a zóna biomassza potenciálja	TJ/év	132,5	7 694,0
	változás	%	0,0	0,0
I. eset (r=+10%)	légvonalbeli beszállítási körzet	km	11,6	35,3
	optimális szállítási zóna	km ²	425,3	3 914,9
	a zóna biomassza potenciálja	TJ/év	159,7	9 309,7
	változás	%	20,5	21,0
II. eset (r=-10%)	légvonalbeli beszállítási körzet	km	9,5	28,9
	optimális szállítási zóna	km ²	285,8	2 620,7
	a zóna biomassza potenciálja	TJ/év	107,3	6 232,1
	változás	%	-19,0	-19,0

(forrás: saját eredmény)

Az eredmények alapján elmondható, hogy ha például 10%-kal nő a mezőgazdasági melléktermékek beszállításra alkalmas körzetének sugara, akkor (10,6 km * 1,1) 11,6 km lesz a gazdaságos körzet, vagyis a zóna 352,8 km²-ről ($r^2 * \pi$, azaz $11,6^2 * 3,14$) 425,3 km²-re növekszik. Ezzel arányosan változik a biomassza potenciál is, azaz például ha 10,6 km²-ről 132,52 TJ/év a begyűjthető tüzelőanyag, akkor 10%-os sugár növekedés esetén a potenciál ($132,52 \text{ TJ/év} / 352,7 \text{ km}^2 * 425,3 \text{ km}^2$) 159,7 TJ-ra növekszik. Ezen metodika mentén lett megvizsgálva, hogy hogyan módosul a biomassza potenciál a beszállítási távolság 1 km-es változásaival (lásd 1. melléklet). Majd pedig, hogy milyen hatása van a szállítási távolság +/-10%-

os változásának az energiahozamra (8. táblázat). Az eredmények alapján megállapítható, hogy 10%-os távolság változás hatására közelítőleg 20%-os biomassa potenciál változás következik be.

Ha a PINTÉR (2016) által meghatározott ± 5 km-es változásokat teszteljük (9. táblázat), akkor a körzet tüzelőanyag potenciálja a következő képpen alakul. 5 km-es növelés esetén a mg-i melléktermékek potenciálja 286,2 TJ/évre (+116%), a fás szárú biomasszáé 10 277,6 TJ/évre (+33,6%), az energetikai ültetvényeké pedig 3076,3 TJ/évre (+33,6%) növekszik. Fordított esetben azaz, ha a beszállítási körzet 5 km-rel csökken, a mg-i melléktermékek potenciálja 37 TJ/évre (-72,1%), a fás szárú biomasszáé és az energianövényeké 5 483,8 TJ/év és 1641,4 TJ/évre (-28,7%) csökken.

9. táblázat. A gazdaságos szállítási körzeten belül rendelkezésre álló biomassa potenciál változása 5 km-es módosulás esetén

	Me.	mg-i melléktermék	fás szárú biomassa	rövid vágásfordulójú ültetvény
modell adatok	km	10,6	32,1	32,1
kiindulási eset (r=változatlan)	légvonalbeli beszállítási körzet	km	10,6	32,1
	optimális szállítási zóna	km ²	352,8	3 235,5
	a zóna biomassa potenciálja	TJ/év	132,5	7 694,0
	változás	%	0,0	0,0
I. eset (r=+5 km)	légvonalbeli beszállítási körzet	km	15,6	37,1
	optimális szállítási zóna	km ²	762,2	4 321,9
	a zóna biomassa potenciálja	TJ/év	286,2	10 277,6
	változás	%	116,0	33,6
II. eset (r=-5 km)	légvonalbeli beszállítási körzet	km	5,6	27,1
	optimális szállítási zóna	km ²	98,5	2 306,0
	a zóna biomassa potenciálja	TJ/év	37,0	5 483,8
	változás	%	-72,1	-28,7

(forrás: saját eredmény)

A gazdaságos alapanyag ellátás tekintetében tehát kritikus befolyással bír a beszállításra alkalmas zóna sugara. Mivel a fosszilis energiahordozók kimerülése következtében hosszútávon az üzemanyag árának növekedésére lehet számítani, ezért minél kisebb távolságon belül célszerű beszerezni, vagy megtermeli a szükséges fűtőanyagot. Ebben a helyi gazdálkodók által megtermelhető rövid vágásfordulójú fás szárú energianövényeknek fontos szerepe lehet, hiszen a mintaterület közvetlen közelében számottevő a szántók aránya, sok helyen fordulnak elő

kedvezőtlen adottságú (pl. hullámtéri) területek és bizonyos részeken a százpontos talajértékszám is 40-70 közötti (lásd 2. melléklet). A továbbiakban tehát indokolt megvizsgálni a helyi gazdálkodók energiaültetvénnel kapcsolatos véleményét és telepítési szándékukat befolyásoló tényezőit.

3.3. A vizsgált térség gazdálkodóinak véleménye a fás szárú energianövény termesztésére vonatkozóan

Az Ibrány körül lehatárolható rövid vágásfordulójú fás szárú energianövények termesztésére alkalmas 10 km sugarú zónában 17 olyan település található, amelyek Ibrányhoz való közelségükből és más energiatermelőktől való távolságukból fakadóan a biomassa termelés legfontosabb bázisai lehetnek.

Ha az energiaültetvényeknek nem csupán az elméleti potenciálját kívánjuk megbecsülni, hanem a valósághoz legközelebb álló eredmény elérése a cél, akkor fontos megismerni a helyi gazdálkodók ezen növényekkel kapcsolatos véleményét, döntési mechanizmusát, esetleges telepítési szándékát.

Az alapsokaságról elmondható, hogy 6 516 mezőgazdasági vállalkozás található a lehatárolt 17 településen, amelyek közül 4 955 folytat szántóföldi növénytermesztést. A termelők által használt összes termőterület kiterjedése 31 636 ha (KSH ÁMÖ 2010).

A lehatárolt terület gazdálkodóival 2011-ben kérdőíves attitűd vizsgálat zajlott melynek során random walking módszerrel 50 gazdaság vezetője lett felkutatva. A felvételezés célja volt megismerni a mezőgazdasági vállalkozók ismeretanyagát, általános szemléletét és telepítési szándékát a rövid vágásfordulójú fás szárú energianövényekkel kapcsolatban.

2015-ben újabb felmérés történt, melynek fő célkitűzése volt megvizsgálni a tudásanyagban, a szemléletben, a telepítési szándékban és a telepített területek kiterjedésében bekövetkező változásokat. A második mintavételezésre azért került sor, mivel a biomassa alapú energiatermelésben 2011 és 2015 között bekövetkező változások ezt erősen indokolták. Az összehasonlíthatóság érdekében törekedtem arra, hogy a 2015-ös felmérés alkalmával ugyanazon 50 gazdálkodó kerüljön megkérdezésre mint 2011-ben. A 2011-ben ültetvénnel rendelkező gazdálkodókat sikerült felkeresnem a 2015-ös terepi kiszállások alkalmával

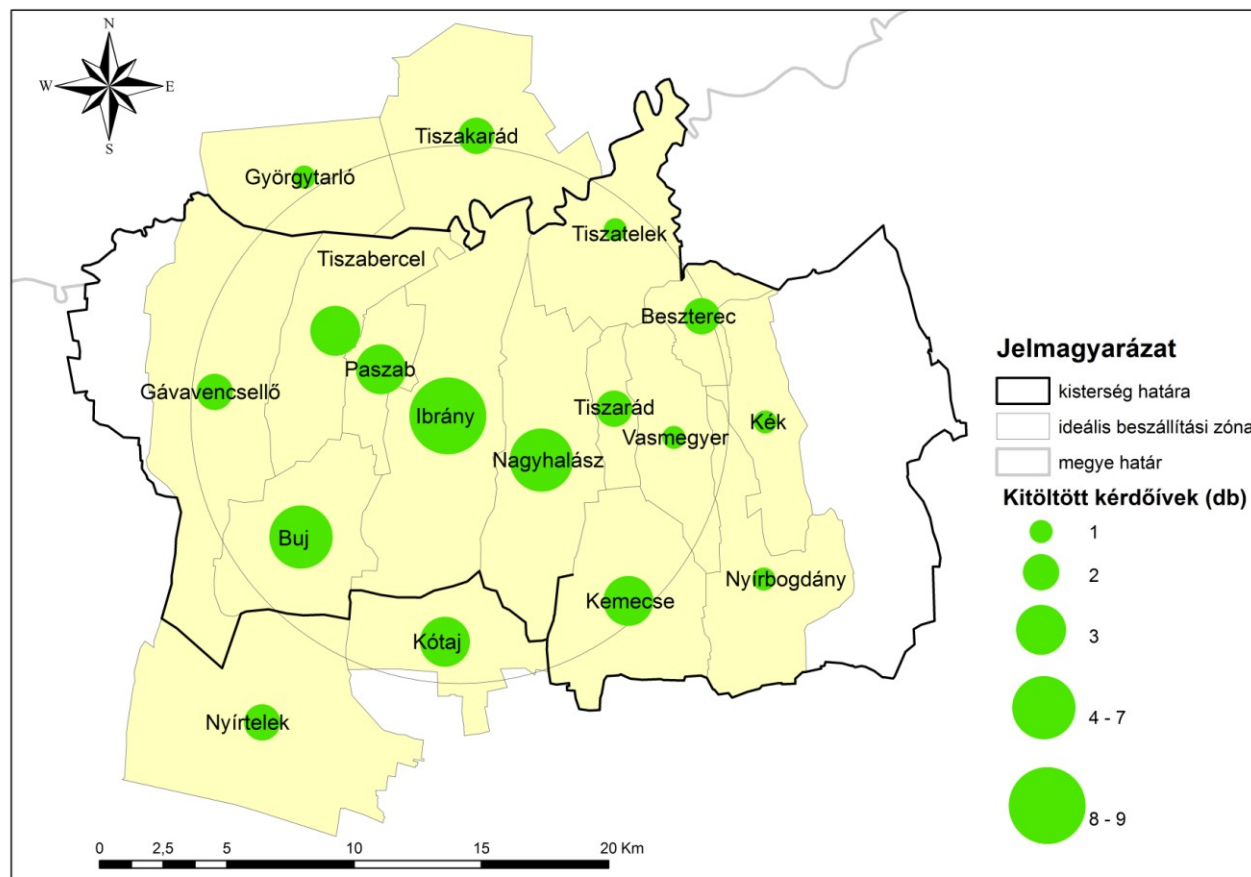
is, azonban összességében 72%-ban sikerült ugyanazon vállalkozásokat felkeresni, mint korábban. Az eltérés oka, hogy egyes gazdaságok felszámolásra kerültek az eltelt évek során, mások pedig nem tudtak fogadni személyes találkozó céljából. A hiányzó mintaszám pótlásához így új gazdálkodók felkutatására volt szükség, melynek során fontos kritérium volt, hogy az új gazdálkodók az optimális beszállítási körzet centrum településein rendelkezzenek telephellyel és szántófölddel (21. ábra). A kérdőív kérdései ugyanazok maradtak, mint a 2011-es felmérés során.

A random walking módszer sajátosságainak köszönhetően mindkét alkalommal csak relatíve kisszámú (n=50) gazdaság vezetőjét sikerült személyesen felkeresni és velük interjút készíteni (10. táblázat), azonban ezek a mezőgazdasági vállalkozások hasznosítják a lehatárolt zóna összes termőterületének 14,34%-át. A személyes lekérdezések során egyéb lényeges és hasznos információra is fény derült a gazdálkodók energianövényekre vonatkozó ismeretanyaga, szemléletmódja és döntést befolyásoló tényezői kapcsán.

10. táblázat. Az alapsokaság, a megkérdezettek száma, illetve az általuk művelt terület

Megnevezés	Érték	Me.
A vizsgált térség mezőgazdasági vállalkozásainak száma:	4 955	db
A megkérdezett mezőgazdasági vállalkozások száma:	50	db
A megkérdezettek aránya az összes vállalkozáshoz képest:	1,01	%
A vizsgált térség összes termőterülete:	31 636	ha
A megkérdezettek által művelt összes termőterület:	4 536	ha
A megkérdezettek által művelt terület az összes termőterülethez képest:	14,34	%

(forrás: saját eredmény)



21. ábra. A 2015-ös évben választók területi megoszlása (db)
(forrás: saját eredmény)

A hazai szakirodalom képviselői közül a SZECSEI–SALAMON (2010) szerzőpáros folytatott hasonló, kifejezetten a rövid vágásfordulójú fás szárú energianövények megítélését a gazdálkodók szemszögéből vizsgáló kutatást. Ebben a tanulmányban véletlen mintavételi technikával, rétegzett mintavételi eljárással kutatták a Nyugat-dunántúli Régió mezőgazdasági termelőinek ismeretanyagát és megítélését a rövid vágásfordulójú fás szárú energianövényekre vonatkozóan.

Mivel az Ibrány körül folytatott személyes kérdőíves felmérés és a SZECSEI–SALAMON (2010) szerzőpáros által folytatott kutatás egymástól függetlenül zajlottak, ezért a módszerek és a kérdések valamelyest eltértek egymástól (lásd. 4. melléklet összehasonlító táblázata). Mégis a két különböző mintaterületen nyert adatok értékes következtetések levonására alkalmasak. Mivel a lehatárolt területen 2011-ben és a Nyugat-dunántúli Régióban 2010-ben végzett lekérdezés közel azonos időben zajlott és mert a 2011-es és 2015-ös felmérés között lényegi eltérés nem adódott, ezért a továbbiakban a 2011-es felmérés eredményei kerülnek közlésre és összehasonlításra a Nyugat-dunántúli Régióban tapasztaltakkal. A fejezet végén a gazdálkodók szemléletében, véleményében és a telepített területek kiterjedésében 2011 és 2015 között bekövetkezett változások kerülnek bemutatásra.

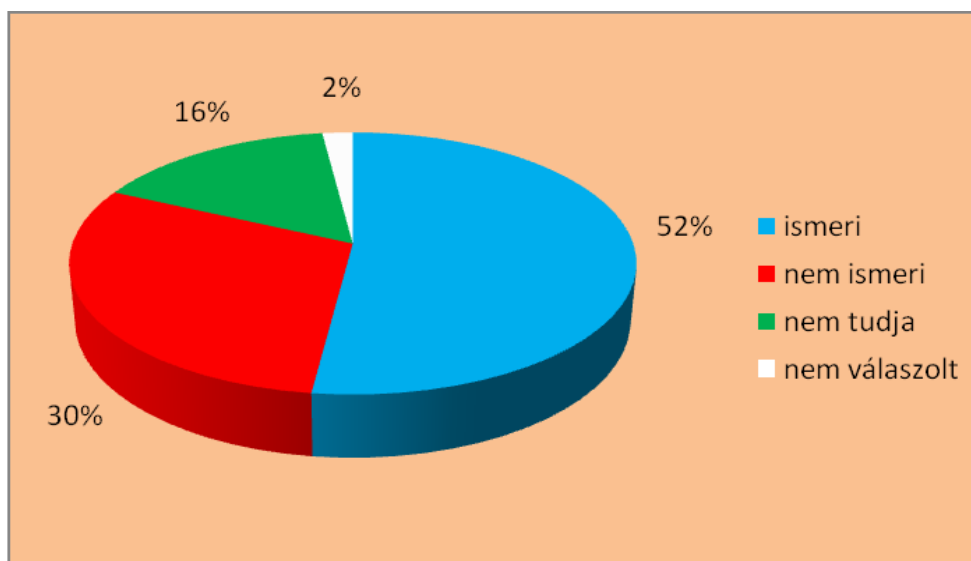
Az értekezés kérdőíves vizsgálatai életkor, végzettség és birtokméret szerinti szűrés nélkül zajlottak az Ibrányt övező 17 településen. A 2011-es felmérés időpontjában az 50 gazdálkodó közül 4 (8%) rendelkezett rövid vágásfordulójú fás szárú energiaültetvénnyel összesen 24,5 ha területen. Közülük egy a következő évben tervezte további 100 ha telepítését.

A megkérdezett gazdálkodók 52%-a hallott már a rövid vágásfordulójú fás szárú energianövényekről, továbbá 34%-uk az akkori támogatási lehetőségekkel és beruházási költségekkel is tisztában volt (22. ábra). A legismertebb fajta az energiafűz volt, melyet a válaszadók 82%-a ismert, ezt követte az energiafű 74% és az energianád 50%-al.

A gazdálkodók életkora, iskolai végzettsége és birtokuk mérete alapján az alábbi következtetések vonhatók le a 2011-es Ibrány környéki vizsgálatok alapján:

- A felsőfokú iskolai végzettséggel rendelkező, 50 hektárnál nagyobb területen gazdálkodó termelők körében ismertebbek a fás szárú energianövények (34%), mint az alacsonyabb iskolai végzettségű 50 hektár alatti gazdálkodók esetében (18%).
- A nagyobb üzemméretű (>50 ha) és képzetesebb termelők magasabb hajlandóságot mutattak az energetikai ültetvény esetleges telepítésére a piaci környezet pozitív változása esetén.

A személyes lekérdezés során kiderült, hogy a felsőfokú iskolai végzettséggel rendelkezők részben tanulmányaik során hallottak az energetikai célú ültetvényekről. A hazai agráregyetemek tantervi hálójában tartalmaz alternatív gazdálkodással (Debreceni Egyetem), vagy alternatív növénytermesztéssel (Nyíregyházi Egyetem) kapcsolatos kurzusokat, így azok keretében tanultak a szakirányú felsőfokú képzéssel rendelkezők a vizsgált növényekről. A személyes interjúk során kiderült az is, hogy ezek a vállalkozók igen jól tisztában vannak a beruházási költségekkel és növénytermesztési feltételekkel. A nagyobb üzemmérettel rendelkező gazdálkodók azért mutattak telepítési hajlandóságot (a feltételek megváltozása esetén), mert a kedvezőtlen adottságú területeken (pl.: ártér) folyamatos problémát jelent a megfelelő időben történő vetés, betakarítás és a nyereséges termelés. Így ezeken a területeiken alkalmaznának energetikai ültetvényeket.



22. ábra. A rövid vágásfordulójú fás szárú energianövények ismertsége a 2011-ben megkérdezett 50 gazdálkodó esetében (%-ban)
(forrás: TÓTH–TÓTH 2011; TÓTH–TÓTH 2012)

A 2010-ben a Nyugat-dunántúli Régióban megkérdezett 85 gazdálkodó közül mindössze egy (a megkérdezettek 1,17 %-a), rendelkezett energetikai célú ültetvénnyel. A megkérdezett vállalkozások csupán 7%-a hallott már energetikai célú ültetvényről, 11%-uk egyáltalán nem is ismert ilyen jellegű növényeket. Ebben a régióban a legismertebb növénynek a

rövid vágásfordulójú energiafűz bizonyult 73%-al, a második helyen pedig az energiafű állt 67%-kal.

A Nyugat-dunántúli felmérés eredményeit összevetve az Ibrány környéki kérdőíves felmérés eredményeivel, jelentős eltérések tapasztalhatók. A rövid vágásfordulójú fás szárú energianövénnyel rendelkező gazdálkodók arányában közel hétszeres a különbség, hiszen az Ibrány környéki gazdálkodók 8%-a a Nyugat-dunántúli régióban megkérdezetteknek pedig csak 1,17%-a rendelkezett ültetvénnel. A gazdálkodók rövid vágásfordulójú fás szárú energianövényekkel kapcsolatos ismeretében is markáns különbség tapasztalható. Míg a Nyugat-dunántúli régióban megkérdezett gazdálkodóknak mindössze 7%-a hallott már energianövényekről, addig a disszertációban vizsgált mintaterület gazdálkodóinak 52%-a rendelkezett alapszintű információkkal az említett növényekről. A legnépszerűbb növények kapcsán nincs lényeges különbség a két mintaterület között, hiszen mindkét esetben az energiafűz és az energiafű a két legismertebb energianövény.

Az energiaültetvénnel rendelkezők számának és a gazdálkodók ismeretanyagának feltűnő különbsége feltehetően a Szabolcs-Szatmár-Bereg megyei Szakoly településén létesült biomassza erőmű üzembe helyezésére vezethető vissza. Az erőmű üzemeltetője hosszú távú szerződést kötött a Tisza Szövetkezettel a tüzelő alapanyag ellátás biztosítására. A szövetkezet 2007-es megalakulásától kezdve intenzív tagbővítést és marketingtevékenységet folytatott, továbbá szakmai fórumokat és termék bemutatásokat szervezett az erőmű potenciális beszállítási körzetében. Ezzel egy időben kezdte meg a svéd energiafűzek szaporítását és forgalmazását a piricsei Holland Alma Kft. is. A cég szakmai fórumok, technológiai bemutatók és ismeretterjesztő kiadványokkal népszerűsítette a rövid vágásfordulójú fás szárú energianövényeket, valamint az azok termesztéséhez, letermeléséhez és feldolgozásához szükséges eszközöket. Mindezek mellett számos olyan szaklap is megjelent, amelyekben a két szervezet, illetve egyéb szakértők ismertették a rövid vágásfordulójú fás szárú energianövények termesztés technológiáját és jövedelmezőségét. Ezekkel a szaklapokkal szinte minden gazdálkodó találkozhatott, hiszen a Nemzeti Agrárgazdasági Kamaránál regisztrált gazdálkodók számára postai úton ingyenesen hozzáférhetők voltak. Feltehetően ezen tényezők együttes hatásának köszönhető, hogy sok gazdálkodó tudomást szerzett ezen növények termesztési tulajdonságairól, jövedelmezőségéről, értékesítési lehetőségeiről és felhasználási területeiről. A személyesen folytatott kérdőíves vizsgálat során a gazdálkodók egy része egyértelműen utalt is arra, hogy információik jelentős hányadát a Holland Alma Kft. és Tisza Szövetkezet felől gyűjtötték be. A SZECSEI-SALAMON (2010) féle

mintaterületen található a Pornóapáti fűtőmű, ami hatást gyakorolhatott az ottani gazdálkodók ismeretanyagára, azonban erre nem tér ki a szerzőpáros kérdőíve és személyes lekérdezés hiányában érdemi következtetés sem vonható le.

A nyugat-dunántúli gazdálkodók 37%-a mezőgazdasági szaklapokból, 22%-a előadásokon, konferenciákon, 12%-uk ismerősön keresztül, 11%-uk pedig internetes forrásból tájékozódott a rövid vágásfordulójú fás szárú energianövényekről. Szinte elenyésző mértékben, 3%-ban említették a válaszadók, hogy a falugazdász hálózat révén hallottak az energianövényekről.

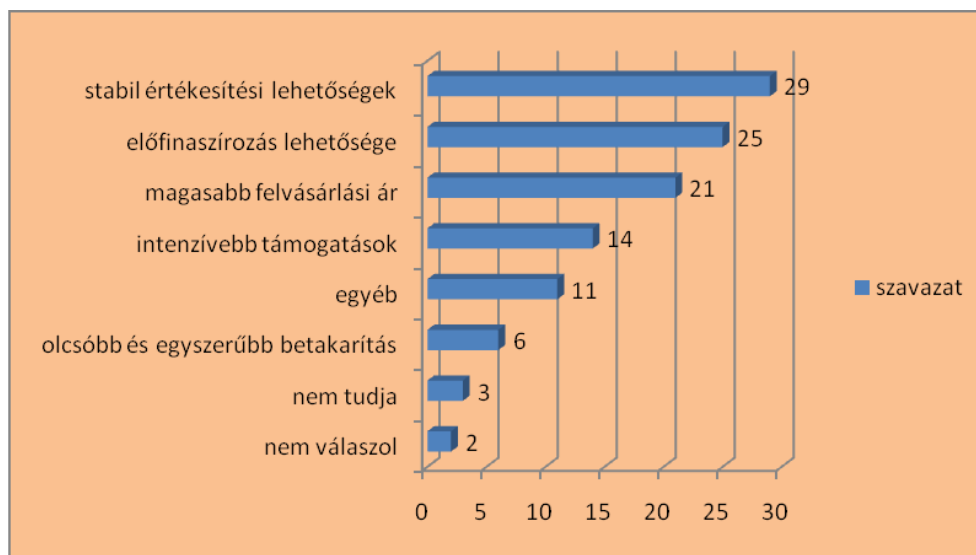
Az Ibrány körül megkérdezett gazdálkodók arra a kérdésre, hogy tudják-e hogy, honnan és milyen forrásból számíthatnak szakmai segítségre, tanácsadásra, 52 %-ban adtak igenleges választ. Körükben a legnépszerűbb információforrás a Tisza Szövetkezet (30%) és a Holland Alma Kft. (28%) volt, de a mezőgazdasági szaklapok (24%), az internetes források (18%) is népszerűek voltak a válaszadók körében.

A két kérdőíves vizsgálat eredményei alátámasztják, hogy a mezőgazdasági szaklapok, konferenciák és a technológiai bemutatók együttesen hozzájárulnak a rövid vágásfordulójú fás szárú energiaültetvények megismeréséhez, elfogadásához és elterjedéséhez. Tehát ezek lehetnek az információ terjesztés és a kommunikáció leghatékonyabb eszközei. Fontos szerepe van még a felsőfokú iskolai képzés keretében az energianövények termesztésével és alkalmazásával kapcsolatos oktatásnak is hiszen a magasabb iskolai végzettséggel rendelkezők egy része innen szerezte meg az információs jelentős hányadát.

A Nyugat-dunántúli Régióban végzett felmérés során a kérdőív kitöltők legfontosabb telepítési szándékot befolyásoló tényezőnek egyértelműen az energianövények termelésével realizálható jövedelmet tartják. 84%-uk nagyon fontos, 14%-uk fontos minősítést adott ezen kérdésre. Második helyen a felvásárlási szerződés állt, 69% nagyon fontos, 22% pedig a fontos kategóriába sorolta. Harmadik a támogatási és pályázati lehetőség, amit 60% nagyon fontos, 31% pedig fontos jelzővel illetett.

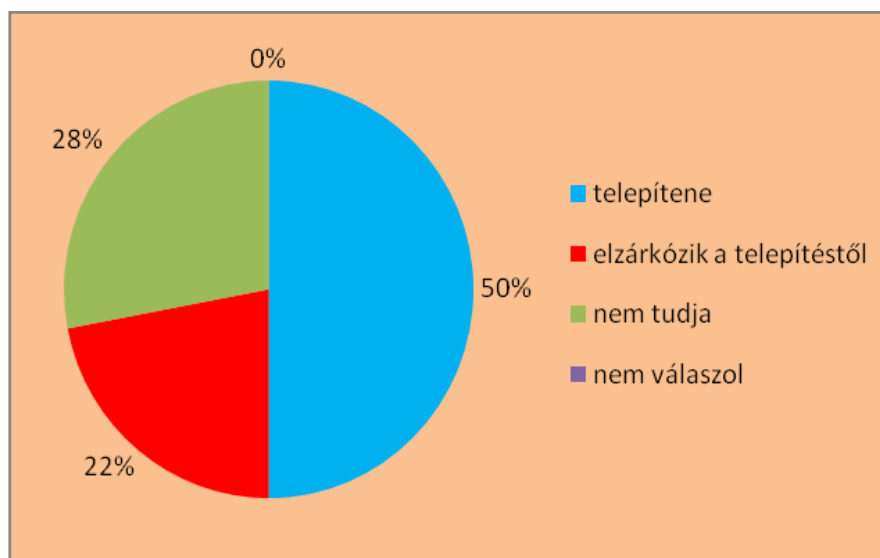
Igaz, a szerzőpáros és az értekezés adat felvételezési módszerei a kérdőívek ezen részében különböztek, hiszen az Ibrány környéki mintaterületen végzett vizsgálat során a gazdálkodóknak többszörös választási lehetőség volt biztosított (maximum 3 szavazat), mégis jellemző hasonlóság figyelhető meg a két mintaterület gazdálkodói között. Az Ibrány környéki gazdaságok számára is a stabil értékesítési lehetőségek (29 szavazat), az előfinanszírozás lehetősége (25 szavazat) és a vizsgálat időpontjához viszonyított magasabb felvásárlási ár (21 szavazat) voltak a legfontosabb telepítési szándékot befolyásoló tényezők (23. ábra).

Mindkét felmérés egyértelműen alátámasztja tehát, hogy a jövedelmezőséget közvetlenül és közvetetten befolyásoló tényezők, valamint a biztos értékesítési lehetőségek elsődlegesek a gazdálkodók számára az energianövények termesztése során.



23. ábra. A gazdálkodók számára legfontosabb telepítési döntést befolyásoló tényezők 2011-ben (db)
(forrás: saját eredmény)

A Nyugat-dunántúli Régióban megkérdezett gazdálkodók 12%-a, az Ibrány környéki vállalkozóknak pedig 22%-a határozottan elzárkózott az energianövények telepítésétől, mert nem tartják reálisnak azt semmilyen jövedelmi, támogatási helyzetben. Az Ibrány környéki gazdálkodók elzárkózásának legvalószínűbb oka a szakolyi biomassa erőmű már akkor is akadozó üzemelésének példája volt, hiszen a kockázatos piaci viszonyok elbizonytalanítják a termelőket egy új általuk még nem termelt és kevésbé ismert növényi kultúra kapcsán. A vállalkozókkal folytatott interjúkból fény derült arra, hogy igen magasnak tartják a telepítési költségeket, valamint az ültetvény ökonómiai sajátosságából eredő hosszú és bizonytalan megtérülési időt. A hagyományos szántóföldi kultúrák évről-évre folyamatos jövedelmet biztosítanak és évente változtatható a vetésszerkezet is. Ezzel szemben az energianövények hosszú időre lekötik a vállalkozás tőkéjét és a megtérülés is bizonytalan.



24. ábra. Telepítési szándékkal rendelkező gazdák köre 2011-ben (%)
(forrás: saját eredmény)

A Nyugat-dunántúli Régióban végzett felmérés kérdésein túl az Ibrányi térségben kitöltött kérdőív arra is kiterjedt, hogy ha a megkérdezett gazdálkodó nem rendelkezik energetikai ültetvénnel, akkor tervezik-e annak telepítést, ha a támogatási és piaci feltételek javulnának. Erre a kérdésre a gazdák 50 %-a igenleges választ adott, 22 %-a továbbra is teljesen elzárkózott tőle, 28 % pedig nem tudott dönteni (24. ábra). Jellemző, hogy az ültetvénylétesítési szándékkal rendelkező vállalkozók zöme (73%) 100 ha feletti üzemmérettel rendelkezik.

A telepítési kedvvel rendelkező gazdák 2011-ben összesen **184 ha** betelepítést vállaltak volna amennyiben a piaci feltételek és a támogatási környezet pozitívrá fordult volna. Mindez az akác 6 t/ha/év, a nyár 17 t/ha/év, és a fűz 18 t/ha/év (BARKÓCZY–IVELICS 2008) átlagos hozamával azaz $(6 \text{ t/ha/év} + 17 \text{ t/ha/év} + 18 \text{ t/ha/év} / 3)$ 13,6 t/ha/évvel számolva megközelítőleg **2502 t** légszáraz faaprítékot jelentett volna, amelynek energiahozama 14 GJ/t esetén **35 TJ**.

A személyesen történő kérdőíves felvételezésnek köszönhetően fény derült arra az információra is, hogy a megkérdezett termelők jelentős része saját tulajdonú területek mellett relatíve nagy arányú bérelt területtel is rendelkezik. A fás szárú energianövények termesztése során a gazdálkodók (ideális esetben 10-15 évre) hosszú időtartamra kénytelenek beruházni, ami a bérelt területek esetén kockázatosá teszi az ültetvény jövőjét.

Meglepő módon a 2011-ben és 2015-ben elvégzett kérdőíves vizsgálatok eredményei között csupán minimális eltérések voltak

tapasztalhatók (lásd. 4. melléklet összehasonlító táblázata), ezért csak a legfontosabbakat emelném ki.

A 2011-es felmérés időpontjában az 50 gazdálkodó közül 4 (8%) rendelkezett rövid vágásfordulójú fás szárú energiaültetvénnel összesen 24,5 ha területen. Közülük egy a következő évben tervezte további 100 ha telepítését.

A 2015-ös vizsgálat során kiderült, hogy a 100 hektáros telepítés meghiúsult, továbbá mindössze 13,9 ha területen maradt energetikai célú ültetvény. Ez a változás alátámasztja a KONDOR (2014) által megfigyelt tendenciát, miszerint az elmúlt években Szabolcs-Szatmár-Bereg megyében a rövid vágásfordulójú fás szárú energetikai ültetvények területe folyamatosan csökken.

A személyes interjúk alkalmával kiderült, hogy az ültetvények felszámolásának oka leginkább az elmúlt években bekövetkezett piaci változásokban és bizonytalanságban keresendő. A szakolyi biomassza erőmű leállításra, a besztereci biomassza erőmű beruházása pedig (az energiapolitikai változásoknak köszönhetően) elvetésre került. Ezen események nem csak az új telepítések elmaradásához, de sok esetben a meglévő ültetvények felszámolásához is vezettek.

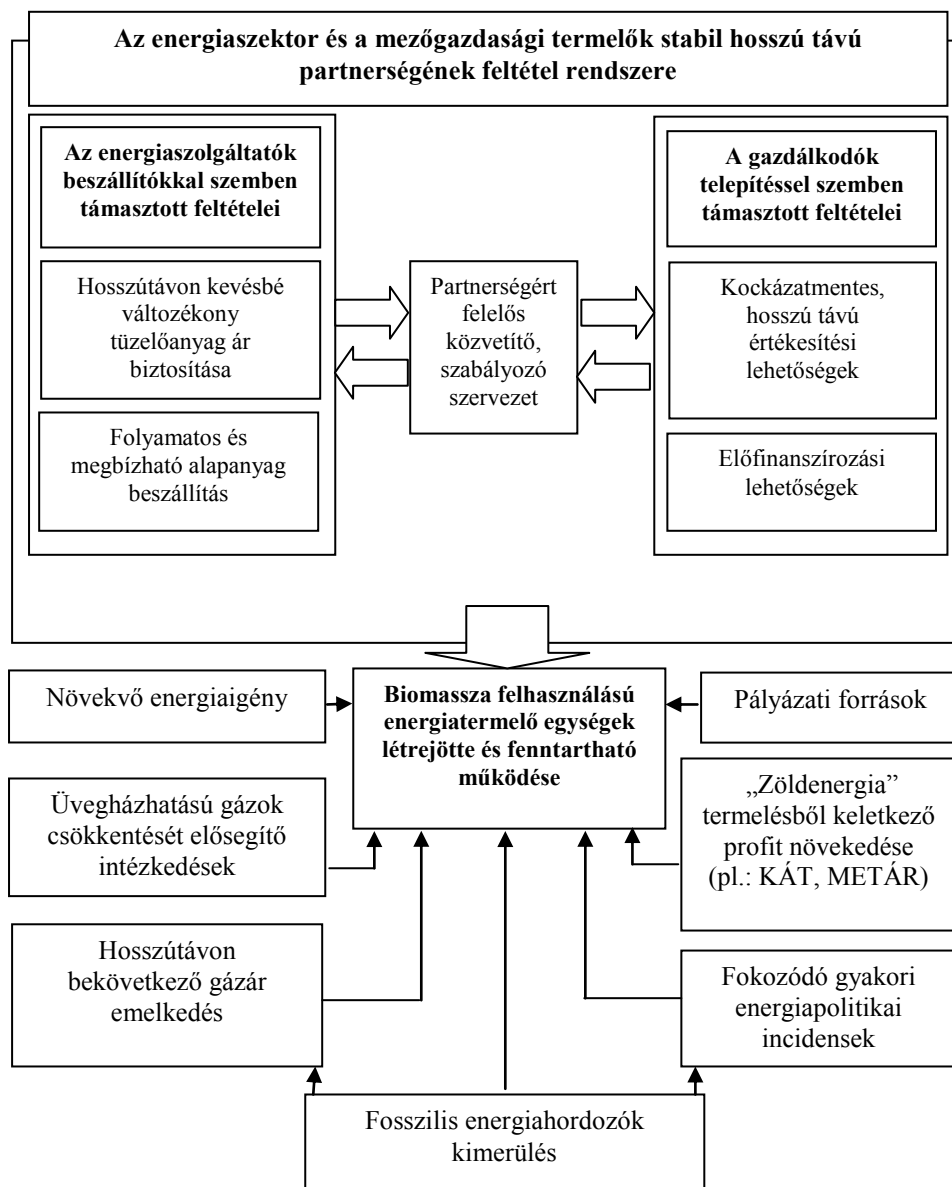
A negatív tapasztalatoknak köszönhető azon eredmény is, hogy a telepítéstől elzárkózók aránya 22%-ról 34%-ra növekedett a 2011 és 2015 között eltelt időszakban.

A 2011-es 184 hektáros telepítési szándékkal szemben **a 2015-ös felmérés során a gazdálkodók 151,3 ha energetikai ültetvény telepítését vállalnák** abban az esetben, ha a piaci és a támogatási környezet kedvező irányba változna. Mindez 13,6 t/ha/év hozam és 14 GJ/t fűtőérték esetén **28,8 TJ tüzelőanyagot jelentene.**

3.4. Az energiaszolgáltatók és a gazdálkodók érdekei

Ahhoz, hogy az értekezésben vizsgált település energiatermelő egysége fennakadások nélkül működhessen és stabil áron szolgáltatthassa a megtermelt energiát, szükség lesz a térség gazdálkodóinak alapanyag termelésbe való bevonására. A termelők együttműködéséhez viszont figyelembe kell venni a számukra legfontosabb döntést befolyásoló tényezőket. Ahogyan az a kérdőíves vizsgálat eredményeiből egyértelműen kiderült, a gazdálkodók számára legfontosabb telepítést szorgalmazó tényezők a stabil és kiszámítható piac, a magas jövedelmezőség és az előfinanszírozás lehetősége. Ezen igényeket egy újonnan létesülő, állandó

tüzelőanyag igényű biomassza felhasználású energiatermelő egység képes lenne biztosítani (25. ábra).



25. ábra. Az energiatermelő egységek létrejöttére ható tényezők és a gazdálkodókkal történő együttműködés feltételrendszere
(forrás: TÓTH–TÓTH 2011; TÓTH–TÓTH 2012 alapján saját eredmény)

Mindenekelőtt tartós és stabil piacot jelentene, ahová a termelők folyamatosan, vagy ütemezetten leadhatnák a terményüket. Továbbá az

energiatermelőnek érdekében állna előfinanszírozás biztosítása is, hiszen szerződéssel kötelezhetné a partnereit, hogy terméküket kizárólag felé értékesítsék. Az előfinanszírozás ugyan szerződési biztonságot jelenthet, ám rendkívül tőkeigényes az üzem részéről, amely veszélyeztetheti a pénzügyi működőképességét. A fűtőmű termelők részére történő hitelezése tehát korlátozott.

Ha az előzőekben tárgyalt feltételek teljesülnének, akkor a gazdálkodók feltehetően, a kedvezőtlen adottságú területeiken (mint például a térség egy részére jellemző hullámtéri területeken) rövid vágásfordulójú fás szárú energianövényeket is alkalmaznának. Ezzel kedvező működési feltételeket biztosítva egy, esetleg több biomassza felhasználású energiatermelő egységnek (25. ábra). Hosszúlejáratú szerződések kötése esetén mindkét fél érdeke teljesülhetne, hiszen alapvető érdek a stabil és hosszú távú partnerség. Míg az energiatermelő oldaláról a stabil üzemelés és a kiszámítható működési költség elengedhetetlen, addig a gazdálkodók számára fontos az ültetvény beruházás megtérülése és a nyersanyag folyamatos értékesítési lehetősége.

Mivel az energiaszolgáltatás és a mezőgazdaság esetén két lényegesen eltérő működésű szektorról van szó, ezért az együttműködés elősegítése érdekében, olyan szervezetre, vagy szolgáltatóra lenne szükség, ami közös szintre emelné a két fél érdekeit, megteremtené a kölcsönös bizalmat, könnyítené a kommunikációt, valamint összehangolná az áruforgalmat.

Példaként szolgálhat erre a Tisza Szövetkezet⁸, ami a szakolyi biomassza erőmű tüzelőanyag ellátásra szerződött. A szervezet alapelve, hogy a tagok felé non-profit, egyéb partnerekkel szemben pedig nyereség orientált. A tagok a faaprítékot kizárólag a szövetkezeten keresztül értékesíthetik és legalább 3 évig nem léphetnek ki. Viszont a szövetkezetbe való integrálódást követően minden szükséges segítséget megkapnak ahhoz, hogy sikeres legyen az ültetvény telepítése és tartós, hosszú távon is jövedelmező termelést végezhessenek (internet-15). Bár a szervezet kizárólag a gazdálkodók érdekeit veszi figyelembe, azonban egy hasonló elven működő – esetleg államilag irányított és felügyelt, szervezet, vagy rendelet – képes lenne a két jelenleg egymástól igen távol álló ágazat érdekeit felügyelni és koordinálni (25. ábra).

A mai energiapolitikai helyzet, a pályázati források és a bevezetésre kerülő METÁR (Megújuló és alternatív energiaforrásokból előállított hő- és villamosenergia-átvételi támogatási rendszer) biztató képet ad a biomassza

⁸ A szervezet 2010-ben 57 taggal rendelkezett. A szerződéssel lekötött rendelésállománya kb. 144.000 tonna/év, amit Visontán, Hódmezővásárhelyen, Szakolyban és Pécsett értékesít.

alapú energiaszolgáltatás jövőjéről. Azonban nem szabad megfeledkezni arról, hogy a stabil alapanyag ellátás érdekében az energiaszolgáltatók és a gazdálkodók hosszú távú partnerségére is szükség lesz. Előfordulhat, hogy a befektetők azért nem ruháznak majd be, mert kockázatosnak találják a tüzelőanyag ellátást, a gazdálkodók pedig azért nem létesítenek energiaültetvényt, mert nem találják folyamatosnak a keresletet. Köszönhetően a szakolyi biomassa erőmű negatív példájának, további problémákat vethet fel a gazdálkodók részéről kialakult bizalmatlanság, ami tovább nehezítheti a jövőbeli együttműködést.

A biomassa üzem és a gazdálkodók kapcsolatának mélyebb feltárásához célszerű SWOT-analízist készíteni, mivel ez a módszer strukturálja és fókuszáltabbá teszi a helyzetelemzést és megalapozza a későbbi stratégia alkotást. A SWOT-analízis elkészítése során mindig nehéz feladat az elemzés tárgyának egyértelmű lehatárolása, jelen esetben pedig több probléma is adódik. Célszerű mindig egy-egy vállalkozás, földrajzi hely, piaci termék stb. adott helyzetének erősségeit, gyengeségeit, lehetőségeit és veszélyeit vizsgálni. Jelen esetben a mezőgazdasági vállalkozók, a fűtőmű befektetők és az ültetvények sajátosságait és helyzetét külön-külön kellene elemezni. Ennek ellenére kísérletet teszek egy olyan helyzetfeltárássra, ami a gazdálkodók, a fűtőmű beruházók és az energetikai ültetvények kapcsolatrendszerében rejlő erősségeket, gyengeségeket, lehetőségeket és veszélyeket összegzi (11. táblázat).

A kapcsolatrendszer **belső tényezőinek erősségei és gyengeségei** sok esetben összefüggnek egymással:

- Kedvező, hogy az energiaszektor folyamatos és kiszámítható tüzelőanyag igénnyel rendelkezik, ami a gazdálkodók számára stabil és jól kiszámítható piacot jelent. Ugyanakkor a tőkeerős mezőgazdasági vállalkozók nem mindenesetben kötnének szerződést az alapanyag beszállítására és annak árára, hanem hasonlóan a gabonafélékhez, kívárnák a számukra legkedvezőbb piaci fordulatot és akkor értékesítenék a terményt. Az is előfordulhat, hogy ők vásárolnák fel a térségben más vállalkozók által megtermelt fűtőanyagot, hogy azt árréssal tovább értékesítsék a fűtőmű felé. Mindez nagyfokú bizonytalanságot jelenthet a létesülő energiatermelő számára, így fontos lenne nagy volumenű beszállítói háttér szerződtetése és kellő súlyú kötbérek kialakítása a gazdaságos ellátás érdekében.

11. táblázat. a mezőgazdasági vállalkozók, a fűtőmű beruházók és az energetikai ültetvények létesítésének SWOT-analízise

Belső tényezők	
Erősségek	Gyengeségek
• Az energiaszektor folyamatos alapanyag szükséglettel rendelkezik • A gazdálkodók stabil és kiszámítható piacot igényelnek • A termelők előfinanszírozás biztosításával beszállításra ösztönözhetők • A termelők a téli időszakban juthatnak árbevételhez • Kedvezőek az ültetvény jövedelmezőségi kilátásai • Kedvező munkaerő piaci helyzet • Nagy kiterjedésű energiaültetvény létesítésére alkalmas terület	• Fűtőmű esetén nyári időszakban nincs szükség tüzelőanyagra • A mezőgazdasági termelők nehezen kötelezhetők beszállításra, sok esetben a rövid távú profitszerzés a cél • Az előfinanszírozás biztosítása rontja a fűtőmű pénzforgalmát • Magas az ültetvénytelepítési költsége • Az ültetvény létesítés hosszú időre szóló befektetés, a bevételek nem azonnal jelentkeznek • Nem bejáratott termesztés technológia • Kedvezőtlen vállalkozói megítélés az energiaszektorral kapcsolatban
Külső tényezők	
Lehetőségek	Fenyegetések, veszélyek
• Fosszilis energiahordozók közelgő kimerülése, gyakori energiapolitikai problémák • Emelkedő tüzelőanyag árak • Fűtőmű beruházások állami és EU-s támogatása • Ültetvény létesítés támogatása • Zöldítés	• Az NCST-ben vállalt cél egyéb úton történő teljesítése • Energiapolitikai kényszer megszűnése • Átalakuló EU-s támogatási rendszer

(forrás: saját eredmény)

- A kevésbé tőkeerős mezőgazdasági vállalkozók előfinanszírozás biztosításával beszállításra ösztönözhetők, így kellően szigorú kötbérek lefektetésével stabil felvásárlási

árak és folyamatos beszállítás teremthető. Az előfinanszírozás azonban ronthatja a fűtőmű pénzforgalmát, így kevesebb likvidtőke marad készletfelhalmozására.

- A mezőgazdasági vállalkozások számára kedvező, hogy a fás szárú energianövények a vegetációs időszakon kívül termelhetők le, így az általuk idényjelleggel foglalkoztatottak a téli időszakban is munkáltathatók. További pozitívum, hogy szemben a szabadföldi zöldség, gyümölcs és gabonatermesztéssel a bevételek a téli időszakban jelentkeznek, így ez kedvező a pénzforgalom szempontjából. Gyengeség, hogy az ültetvény telepítési költsége magas (~500-550 eFt/ha VÁGVÖLGYI 2013) és az első években nem jelentkezik árbevétel.
- Az erősségek oldalán sorakozik, hogy az energiaültetvények termesztése, kitermelése, feldolgozása, beszállítása és felhasználása élőmunkaerő igénye magas, viszont nem igényel egyedi szakértelmet. Így a kedvezőtlen oktatási és foglalkoztatottsági mutatókkal rendelkező térség felzárkóztatásának egyik komponense lehet. Ahogyan arról az értekezés korábbi fejezeteiben már szó esett, a térségben számottevő az energetikai ültetvény létesítésére alkalmas terület.
- Gyengeségek közé sorolható, hogy az energianövények betakarítására még nincs jól bevált technika, ráadásul a speciális eszközök rendkívül költségesek és más célból nem hasznosíthatók. Ezért a kellő élőmunkaerő megléte kritikus jelentőséggel bír. A mezőgazdasági vállalkozói szektor megítélése kedvezőtlen, köszönhetően a szakolyi erőmű példájának.

A **külső tényezők lehetőségei és veszélyei** közé a következők sorolhatók:

- A fosszilis energiahordozók közelgő kimerülése és az egyre gyakoribb energiapolitikai konfliktusok kedvező helyzetbe hozhatják a belföldön megtermelhető energianövényeket.
- Az emelkedő tüzelőanyagárak a gabonafélékhez hasonló versenyképes mezőgazdasági termékkel tehetik az energianövényeket, ezáltal több gazdálkodó telepíthet ültetvényt.
- A 2014-2020-as ciklusban újabb megújuló energetikai fejlesztéseket célzó pályázatok kerülnek kiírásra.

- A zöldítés szorosan kapcsolódik a területalapú támogatások igényléséhez, így a gazdálkodók csak akkor tarthatnak igényt a teljes kifizetésre, ha eleget tesznek a terménydiverzifikációnak, azaz a növénytermesztés diverzifikálásának, változatosabbá tételének. Eszerint 10 hektár fölötti szántóterületen gazdálkodóknak adott évben a szántóterületeken legalább két különböző növénykultúrát kell termeszteni, míg a 30 ha feletti szántóterülettel rendelkezőknek legalább háromféle növénykultúrát. Fontos kritérium még az ökológiai jelentőségű területek kijelölése, azaz a 15 hektár fölötti szántóterületen gazdálkodóknak a szántóterületük legalább 5%-ának megfelelő kiterjedésű ökológiai jelentőségű területet kell kijelölniük. Ilyenek lehetnek például a parlagon hagyott területek, az ökológiai jelentőségű másodvetés, a fasor, a fás sáv, vagy a rövid vágásfordulójú fás szárú energiaültetvények (NAK 2017). Mindez kedvezőleg hathat az ültetvény létesítésre és az energiaszektorral való együttműködésre.
- A fenyegetések oldalán legaggályosabb tényező, hogy a statisztikai módszertan változása miatt Magyarország elérte az NCST-ben vállalt részarányt, így megszűnik a döntéshozókon lévő támogatási kényszer. Emiatt féltő, hogy a 2014-2020-as ciklus lezárásával csökkennek, vagy esetleg megszűnnek a megújuló energetikai támogatási források.
- Külső veszélyforrás még, hogy az EU-s támogatási rendszer 2020-at követő átalakítása kedvezőtlen irányba befolyásolja majd a megújuló energiák külső finanszírozását.

3.5. Ibrány város energiaigényének becslése

A település lakosságának, valamint ipari és önkormányzati hő- és villamosenergia igényének meghatározásához a KSH-TSTAR 2010-2013 közötti időszakra vonatkozó adataival történtek kalkulációk.

A város összes hőenergia igénye a szolgáltatott vezetékes gáz mennyiségi adataiból került kiszámításra. Természetesen ez alapján az összes gázból előállított hőenergiát kapjuk eredményül, tehát a fűtésre használt gázmennyiség nem válik külön a főzésre és egyéb célokra elhasznált mennyiségétől. Jó közelítést biztosít viszont a város részéről ténylegesen fellépő hőenergia igény becslésére. A település összes villamosenergia igényének meghatározása KSH adatok alapján történt.

2010 és 2013 között átlagosan 2,8 millió m³ gázt használt fel a település, ami 80%-os éves átlag kazánhatásfok⁹ esetén 76,92 TJ tényleges hőenergia igénynek felel meg (12. táblázat).

A számítás menete:

- **Szolgáltatott vezetékes gáz [TJ]** = szolgáltatott vezetékes gáz [ezer m³] * gáz fűtőértéke [34 MJ/m³=0,034 TJ/m³]
- **Feltételezett energiaigény [TJ]** = szolgáltatott vezetékes gáz [TJ] * hatásfok [η =80%]

12. táblázat. A település számára szolgáltatott gáz és villamosenergia mennyisége a 2010 és 2013 közötti időszakban

Év	Szolgáltatott vezetékes gáz [ezer m ³]	Szolgáltatott vezetékes gáz [TJ]	Feltételezett energiaigény [η =80%] [TJ]	Szolgáltatott villamosenergia [ezer kWh]
2010	3 793	128,95	103,16	10 939
2011	2 647	89,99	71,99	11 633
2012	2 433	82,71	66,16	10 637
2013	2 441	82,98	66,38	10 407
ÁTLAG	2 829	96,16	76,92	10 904

(forrás: KSH-TSTAR 2010-2013 alapján saját eredmény)

Az adatsor alapján elmondható, hogy 2010-ben jelentkezett a város legnagyobb hőenergia igénye, ekkor összesen 103,16 TJ lehetett a tényleges hőszükséglet (12. táblázat). A város összes villamosenergia felhasználás kiegyensúlyozottnak tekinthető, hiszen az egyes évek adatai között minimális eltérés tapasztalható.

⁹ indoklás a 3.6. fejezetben

A KSH adatbázisa a gázmennyiségi és a villamosenergia adatokat nem bontja külön lakossági, ipari és önkormányzati szintekre. Csupán az összes és a háztartások részére szolgáltatott gáz és villamosenergia mennyiségeket különíti el. Ezért az ipari és önkormányzati energiaszükségletek megbecsüléséhez az összes szolgáltatott mennyiségi adatokból levonásra került a háztartások részére szolgáltatott mennyiség. A további bontás (lásd 3.6 fejezet), azaz az ipari és önkormányzati igények szétválasztása az önkormányzat együttműködésének hiányában szakértői becslésre támaszkodva történt.

Az energiafelhasználási adatokat lakossági, valamint ipari és egyéb szintekre bontva elmondható, hogy a lakosság számít a legnagyobb energiafogyasztónak, ugyanis a villamosenergia felhasználás 58,46%-ával a hőenergia szükségletnek pedig 61,33%-ával rendelkezik (13. táblázat).

13. táblázat. A település számára szolgáltatott vezetékes gáz és villamosenergia mennyiségi megoszlása az egyes fogyasztói kategóriák között (2010-2013)

Év	Háztartások részére szolgáltatott villamosenergia [ezer kWh]	Háztartások feltételezett hőenergia igénye [$\eta=80\%$] [TJ]	Ipari és egyéb felhasználók részére szolgáltatott villamosenergia [ezer kWh]	Ipari és egyéb felhasználók feltételezett hőenergia igénye [$\eta=80\%$] [TJ]
2010	6 645,00	53,89	4 294,00	49,27
2011	6 719,00	49,58	4 914,00	22,42
2012	6 163,00	41,59	4 474,00	24,57
2013	5 970,00	43,67	4 437,00	22,71
ÁTLAG	6 374,25	47,18	4 529,75	29,74
ARÁNY	58,46%	61,33%	41,54%	38,67%

(forrás: KSH-TSTAR 2010-2013 alapján saját eredmény)

Az egyes évek villamosenergia szükségleteit tekintve elmondható, hogy sem a lakosság, sem az ipar és önkormányzat esetén nem tapasztalhatók számottevő ingadozások, viszont az éves hőszükségletekben jelentősek az eltérések. Ezek a lakossági felhasználók esetében leginkább az évi hőmérséklet változásoknak köszönhetők.

Az ipari és önkormányzati felhasználók esetén észrevehetően nagyobb ingások tapasztalhatók, mint a lakossági igények esetében. Ez kisebb részt az üzemek irodáinak váltakozó fűtési igényeivel, nagyobb részt pedig a kapacitások évről évre történő váltakozásával magyarázható. A legnagyobb ingadozásokat feltételezhetően a településen található termény-

szárítóüzemek kapacitásváltozásai okozhatják, hiszen kihasználtságukat és ezáltal energiaigényüket az adott évi terményhozamok és a betakarításkori nedvességtartamok határozzák meg leginkább. A 2010-es év tél végi és tavaszi időszaka rendkívül csapadékos volt, ennek köszönhetően a gazdálkodók csak megkésve tudták elvetni a tavaszi vetésű terményeiket. Ez a betakarításkori magas nedvességtartalomhoz vezetett. Feltételezhetően ennek köszönhető, hogy a 2010-es évben kiugróan magas volt az ipari és önkormányzati gázfelhasználás.

A négyéves adatsor elemzése alapján elmondható, hogy a biomassza potenciál felmérés során megbecsült évente képződő mezőgazdasági melléktermékek hozama (132,52 TJ/év) nem fedezné megbízhatóan minden évben a település összes hőszükségletét (lásd 12. táblázat 2010 évi adata), hiszen ha a település hőszükséglete (53,89 TJ + 49,27 TJ) 103,16 TJ és ezt az energiát egy 80%-os éves átlag hatásfokú biomassza kazánnal kívánjuk előállítani, akkor (103,16 TJ/0,8) 128,95 TJ tüzelőanyag szükséges. Mivel a hőszállítás során is keletkezik (cca. 2-5%) veszteség, ezért egyértelműen nem jelenthető ki, hogy a térségben rendelkezésre álló mezőgazdasági melléktermékek volumene fedezné a város hőszükségletét. Tehát kizárólag lágyszárú biomasszát felhasználó energiatermelő üzem létesítése nem javasolt a település összes hőenergia igényének kiszolgálására. Ugyanakkor az ideális szállítási körzetben évente képződő fás szárú biomassza (7694 TJ/év) hozama a legnagyobb energiaigényű években is maradéktalanul fedezné a település összes hőenergia szükségletét. Természetesen a felhasználni kívánt energia ez esetben sem azonos az alapanyagok energiatartalmával ugyanis az eltüzelésnél (cca. 10-20%) és a hő szállításnál (cca. 2-5%) is jelentkezik veszteség az alkalmazott technológia függvényében. De alapvetően kijelenthető, hogy a település környezetében keletkező biomassza éves hozama elegendő lenne egy a város összes hőenergia szükségletét kiszolgáló kazán üzemeltetéséhez.

Igaz, a várost övező területek természetföldrajzi szempontból alkalmasak a település teljes hőenergia szükségletének kiszolgálására, azonban a következőkben részletezett okokból kifolyólag **csak az önkormányzat által üzemeltett létesítmények energiaellátását biztosító központi fűtőmű építésének és a lakosság egyéni hőigényét kiszolgáló beruházásoknak a lehetőségét fogom elemezni:**

- A település összes gázcső hálózatának hossza 57,55 km ami arra enged következtetni, hogy ha a lakosság minden gázfelhasználója csatlakozna a távhőszolgáltatáshoz, akkor megközelítőleg hasonló hosszúságú távhővezetékkel kellene kiépíteni. Ez olyan mértékben megnövelné a beruházás költségeit, hogy az csak speciális esetekben (lásd. Pornóapáti 2.6.1.5. fejezet), például támogatás bevonásával

lehetne gazdaságos. Ahogyan viszont a 2.9. fejezetben is bemutatásra került jelenleg nincs nyitott pályázati forrás távhővezeték építésére, a KEHOP 5.3.2-17 is kifejezetten kizárja az új infrastruktúra létrehozását. A beruházás belátható időn belül történő megtérülésének problémáját tovább fokozza, hogy a lakosság nem kötelezhető a távhőszolgáltatáshoz való csatlakozásra így nagyon bizonytalan, hogy potenciálisan hány felhasználóval lehet számolni. Egy esetleges távhő beruházást megelőzően (még támogatott projekt esetén is) fel kell mérni a lakosság pontos csatlakozási hajlandóságát és hőigényeit is. Az újonnan létesítendő távhőszolgáltatás pénzügyi kockázatát növeli, hogy családi házas övezetben később le is csatlakozhatnak a fogyasztók, ha kedvezőbb alternatíva kínálkozik a számukra. Ez történt Pornóapáti településén is, ahol a felhasználók egy része a magas fogyasztói árakra hivatkozva lecsatlakozott a rendszerről (Internet-16).

- Az ipari és önkormányzati felhasználók esetén ugyan gazdaságos beruházás lehetne egy közös fűtőmű létesítése, azonban az egyes években az ipar részéről jelentkező extrém kapacitásigények (lásd 2010) miatt az indokoltnál nagyobb teljesítményű, ezáltal költségesebb kazánt kellene telepíteni. Továbbá az önkormányzat által üzemeltetett épületek és a város ipari parkja között 1 km távhővezeték kiépítésére lenne szükség, ami a lakossági távhőszolgáltatás esetéhez hasonlóan annyira megnövelné a beruházási költségeket, hogy az nem lehetne rentábilis. Ráadásul az 1 km-es vonalon történő hő szállítása során felmerülő veszteség is jelentős lenne.

Ibrány esetében tehát a lakossági, ipari és önkormányzati távhőszolgáltatást együttesen célzó beruházás vizsgálata akkor lenne indokolt, ha a későbbiekben kiírásra kerülő pályázati forrásokból támogatott lenne a távhő infrastruktúra kiépítése. Azonban erre forrás a 2014-2020-as ciklusban nem jelent meg.

Véleményem szerint az önkormányzat által üzemeltetett létesítmények energiaellátását biztosító központi fűtőmű és a lakosság egyéni hőigényét kiszolgáló beruházások sorozatai gazdaságosak lehetnek, erre vonatkozóan pedig már támogatás is igényelhető. A lakosság egyénileg történő biomassza felhasználásra való átállása azért is kedvezőbb, mint a falufűtőművi beruházás, mert így elkerülhető az a pénzügyi kockázat amit a későbbiekben lecsatlakozók (lásd. pornóapáti esete) okozhatnak a befektetés számára. A továbbiakban ezért csak az önkormányzat által üzemeltetett létesítmények energiaellátását szolgáló központi fűtőmű és a lakosság

egyéni hőigényét kiszolgáló beruházások gazdaságossági elemzésére kerül sor.

3.6. A vizsgált település önkormányzata által üzemeltett létesítmények energiaellátása

Ibrány város jelenleg 11 intézményt (uszoda, általános iskola, gimnázium, okmányiroda, hivatal, művelődési központ, orvosi rendelő, óvoda, bölcsőde, mentőállomás, idősek otthona) üzemeltet, amelyek energiaellátása a város feladatai közé tartozik. Az önkormányzat együttműködésének hiányában a 11 közintézmény havi és éves energiaigényének pontos megállapítására nem került sor, így energetikai szakértő bevonásával történtek a becslések és feltételezések.

A Sinergy Energiaszolgáltató, Beruházó és Tanácsadó Kft. szakértője¹⁰ felbecsülte a 11 közintézmény feltételezhető éves hőenergia igényét és megállapította az ennek ellátásához szükséges kazánteljesítményt. A város önkormányzatának energetikusa¹¹ az értekezésben használt becsléseket megismerte és azokat reálisnak ítélte.

A vállalat ezen túlmenően ajánlatot készített még egy olyan biomassza tüzelésű kazánra is (14. táblázat), amely lágyszárú mezőgazdasági melléktermék és fás szárú biomassza együttes eltüzelésére alkalmas. A választás azért erre a technológiára esett, mivel a felszínborítási vizsgálatok alapján a település közvetlen közelében leginkább a mezőgazdasági melléktermékek jellemzők és viszonylag csekély mennyiségben fordul elő fás szárú biomassza.

Az energetikai becslések alapján a 11 közintézmény éves hőigénye 15,33 TJ-ra tehető (havi megoszlás lásd 5. melléklet). Ahhoz, hogy ennek a hőenergia mennyiségnek az előállítása egyetlen központi fűtőműben történjen – a szakértői becslés szerint – egy 2,65 MWth teljesítményű energiatermelő egység lenne indokolt. Azonban a stabil energiaellátás és a hőenergia szempontjából legigényesebb időszakok kielégítése érdekében 3 MWth teljesítményű kazánnal zajlottak a gazdaságossági számítások és elemzések.

Az önkormányzat által üzemeltetett közintézmények hőenergia igényének biomasszával történő kielégítéséhez a 14. táblázatban feltüntetett paraméterekkel rendelkező rostélyos tüzelésű biomassza kazánnal történt Microsoft Excel-ben pénzügyi és energetikai modell készítése. Ez alapján a

¹⁰ Balázs László energetikai mérnök, Értékesítési és Projektfejlesztési Divízió, Sinergy Kft. (Alteo Group)

¹¹ Tihor József energetikai mérnök, Ibrány Város Gazdasági Műszaki Ellátó és Szolgáltató Szervezete

fűtőberendezés működésére költség-haszon, majd beruházás elemzés készült, amelynek részletei kerülnek bemutatásra a továbbiakban.

14. táblázat. A település önkormányzata által üzemeltett közintézmények fűtési energiaigényének ellátására alkalmas biomassza tüzelésű kazán általános technológiai paraméterei

Kazán technológia:	Rostélyos tüzelésű
Tüzelő alapanyag:	Faapríték és szalma
Max. apríték méretek:	G100; W50
Üzemeltetés:	5 fő (3 műszakban: 1 állandó kezelő, 1 pihenő, 1 készenléti)
Üzemeltetés:	1 homlokrakodó

(forrás: A Sinergy Kft. ajánlata alapján)

Alapadatok, feltételezések:

- A kalkulációk során csak az önkormányzati épületek fűtési igényének ellátására vonatkozóan történtek számítások. A használati melegvíz-igény becslésére nem került sor, mivel ennek meghatározása alaposabb felmérést igényelne.
- Az önkormányzat intézményeinél üzemelő gázkazánok átlagos éves hatásfoka az ott dolgozó energetikus szerint $\eta_a \approx 80\%$, így a kalkulációk során ezzel az értékkel zajlottak a számítások.
- Az önkormányzat által felhasznált gáz fajlagos árával kapcsolatban együttműködés hiányában pontos információ nem állt rendelkezésre. Mivel a felhasznált gáz közbeszerzés útján kerül megvásárlásra, ezért a Főgáz Zrt. sem tudott érdemi tájékoztatást nyújtani a közigazgatási partnereinek díjszabásáról. Ennek fényében a felhasznált földgáz egységárának meghatározásánál a 69/2016. (XII. 29.) NFM rendeletben szereplő árak voltak irányadók. Így egy köbméter vezetékes földgáz ára $112,39 \text{ Ft/m}^3 + 3,243 \text{ Ft/m}^3$ jövedéki adó + $3,89 \text{ Ft/m}^3$ földgáz biztonsági készletezési tagi hozzájárulás, vagyis $119,523 \text{ Ft/m}^3$ ($3515,38 \text{ Ft/GJ}$). Ki kell azonban újra hangsúlyozni, hogy a város ettől az ártól eltérő díjat fizethet.
- A lágyszárú mezőgazdasági melléktermékek és a fás szárú biomassza együttes felhasználása, néhány kivételtől eltekintve nem lehetséges (BAI et al., 2015). Azonban a kiválasztott kazán tüzelőanyag összetétele 30 % lágyszárú felhasználást is lehetővé tesz. Ezért a tüzelőanyag portfólióban a szalma 30%-kal, a faapríték pedig 70%-kal került számításba.
- A kalkulációk során, egy átlagos fűtési szezont feltételezve 4457 üzemóra/évben került meghatározásra az átlagos működési idő.

- A fajlagos tüzelőanyag költségek és a működtetéshez szükséges villamosenergia egységára a következő értékekkel került számításba:
 - A szalma ára $15 \text{ eFt}/t_{\text{atro}}$ (867 eFt/TJ) -val az Ibránytej Kft. 2017-évi önköltségi ára alapján.
 - a faaprítéké $32,2 \text{ eFt}/t_{\text{atro}}$ (1741 eFt/TJ) -val KSH (2017) alapján.
 - a villamosenergiáé pedig $36,6 \text{ eFt/GWh}$ -val került számításba a KSH (2017) adatai alapján.
- Az üzemeltetési költségek a Sinergy árajánlata alapján a következő értékekkel kerültek számításba:
 - A kazán általános üzemeltetési költsége $4\,000 \text{ eFt/év}$,
 - a rakodógépé (2 m^3 -es rakodókanállal) $2\,500 \text{ eFt/év}$ (10 l/óra üzemanyaggal és 1200 üzemórával kalkulálva)
 - a pernyedeponálásé $3\,000 \text{ eFt/év}$ (20 eFt/t deponálás + szállítás),
 - az 5 fős üzemeltető személyzet bére pedig bruttó $2\,800 \text{ eFt/fő/év}$ (kazánkezelő képesítéssel)
 - összesen: $23\,500 \text{ eFt}$
- Részletező és összefoglaló táblázat lásd 6. melléklet.

A költség-haszon elemzés menete:

- Először meg kell határozni az önkormányzat **éves tüzelőalapanyag szükségletét [TJ]**, amelyet az önkormányzat éves hőigényéből ($15,33 \text{ TJ}$), a biomassza fűtőmű várható hatásfokának [$\eta=80,28\%$] ismeretében kapunk:
 - vagyis, $15,33 \text{ TJ} / 0,8028 = \mathbf{19,09 \text{ TJ}}$
- Ezután a tüzelőanyag portfóliónak megfelelően felosztjuk az **éves tüzelőalapanyag szükségletet [TJ]**:
 - 30% szalmára: **$5,73 \text{ TJ}$**
 - és 70% faaprítékra: **$13,37 \text{ TJ}$**
- A tüzelőanyag szükséglet [TJ] és a tüzelőanyagok fűtőértékének ismeretében (szalma= $17,3 \text{ GJ}/t_{\text{atro}}$; faapríték= $18,5 \text{ GJ}/t_{\text{atro}}$) kiszámítjuk **a tüzelőanyagok szükséges tömegét [t]**:
 - vagyis $5,73 \text{ TJ} / 0,0173 \text{ TJ}/t_{\text{atro}} = \mathbf{331 \text{ } t_{\text{atro}} \text{ szalma}}$;
 - és $13,37 \text{ TJ} / 0,0185 \text{ TJ}/t_{\text{atro}} = \mathbf{723 \text{ } t_{\text{atro}} \text{ faapríték}}$ szükséges.
- Az anyagárak ismeretében kiszámoljuk az **éves tüzelőanyag költségét (eFt)**:
 - szalma esetén: $331 \text{ } t_{\text{atro}} * 12 \text{ eFt}/t_{\text{atro}} = \mathbf{4\,965 \text{ eFt}}$
 - és faapríték esetén: $723 \text{ } t_{\text{atro}} * 32,2 \text{ eFt}/t_{\text{atro}} = \mathbf{23\,281 \text{ eFt}}$
 - a tüzelőalapanyag költsége így összesen: **$28\,246 \text{ eFt}$**

- Miután megkaptuk az éves anyagszükséglet költségét, meg kell határozni az **éves villamosenergia szükséglet költségét is (eFt)**, ami a 6. mellékletben szereplő szakértői becslés és a KSH (2017) alapján:
 - $170\,356 \text{ KWh} * 36,6 \text{ Ft/KWh} = \mathbf{6\,235 \text{ eFt}}$
- Az **üzemeltetési költségek (eFt)** a szakértői becslés alapján összesen: **23 500 eFt**
- Az üzem végső **termelési költsége (eFt)** így a 15. táblázat szerint áll össze.

15. táblázat. A település közintézményeinek fűtési energiaigényének ellátására alkalmas biomassza tüzelésű kazán termelési költségeinek megoszlása

A BIOMASSZA FŰTŐMŰ TERMELÉSI KÖLTSÉG SZERKEZETE		
	M.e. (eFt/év)	Megoszlás (%)
Tüzelőanyag költség	28 246	49
Villamosenergia költség	6 235	11
Működési és karbantartási költség	9 500	16
Személyi jellegű költség	14 000	24
TERMELÉSI KÖLTSÉG	57 981	100
A BIOMASSZA FŰTŐMŰ TERMELÉSI ÉRTÉKE ÉS CASH FLOW-JA		
TERMELÉSI ÉRTÉK	67 355	
CASH FLOW	9 374	

(forrás: saját eredmény)

- A bevételek kiszámítása során azt kellett meghatározni, hogy az önkormányzat jelenleg milyen költségen állítja elő az intézmények számára szükséges hőenergiát. Hiszen a gázból megtermelt energia pénzben kifejezett értéke megegyezik a biomasszából előállított hőével, tehát ez lesz a költség-haszon elemzés bevételi oldala. Ha a becsült hőigény 15,33 TJ és a kazánok éves átlag hatásfoka 80% akkor $(15,33 \text{ TJ} / 0,8) = 19,16 \text{ TJ}$ gázra van szüksége, ami az előzőekben már indokolt árral, azaz 3515,38 Ft/GJ-al számolva összesen $(19,16 \text{ TJ} * 3515,38 \text{ eFt/TJ}) = \mathbf{67\,355 \text{ eFt}}$. Vagyis ennyibe kerül az éves energiaszükséglet kielégítése, ami lényegében megegyezik a biomasszából előállított energia **termelési értékével**.
- Tehát ha a **termelési költség 57 981 eFt** (15. táblázat) a megtermelt energia **termelési értéke pedig 67 355 eFt**, akkor az önkormányzat az új beruházás révén évente $(67\,355 \text{ eFt} - 57\,981 \text{ eFt}) = \mathbf{9\,374 \text{ eFt}}$ **megtakarításra (cash flow-ra)** tehetne szert.

A költség-haszon vizsgálat eredményeire támaszkodva beruházás elemzés készült (16. táblázat). Ehhez a Sinergy Kft. biomassa kazánra tett árajánlatával történtek a gazdasági kalkulációk. A cég becslései szerint a 3 MWth teljesítményű rostélyos tüzelésű biomassa kazán beruházási költsége 180-220 millió Ft körül alakul, köszönhetően az esetleges nem várt költségeknek, vagy éppen megtakarításoknak. Így a számítások során a beruházás összes költsége 200 millió Ft-ban lett meghatározva, a kalkulatív kamatláb pedig 0,9% a 2017 évi jegybanki alapkamat alapján. A futamidő 25 évvel került számításba, ugyanis ez a létesülő üzem várható hasznos élettartama a Sinergy Kft. szerint. Az ezután jelentkező felújítási és korszerűsítési költségek már nehezen megbecsülhetőek, így célszerű eddig kalkulálni a futamidőt. A beruházás elemzés menete:

$$NPV = -C_0 + \frac{c_1}{(1+r)^1} + \frac{c_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{c_n}{(1+r)^n}$$

ahol:

-C₀ = beruházás összes költsége

c₁ = cash flow

r = kalkulatív kamatláb

n = évek száma

16. táblázat. Az ibrányi önkormányzat hőenergia igényét kielégítő fűtőművi beruházás elemzése

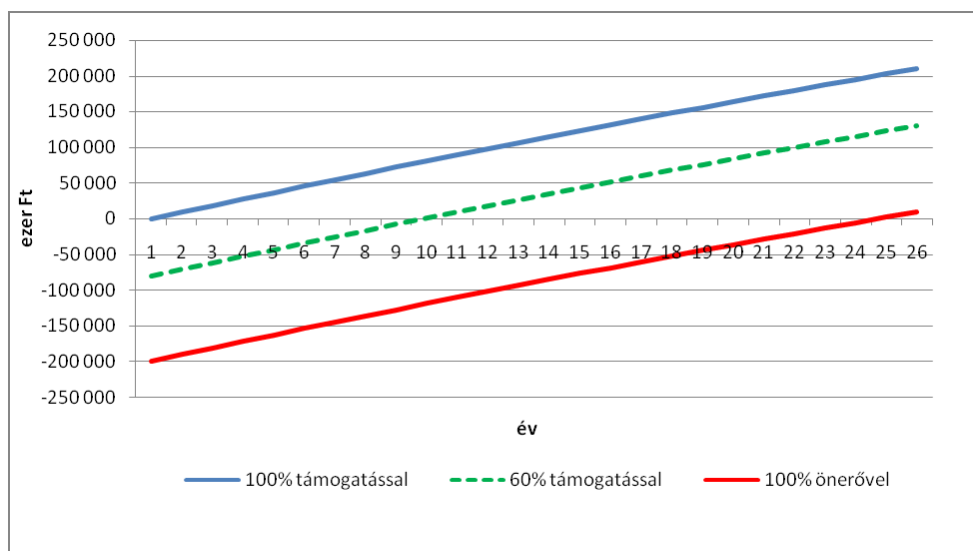
Évek	Bevétel (ezer Ft)	Kiadás (ezer Ft)	Cash flow (ezer Ft)	Kumulált cash flow (ezer Ft)	Diszkontált cash flow (ezer Ft)	NPV (ezer Ft)
0. év	0	200 000	-200 000	-200 000	-200 000	-200 000
1. év	67 355	57 981	9 374	-190 626	9 290	-190 710
2. év	67 355	57 981	9 374	-181 252	9 208	-181 502
3. év	67 355	57 981	9 374	-171 878	9 125	-172 377
4. év	67 355	57 981	9 374	-162 504	9 044	-163 333
22. év	67 355	57 981	9 374	6 228	7 697	-13 662
23. év	67 355	57 981	9 374	15 602	7 628	-6 034
24. év	67 355	57 981	9 374	24 976	7 560	1 526
25. év	67 355	57 981	9 374	34 350	7 493	9 019
Összesen	1 683 875	1 649 525	34 350			9 019

(forrás: saját eredmény)

A beruházás-gazdaságossági elemzés eredményeként elmondható, hogy a jelenlegi energia és tüzelőanyag árak mellett 100% önerővel a

beruházás gazdaságos lehet, hiszen nettó jelenértéke 25 év alatt 9 millió Ft. Ennek ellenére nyereségorientált befektetők számára ez a beruházás erősen megfontolandó, hiszen a tőke forgási sebessége lassú, csak a 18.-19. évben várható megtérülés. A beruházási döntés meghozatala előtt tehát érdemes más alternatív befektetési lehetőségeket is megvizsgálni.

A szakirodalmi vizsgálatok során bemutatott KEHOP 5.3.2-17 és TOP-6.5.1-16 pályázatok kedvező feltételeket biztosíthatnak a tervezett beruházás számára. A KEHOP 5.3.2-17 keretében az értekezésben bemutatott beruházás 60%-ára a TOP-6.5.1-16 esetében pedig 100%-ára lehet pályázni. A támogatások bevonásával a következő képpen alakulna a beruházás nettó jelenértéke (26. ábra).



26. ábra. A biomassza fűtőmű nettó jelenértékének alakulása önerő és támogatások esetén (forrás: saját eredmény)

KEHOP 5.3.2-17 esetén az önerő 80 000 eFt lenne köszönhetően a 60%-os intenzitásnak, az éves cash flow természetesen nem változna, így a befektetés nettó jelenértéke 129 665 eFt-ra növekedne. A megtérülés a 8.-9. év között várható.

A megyei jogú városok számára elérhető TOP-6.5.1-16 100%-os támogatási intenzitása mellett a biomassza fűtőműnek nem lenne megtérülési ideje, hiszen nem igényel önerőt és így a 25. év végére 209 665 eFt jövedelmet termelhetne az önkormányzat számára. Le kell szögezni viszont, hogy ez a forrás Ibrány számára nem igényelhető, viszont kíváncsok kormányzati döntés lenne, ha a jövőben kiírásra kerülne egy hasonló, de kifejezetten a kis települések számára igényelhető támogatás.

Noha a tervezett fűtőműberuházás önerőből kevésbé ígéretes befetetés, a 2017-ben elérhető KEHOP 5.3.2-17 lehetőséget teremt akár beruházók, akár Ibrány városa számára, hogy olyan projektet valósítson meg, ami nemcsak gazdaságos, de megélhetési lehetőséget kínál a vidéki lakosság számára és csökkenti a nagyfokú energiafüggőséget is. A későbbiekben célszerű lenne alaposabb felmérést készíteni a bioenergetikai beruházás tekintetében, hiszen mind az infrastrukturális, mind a természeti adottságok kedveznek egy fenntartható biomassza felhasználású fűtőmű létesítéséhez. A TOP-6.5.1-16 esetében elmondható, hogy kívánatos kormányzati döntés lenne, ha a jövőben kiírásra kerülne egy hasonló, de kifejezetten a kistelepülések számára igényelhető támogatás, hiszen a beruházás multiplikátor hatásain keresztül enyhíthetné a vidéki területek néhány problémáját.

A továbbiakban a tervezett üzem gazdaságos működésének küszöbérték vizsgálatára kerül sor. Ennek során a nullpontot az előzőekben bemutatott három eset közül az önerőből történő beruházás jelenteni, majd az egyes paraméterek megváltozásának hatása kerül elemzésre. Ehhez az előzőekben már bemutatott számítási logika alapján Microsoft Excel-ben pénzügyi-energetikai modell készült, amelyben az egyes alapadatok, paraméterek megváltoztatása a beruházás nettó jelenértékében is érzékelteti hatását. A továbbiakban ennek eredményeit ismertetem:

- Először a tüzelőanyagok árváltozásának gazdaságos működésre gyakorolt hatása lett vizsgálva. A fa esetén a nullpont 32 200 Ft/t_{atro}, volt, és így az összes tüzelőanyag ára 28 246 eFt, ami 9 374 eFt éves cash flow-t, a 25 év során pedig 9 019 eFt nettó jelenértéket jelent. A modell kalkulációk alapján elmondható, hogy 32 800 Ft/t_{atro} faárnál a cash flow még pozitív, viszont a beruházás nettó jelenértéke 0. Tehát a beruházás gazdaságos működésének során **a fa árának maximum 1,86%-os növekedése** tolerálható hosszútávon.
- A szalma esetében 15 000 Ft/t_{atro} a nullpont és a modell vizsgálatok alapján 16 310 Ft/t_{atro}-ra történő növekedés fogadható el, e fölött már veszteséges a beruházás. Elmondható tehát, hogy **a szalma árának 8,73%-os növekedése** még nem veszélyezteti a pénzügyi megtérülést.
- A működtetéshez szükséges **villamosenergia ára** 36,6 eFt/GWh-ról maximum 39,14 eFt/GWh-ra, azaz **1,69%-kal növekedhet**.
- **A személyzet bére** esetén a nullpont 2 800 eFt/fő/év, ami **2 885 eFt/fő/év-re növelhető (0,3%)**.

- Az **üzemeltetési költségek** alapparamétere 9500 eFt/év, **9930 eFt/évre (4,52%). növelhető.**
- A beruházás **bekerülési költsége** esetén az eltérés 200 000 eFt-ról **209 190 (4,5%) eFt-ra** lehetséges.
- A beruházás **kamatlába** 0,9%-ról 1,28%-ra növelhető.
- A beruházás nettó jelenértékének szempontjából a földgázár csökkenése is befolyásoló hatással bír. Hiszen ha csökken a földgázára, akkor a kiinduló helyzethez képest romlik a beruházás versenyképessége. Ez azt jelenti, hogy ha az éves gázköltség 67 355 eFt, akkor ugyanennek az energiának az előállítása biomasszából 57 981 eFt-ba kerülne, azaz a beruházásnak köszönhetően 9 374 eFt bevétel keletkezik. Hiszen belsőelszámolás esetén a ki nem fizetett költség bevételként értelmezhető. Ennek fényében a **földgáz ára 3 515,38 Ft/GJ-ról 3 492,73 Ft/GJ-ra (0,64%-kal) mérséklődhet** anélkül, hogy veszteségessé válna a beruházás.
- Eredményeimet a 17. táblázat foglalja össze.

17. táblázat. A város önkormányzata által üzemeltett létesítmények hőenergia ellátását biztosító biomassza fűtőmű működésének kritikus értékei

	modell érték	kritikus érték	megengedett változás	megengedett változás %
személyzet bére [eFt/fő/év]	2 800,00	2 885,00	85,00	0,30
kamatláb mértéke [%]	0,90	1,27	0,37	0,38
földgáz ára [Ft/GJ]	3 515,38	3 492,73	-22,65	0,64
villamosenergia ára [eFt/GWh]	36,60	39,14	2,54	1,69
fa ára [Ft/t _{atro}]	32 200,00	32 800,00	600,00	1,86
beruházás bekerülési költsége [eFt]	200 000,00	209 190,00	9 190,00	4,50
üzemeltetési költségek [eFt]	9 500,00	9 930,00	430,00	4,52
szalma ára [Ft/t _{atro}]	15 000,00	16 310,00	1 310,00	8,73

(forrás: saját eredmény)

Az elemzés alapján elmondható, hogy az egyes változók közül a személyzet bére, a kamatláb mértéke és a földgáz ára jelentik a legkritikusabb pontot a beruházás szempontjából, hiszen ezek <1%-os

változása hosszútávon veszteségessé teszi a befektetést. A legcsekélyebb hatást a szalma árának és az üzemeltetési költségek változásai eredményezik.

Mivel önerőből történő beruházás esetén a változók mozgástere meglehetősen csekély ezért a továbbiakban azt vizsgáljuk, hogy ha a beruházás KEHOP 5.3.2-17 támogatással valósulna meg, akkor a legkritikusabb tényezők milyen szélsőérték felvételekor tennék veszteségessé a beruházást. Ez alapján:

- a személyzet bére 2 800 eFt/fő/év-ről **3 963 eFt/fő/évre növelhető,**
- a kamatláb 0,9%-ról **10,86%-ra emelhető,**
- a fa ára 32 200 Ft/t_{atro}-ról **40 250 Ft/t_{atro}-ra növekedhet,**
- a földgáz ára pedig 3 515,38 Ft/GJ-ről **3 212 Ft/GJ-ra mérséklődhet.**

Elmondható tehát, hogy a KEHOP 5.3.2-17 igénybevétele esetén a beruházás gazdaságos működése jóval nagyobb mozgástérrel rendelkezik, mint önerőből történő finanszírozás esetén. Ha figyelembe vesszük, azt a tényt, hogy a KSH fogyasztói átlagárai közül a tűzifa ára 2013 és 2017 között 2750 Ft-ról 3100 Ft-ra növekedett, ahogyan azt a KPMG (2010) korábban előre jelezte, akkor az önerőből történő beruházás esete elvetendő, viszont a KEHOP 5.3.2-17-ből történő megvalósítás elgondolkodtató lehet a település döntéshozói számára. Ráadásul a 10,86%-os kamatláb tolerancia ettől kisebb, de legrosszabb esetben ezzel egyenértékű hitel felvételét is megengedi, ami lehetővé teszi az önerő mértékének minimalizálását.

A további számításokhoz mindenképpen szükség lenne az önkormányzat érdemi együttműködésére a pontos energiaigények, árak és önerő meghatározásához, hiszen a szükséges információk hiányában nem célravezető a beruházás további vizsgálatainak (mint például szcenárió elemzés, üzleti tervezés) elvégzése.

3.7. A vizsgált település lakosságának hőenergia igénye

Igaz távhőszolgáltatás keretében kockázatos lenne a lakosság hőenergia szükségletének biomasszával történő fedezése köszönhetően a hosszú távvezetéknek, a bizonytalan rácsatlakozások számának és a későbbi fogyasztói leválásoknak, viszont érdemes megvizsgálni a háztartási léptékű beruházások lehetőségeit.

Az ibrányi lakosság számára szolgáltatott gáz mennyiségének vizsgálatához a TeIR 2010 és 2013 közötti adatai kerültek felhasználásra, mivel csak ezekre az évekre található meg a háztartási gázfogyasztókból a fűtési fogyasztókra vonatkozó adatok. Természetesen a megbízható eredmények érdekében hosszabb adatsort kellene elemezni, azonban az adatbázis hiányosságai miatt csak ezekre az évekre támaszkodva lett felmérve a lakosság fűtési energiafelhasználása.

A város lakásállomány a 2013-as évben 2384 db volt, melyből a fűtési gázfogyasztók száma 1715 db. Ez azt jelenti, hogy a lakásállomány 71,94%-ában használnak fel gázt fűtési célokra. Ha a lakosság számára 2010 és 2013 között szolgáltatott gáz átlagos mennyiségét egy lakásra vetítjük, akkor 31,83 GJ/fogyasztó/év értéket kapunk. Egy átlagosnak tekinthető 100 m²-es családi ház hőszükséglete 72 GJ/év körül alakul (UTH 2007; SZIKRA 2009; DURKÓ 2013). Mindez arra enged következtetni, hogy sok háztartásban a gázt csak kiegészítő jelleggel használják fűtésre és mellette valamilyen egyéb fűtési módot is alkalmaznak.

A statisztikai adatbázis alapján meghatározott 71,94%-os fűtési gázfelhasználói arány nem jelenti azt, hogy ezen felhasználók kizárólag gázzal fűtenének. Viszont feltételezhető, hogy magas arányban fordulnak elő olyan háztartások, ahol jelenleg korszerűtlen, alacsony hatásfokú gázkazánokkal állítják elő a mindennapi élethez szükséges használati melegvizet, illetve fűtési energiát.

A lakosság számára szolgáltatott gáz mennyiségének maximuma a 2010 és 2013 közötti időszakban 2010-ben jelentkezett, ekkor a település lakossága számára szolgáltatott gáz mennyisége elérte 1 981 ezer m³-t, ami (1 981 ezer m³ * 0,034 TJ/m³) 67,35 TJ energiát tartalmazott. Ha az önkormányzati berendezésekhez hasonló [$\eta=80\%$] hatásfokú lakossági kazánokat feltételezünk, akkor (67,35 TJ * $\eta = 0,8$) 53,88 TJ-ra tehető a lakosság tényleges összes hőenergia igénye. Ezt a térségben rendelkezésre álló mezőgazdasági melléktermékekből (132,52 TJ/év), és a kitermelhető tűzifából (7694 TJ/év) is fenntartható módon el lehetne látni. Nyilván a felhasználni kívánt energia ez esetben sem azonos az alapanyagok energiataralmával ugyanis az eltüzelésnél körülbelül 10-20% veszteség

keletkezik, de kijelenthető, hogy a biomassza potenciál bőven fedezné a település lakosságának hőszükségletét.

Ezért a további vizsgálatok arra terjednek ki, hogy milyen változásokat eredményezne ha a lakossági felhasználók egyéni projektek keretében átállnának egy már meglévő gáztüzelésű rendszerről fa, vagy szalma tüzelésre.

3.8. A vizsgált település lakosságának energiaellátása háztartási léptékű beruházásokkal

Az egyéni beruházások gazdaságossági vizsgálatához egy magyarországi viszonyok között átlagos alapterületűnek számító 100 m²-es családi ház (DURKÓ 2013) fűtési energiafelhasználása került modellezésre. A részletes adatokat (pl. fűtőértékek, árak) és azok forrásainak megjelölését a 7. melléklet tartalmazza.

Alapadatok, feltételezések:

- Alapvető feltételezés volt, hogy az adott háztartás rendelkezik meglévő fűtési rendszerrel (radiátorok, csövezés, termosztátok stb.) és csak a tüzelőberendezés és a hozzá szükséges egyedi kémény cseréjének gazdasági hatását vizsgáljuk. Feltételezzük még, hogy puffertároló és egyéb kiegészítők nem kerülnek beépítésre.
- A számítások során a családi ház fűtési energiaigénye 72 GJ-ban lett meghatározva, amely a ház fűtési időszakban ~22 °C fokon való tartásához szükséges energiamennyiség (UTH 2007; SZIKRA 2009; DURKÓ 2013).
- Ezen igények kielégítése a gyakorlatban háztartásonként eltérő teljesítményű és hatásfokú tüzelőberendezésekkel történhet. Mivel a hazai gázüzemű fűtőberendezések technikai paramétereire vonatkozóan nem áll rendelkezésre statisztikai adatbázis, sem szakirodalmi forrás és a tárgyalt hőenergia ellátásához szükséges kazánteljesítmény meghatározása nem a földrajztudományába tartozik, ezért szakértői kalkulációra kellett támaszkodnom, amelyben a Thermo-Totál Épületgépészeti és Kereskedelmi Kft. volt segítségemre. Számításaik szerint egy átlagos hőszigetelésű 100 m²-es családi házhoz 24 kW teljesítményű kazán szükséges. Természetesen mindenesetben egyedi tervezés és kalkuláció szükséges, így az említett teljesítmény csak irányadó jellegű, azonban ez az információ elegendő a beruházás-gazdaságossági kalkulációk során használt kazánok kiválasztásához.

- Mivel az eltérő teljesítményű és üzemű tüzelőberendezések különböző huzatigénnyel és füstgáz elvezetési szükséglettel bírnak, ezért a 24 kW teljesítményű gáz és vegyes tüzelésű kazánokhoz más-más kémény szükséges. A kondenzációs kazán esetén a szükséges kéményméret és típus adott, viszont a vegyes tüzelésű és szalmabála égető berendezések kéményéhez tervezés szükséges. A kazánteljesítmény és típus ismeretében a kéménygyártók (pl. Leier, Schiedel) pontos tervet és ajánlatot állítanak össze. A beruházás elemzésnél figyelembevett kéménytípus a Leier tervei alapján lett kiválasztva.
- Mivel a hazai háztartásokban használt tüzelőberendezések hatásfokáról sincs tudományosan helytálló adatbázis, ezért az értékezésben az önkormányzati berendezésekhez hasonló [$\eta_a=80\%$] átlagos éves hatásfokú gázkazán meglétét feltételeztem.
- A modell alapparamétereinek meghatározásánál 1 m³ földgáz elégetése során 1 m³ széndioxid keletkezését feltételeztem, melynek tömegét fagypontra 1,963 kg (internet-17). Természetszerűleg a hőmérséklet változásával arányosan változik a kibocsátott széndioxid tömege, azonban ettől a tényezőtől értékezésben eltekintek. A szalma és tűzifa esetében a széndioxid kibocsátást 0-nak vettem, hiszen az elégetésükkor keletkező széndioxidot meglétük során már megkötötte a növény, tehát széndioxid mérlegük nulla. Természetesen nem lehet a növények eltüzelését teljesen széndioxid-semlegesnek tekinteni, hiszen a kibocsátás nemcsak a növényben megkötött széntől, hanem a termesztés-technológiától, a szállítástól és az eltüzelés körülményeitől is függ. Azonban ezek mértéke elenyésző, ha tekintetbe vesszük, hogy a biomassza megtermelésének helyszínén nagyvalószínűséggel más növényt is termeszténe, amelynek előállítása és elszállítása során szintén képződik széndioxid vagyis az egyenleg mégiscsak nulla.
- A kazánok élettartamára vonatkozóan sem található helytálló szakirodalmi forrás. Irányadó lehetne a gyártók által a kazánokra vállalt garancia, amelyek mértéke gázkazán esetén 4-7 év¹², vegyes tüzelésű kazánnál pedig 2-5 év¹³ nyilvánvaló viszont, hogy a berendezések élettartama ennél jóval hosszabb. Ezért a beruházás elemzés során a futamidő a korábban bemutatott fűtőműhöz hasonlóan 25 év. Feltételezhetően ezután a háztartási léptékű kazánok is elavulnak és értéküket veszítik.

¹² Bosch 2 év, Ariston 4 év, Viessmann 2 év, Immergas 5 év, Vaillant 7 év

¹³ Hajdú 2 év, Totya 3 év, Defro 4 év, Viadrus 5 év

- Az értekezés beruházás elemzése során kiválasztott kazánok és kémények több webáruház átlagára és a kiválasztott termékek teljesítménynyilatkozata alapján lettek számításba véve. A készülékek nem kerülnek megnevezésre, mivel az sértheti a gyártók és forgalmazók üzleti érdekeit. A kazánok alapparamétereit a 18. táblázat tartalmazza.

18. táblázat. A háztartási fűtési energiaigények kielégítését szolgáló kazánok alapparamétereit és beruházási költségeik

	Kondenzációs gázkazán	Fatüzelésű kazán	Szalabála égető kazán
teljesítmény [kW]	24	24	55
hatásfok [%]	108	80	78
kazán bekerülési költsége [eFt]	300	250	380
beszerelési és beüzemelési költség [eFt]	200	270	270
szükséges kémény bekerülési költsége [eFt]	100	210	390
kéményépítés költsége [eFt]	0	100	100
Beruházás bekerülési költsége [eFt]	600	830	1140

(forrás: saját eredmény)

- A szalabála égető kazán esetében a teljesítmény 55 kW ami ugyan nagyobb az átlagos családi ház számára szükséges teljesítménynél, viszont ez a legkisebb méret amelyben elfér a kiskocka szalabála.
- A beszerelési és beüzemelési költségek tekintetében víz- gáz-fűtésszerelő és kőműves vállalkozók árajánlatai biztosítottak forrást.
- A feltüntet értékek bruttó árak, vagyis tartalmazzák a 27%-os ÁFÁ-t, melyet a lakossági beruházók a 256/2011. (XII. 6.) Korm. rendelet értelmében csak újjépítésű családi ház létesítése esetén igényelhetnek vissza 5 millió Ft-ig. Ennek hatása így a vizsgált korszerűsítés esetén nem került számításba.
- Az értekezés modell kalkulációi során a fa és a szalma esetén nem került számításba a fűtéshez szükséges élőmunkaerő igény, feltételezve, hogy a háztartás fűtésért felelős személy/személyek az elért megtakarítást egyfajta jövedelemként könyvelik el.
- A részletes adatokat (pl. fűtőértékek, árak, fajlagos tömegek) és azok forrásainak megjelölését a 7. melléklet tartalmazza.

A kiinduló adatok és feltételezések ismeretében először az átlagos családi ház gázszükségletének és fűtési költségeinek meghatározására került sor. A számítások alapján megállapítható, hogy a meglévő 24 KW-os

80%-os hatásfokú gázkazánnal a vizsgált családi ház éves fűtési igényének kielégítéséhez ($72 \text{ GJ} / \eta=80\% / 0,034 \text{ GJ/m}^3$) 2647 m^3 földgázra van szükség, melynek elégetése során ($2647 \text{ m}^3 * 1,963 \text{ kg/m}^3$) 5196 kg széndioxid kerül a légkörbe.

2017-ben a lakossági fogyasztók számára egyetemlegesen szolgáltatott gáz ára a 69/2016. (XII. 29.) NFM rendelet alapján bruttó 3002 Ft/GJ volt, vagyis ($3,002 \text{ Ft/MJ} * 34 \text{ MJ/m}^3$) 102 Ft/m^3 . A modellezett családi házban egy átlagos évben felhasznált 2647 m^3 földgáz ára tehát ($2647 \text{ m}^3 * 102 \text{ Ft/m}^3$ vagy $90 \text{ GJ} * 3002 \text{ Ft/GJ}$) **270 180 Ft**. A relatíve alacsony gázár a 2013 óta tartó rezsicsökkentés következménye, ugyanis a KSH fogyasztói átlagárai alapján 2013 januárjában 136 Ft -ba került egy m^3 vezetékes gáz, ami $4\,000 \text{ Ft/GJ}$ -nak felel meg tehát ugyanez a gázfogyasztás még $360\,000 \text{ Ft}$ -ba került a 2013-as évben.

Abban az esetben, ha az értekezésben vizsgált átlagos családi ház becsült hőenergia igényét **fatüzelésű rendszerre** cserélnék (19. táblázat), amelynek éves hatásfoka 80%, akkor 72 GJ hőenergia előállításához ($72 \text{ GJ} / 0,8$) 90 GJ energiatartalmú tűzifára lenne szükség. Ha a tűzifa fűtőértékét abszolút száraz állapotban $18,5 \text{ GJ/t}_{\text{atro}}$ -nak tekintjük, akkor ($90 \text{ GJ} / 18,5 \text{ GJ/t}_{\text{atro}}$) $4,86 \text{ t}_{\text{atro}}$ tüzelőanyagra lenne szükség. Természetesen ilyen tulajdonságú tűzifa csak mesterséges körülmények között állítható elő, azonban Magyarországon léteznek olyan erdészetek, amelyek $\text{Ft/t}_{\text{atro}}$ -ban számolják el a vásárolt tüzelőanyagot, ezért a továbbiakban ezzel a feltételezéssel folynak a kalkulációk. *A fatüzelés esetében az éves tüzelő alapanyag ára a földgázhoz viszonyítva kedvezően alakul, hiszen a 72 GJ hőenergia előállításához szükséges tűzifa ára ($4,86 \text{ t}_{\text{atro}} * 32\,200 \text{ Ft/t}_{\text{atro}}$) **156 492 Ft**-ba kerülne.*

A **szalmatüzelésre** történő átálláshoz szükséges kazánberendezés hatásfoka 78%, így a családi ház hőenergia szükségletének kielégítéséhez ($72 \text{ GJ} / 0,78$) $92,3 \text{ GJ}$, vagyis ($92,3 \text{ GJ} / 17,3 \text{ GJ/t}_{\text{atro}}$) $5,34 \text{ t}_{\text{atro}}$ szalmára lenne szükség. A vizsgált mezőgazdasági melléktermék ára nehezen meghatározható, hiszen a gazdálkodók által önköltségi áron előállított és a háztól vásárolható szalma ára között akár 300%-os különbség is lehet. Az állattenyésztésben betöltött jelentős szerepe miatt nehezen beszerezhető, ezért a modellben végzett kalkulációk során a szalma ára az Ibránytej Kft. önköltségi árával ($15\,000 \text{ Ft/t}_{\text{atro}}$) került számításba feltételezve, hogy csak mezőgazdasági tevékenységet folytató családok választják ezt a fűtési módot. *A számítások alapján a családi ház fűtéséhez szükséges hőenergia előállításához **80 100 Ft** értékű szalmára lenne szükség, ami a jelenlegi fűtéshez képest, mintegy $190\,080 \text{ Ft}$ -al lenne kedvezőbb (19. táblázat).*

Számításba került az az eset is, hogyha a jelenlegi gázüzemű fűtőberendezést **korszerű kondenzációs gázkazánra** cserélné az adott

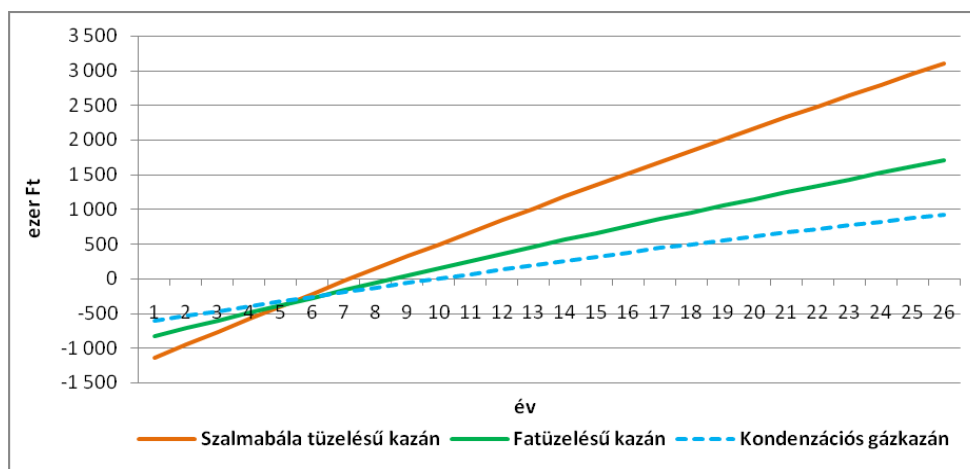
háztartás, akkor hogyan változnának a fűtési költségek, valamint mennyivel csökkenne a széndioxid emisszió. Noha a korszerű kondenzációs gázkazán hatásfoka 108%, ez csak akkor igaz ha a kazán alacsony terhelésnek van kitéve (BAUMANN 2012). Számításaim során ezt az esetet feltételeztem, így 72 GJ energia előállításához (72 GJ / 1,08) 67 GJ (1960 m³) gáz szükséges. *Elmondható, hogy a korszerű kondenzációs gázkazán évente mintegy 687 m³-el (2647 m³ - 1960 m³) kevesebb földgázból lenne képes fedezni ugyanazt a hőigényt, mint a feltételezett jelenlegi gázkazán. Így a fűtésre fordított költségek, mintegy 70 074 Ft-al mérséklődnének, valamint (687 m³ * 1,963 kg/m³)1349 kg-al kevesebb széndioxid kerülne a légkörbe.*

19. táblázat. A három lakossági beruházási lehetőség technikai, tüzelőanyag szükségleti és ökonomiai összehasonlítása

	Kondenzációs gázkazán	Fatüzelés	Szalmatüzelés
kazánhatásfok [%]	108%	80%	78%
fűtőérték [MJ/m ³]; [GJ/t _{atro}]; [GJ/t]	34,00	18,5	12
tüzelőanyag igény [GJ]	66,67	90,00	92,31
tüzelőanyag igény [m ³]; [t _{atro}]; [t]	1 960	4,86	5,34
Éves CO ₂ kibocsátás [t]	3,85	0,00	0,00
tüzelőanyag éves költsége [Ft]	201 134 Ft	156 492 Ft	80 100 Ft
Éves megtakarítás [Ft]	70 074 Ft	113 688 Ft	190 080 Ft
Éves megtakarítás [%]	26%	42%	70%

(Forrás: saját eredmény)

A három tüzelőberendezés valamelyikére történő csere ökonomiai hatásainak vizsgálatához beruházás elemzés készült (27. ábra). Ennek során a kondenzációs gázkazán bekerülési költsége 600 eFt-ban, a fatüzelésűé 830 eFt-ban, a szalmatüzelésű kazáné pedig 1140 eFt-ban került megállapításra (lásd. 18. táblázat).



27. ábra. A három lakossági beruházás nettó jelenértékének alakulása 25 éves futamidővel
önerő esetén (Ft)
(forrás: saját eredmény)

Mivel a lakosság számára a váltásból eredő megtakarítás kockázatmentes hozamnak tekinthető, ezért a kalkulatív kamatláb meghatározása során a 2017 évi 0,9%-os betéti kamatlábat vettem irányadónak. Az elemzés alapján elmondható, hogy 0,9%-os kalkulatív kamatlábbal számolva a kondenzációs gázkazán nettó jelenértéke (NPV), a 8-9. évben fordul pozitívba, és 25 év alatt 917 eFt megtakarítást eredményez a háztartás számára. A fatüzelésű kazán a 7. és 8. év között térül meg és 25 év alatt mintegy 1 701 eFt megtakarítást eredményez. A szalmatüzelésű kazán nettó jelenértéke a 6. és 7. év között vesz fel pozitív értéket, majd a beruházás költségén túl még 3 100 eFt megtakarítást eredményez.

Elmondható tehát, hogy önerőből (0,9%-os kamatláb mellett) gazdaságos a korszerűtlen gáztüzelésű kazán cseréje akár biomassza tüzelésű, akár kondenzációs készülékre. Azonban sok háztartás esetében előfordulhat, hogy nem tudja önerőből finanszírozni a kezdeti beruházási költségeket, hiszen, ahogyan arról a 3.1.3 fejezetben már volt szó a városában 2013-ban az egy főre jutó összes belföldi jövedelem 556 783 Ft/fő volt.

Ehhez segítséget nyújthat a korábban már bemutatott MFB által kiírt VEKOP-5.2.1-17 pályázat, ami egy kifejezetten lakóépületek energiahatékonyságának és megújuló energia felhasználásának növelését célzó hitel. A forrás igénybevételéhez mindössze 10% önerő megléte szükséges, a kamat 0%, a futamidő pedig 20 év.

Ebben az esetben a kondenzációs gázkazán éves törlesztőrészlete (600 eFt / 20 év) 30 eFt, a fatüzelésű kazáné (830 eFt / 20 év) 41,5 eFt, a szalmabála égetőé pedig (1140 eFt / 20 év) 57 eFt lenne.

20. táblázat. A három lakossági beruházási lehetőség kamatmentes hitelből történő finanszírozása során elérhető megtakarítások

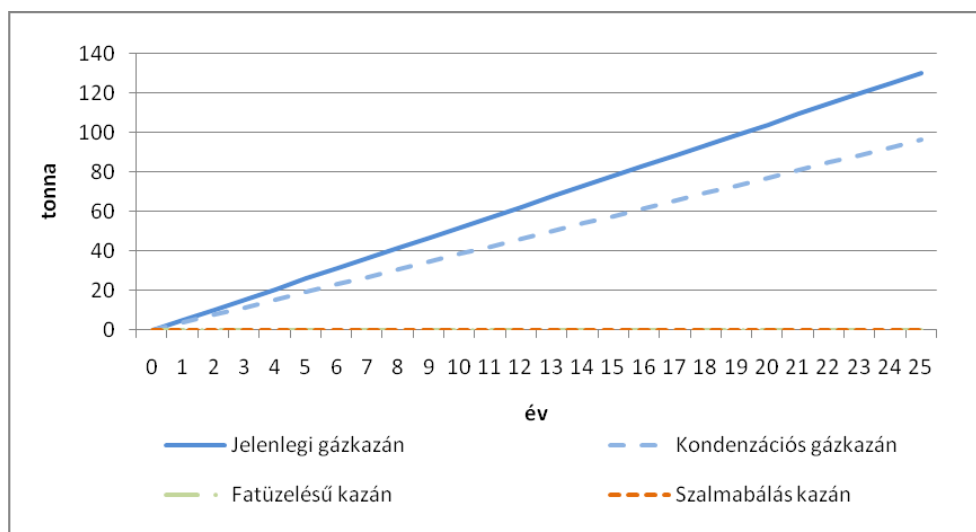
	Kondenzációs gázkazán	Fatüzelésű kazán	Szalmatüzelésű kazán
Éves megtakarítás (Ft)	70 074	113 688	190 080
Éves törlesztő részlet (Ft)	30 000	41 500	57 000
Éves megtakarítás (Ft) - éves törlesztés (Ft)	40 074	72 188	133 080
Megtakarítás a 20 éves futamidő végén (Ft)	801 480	1 443 760	2 661 600
Megtakarítás a 25. év végén (Ft)	1 151 850	2 012 200	3 612 000

(forrás: saját eredmény)

Ha figyelembe vesszük az éves megtakarítás mértékét, akkor azt tapasztaljuk, hogy a törlesztőrészleten túl minden évben marad még megtakarítás is a háztartás számára (20. táblázat). A hitel 20 éves futamidejének a végén a legtöbb megtakarítás a szalmabála égető esetében jelentkezik, mintegy 2,66 millió Ft. A hitel lejáratát követően már nem kell további törlesztőrészletekre fordítani, így a működési időszak utolsó 5 évében a megtakarítás teljes összege jelentkezik. Ezáltal a 25. év végén az összes megtakarítás a kondenzációs gázkazán esetén 1 152 eFt, a fatüzelésű kazán tekintetében 2 012 eFt a szalmabála égetőnél pedig 3 612 eFt. A megtakarítás mértéke nagyobb az önerőből történő beruházáshoz képest, köszönhetően a 0%-os kamatnak.

Elmondható tehát, hogy az MFB által kiírt kedvezményes kamatozású hitel gazdaságos befektetési lehetőséget nyújt a lakossági beruházások számára és az Ibrányban élőknek érdemes fontolóra venni, hogy megigényeljék ezt a támogatott hitelt ha jelenleg korszerűtlen tüzelőberendezést használnak fűtési célokra.

A tüzelőberendezés cseréje eltérő széndioxid megtakarításokat eredményez (28. ábra). Abban az esetben, ha nem történik beruházás, akkor a családi ház az elkövetkezendő 25 év alatt mintegy ($25 \text{ év} * 2647 \text{ m}^3 * 1,963 \text{ kg/m}^3$) 129 902 kg, azaz 130 t széndioxidot bocsát a légkörbe, ha pedig korszerű kondenzációs kazánra vált akkor ez az érték ($25 \text{ év} * 1960 \text{ m}^3 * 1,963 \text{ kg/m}^3$) 96 tonnára mérséklődhet. Szemben a gáztüzeléssel a fa és a szalma felhasználás széndioxid mérleg 0, tehát az elégetésük során felszabaduló széndioxidot a növény már megléte során megkötötte. Bár ismételten hangsúlyozandó, hogy az alapanyag termesztéstechnológiája és szállítása során is képződik széndioxid, de ez a széndioxid más mezőgazdasági növény és egyéb célú faültetvény termelése során is jelentkezik, így a számításokban való megjelenítése nem indokolt.



28. ábra. A három lakossági beruházás kumulált széndioxid emissziójának alakulása 15 év alatt (tonna)
(Forrás: internet-17 alapján saját kalkuláció)

Természetesen az előzőekben bemutatott egyéni lakossági beruházások gazdaságossága a gyakorlatban eltérően alakulhat. Számos olyan tényező létezik, amelyek pozitív vagy negatív irányba befolyásolhatják a vizsgált beruházások eredményeit. Célszerű ezért az önkormányzatot ellátó fűtőműéhez hasonlóan megvizsgálni azokat a kritikus hatástényezőket, kimeneteket, amelyek a pénzáramot befolyásolják (PÁLINKÓ – SZABÓ 2006; BOZSIK et al. 2011). Ehhez – a fűtőműhöz hasonlóan – Microsoft Excel szoftverrel pénzügyi-energetikai modell készült, amelyben az egyes hatótényező ceteris paribus elv szerint történő megváltoztatása esetén dinamikusan változik a tüzelőanyag igény, annak éves költsége, a pénzáramok és végül a beruházás nettó jelenértéke. A modell változói, nullpontjai és azok forrásmegjelölése az 7. mellékletben található.

Először a tüzelőanyag árak szélsőértékei lettek megvizsgálva, méghozzá úgy, hogy melyek azok a kritikus értékek, amikor már érdemes más tüzelőanyagot alkalmazni. Ennek a gyakorlati haszna az lehet, hogy ha egy háztartás rendelkezik gáz és vegyes/szalma tüzelésű kazánnal egyaránt, akkor mi az az érték amikor már másik fűtőanyagot célszerű alkalmaznia.

Ha a földgáz árának változását vizsgáljuk, a helyzet a következő:

- Ha a fa ára változatlanul 32 200 Ft/t_{atro} marad, a vezetékes gáz ára pedig 1740 Ft/GJ alá csökken, akkor a fával történő fűtés már nem gazdaságos a régi 80%-os hatásfokú kazánnal szemben hiszen:
 - a gázkazán ($72 \text{ GJ}/0,8 = 90 \text{ GJ} * 1740 \text{ Ft/GJ}$) 156 600 Ft-ból látja el a ház hőigényét
 - a vegyes tüzelésű kazán pedig ($72 \text{ GJ}/0,8 = 90 \text{ GJ} / 18,5 \text{ GJ/t}_{\text{atro}} = 4,86 \text{ t}_{\text{atro}} * 32 200 \text{ Ft/t}_{\text{atro}}$) 156 648 Ft-ból.
 - Tehát ha a fa ára változatlanul 32 200 Ft/t_{atro} marad, akkor a földgáz árának 3002 Ft/GJ-ről (102 Ft/m^3) **1740 Ft/GJ-ra (59 Ft/m³)** történő csökkenése esetén már nem gazdaságos a biomasszával való fűtés.
- A szalmával való fűtés esetén a gáz árának kritikus pontja: 889 Ft/GJ, ugyanis:
 - a gázkazán ekkor ($72 \text{ GJ}/0,8 = 90 \text{ GJ} * 888 \text{ Ft/GJ}$) 79 920 Ft-ból látja el a ház hőigényét,
 - a szalmabála égető pedig ($72 \text{ GJ}/0,78 = 92,3 \text{ GJ}/17,3 \text{ GJ/t}_{\text{atro}} = 5,33 \text{ t}_{\text{atro}} * 15 000 \text{ Ft/t}_{\text{atro}}$) 79 950 Ft-ból.
 - Vagyis ha a szalma ára változatlanul 15 000 Ft/t_{atro} akkor a gáz árának 3002 Ft/GJ-ről **889 Ft/GJ-ra (30,22 Ft/m³)** kellene csökkennie ahhoz, hogy ne érje meg a szalmával való fűtés.
- Kondenzációs gázkazán esetén ez a vizsgálat nem indokolt, hiszen az azonos típusú magasabb hatásfokú berendezéssel történő fűtés mindig gazdaságosabb.

A fa és szalma árának változása kapcsán a következők a sarokszámok:

- Ha a fa ára 32 200 Ft/t_{atro}-ról 55 500 Ft/t_{atro}-ra nő és a gázára továbbra is 3002 Ft/GJ marad akkor:
 - ($72 \text{ GJ}/0,8 = 90 \text{ GJ} * 3002 \text{ Ft/GJ}$) továbbra is 270 180 Ft-ba kerülne a gázzal való fűtés, viszont
 - a fa tüzelés ($72 \text{ GJ}/0,8 = 90 \text{ GJ} / 18,5 \text{ GJ/t}_{\text{atro}} = 4,86 \text{ t}_{\text{atro}} * 56 000 \text{ Ft/t}_{\text{atro}}$) 272 160 Ft-ra növekedne.
 - Tehát a fa árának tekintetében a gazdaságosság sarokszáma **55 500 Ft/t_{atro}**.
- A szalma esetében 15 000 Ft/t_{atro}-ról **50 700 Ft/t_{atro}**-ra nőhet a beszerzési ár, ugyanis ekkor $5,33 \text{ t}_{\text{atro}} * 50 700 \text{ Ft/t}_{\text{atro}} = 270 231 \text{ Ft}$ -ba kerülne a háztartás hő energiájának kielégítése, szemben a gáz 270 180 Ft-jával.

Most tekintsük át azokat a sarokszámokat, amelyek a fűtőkorszerűsítő beruházás szempontjából bírnak kritikus jelentőséggel. Ebben az esetben a MFB által kiírt VEKOP-5.2.1-17 pályázat keretében igényelhető 0%-os kamatozású hitel jelenti a nullpontot méghozzá azért,

mert feltehetően az értekezés elkészülte után is nyitva fog állni a pályázat, vagy kínálkozik majd hasonló lehetőség. Mivel a sarokszámok a fent levezetett logika alapján, Microsoft Excel szoftverben készített pénzügyi-energetikai modell segítségével kerültek meghatározásra, ezért csak az eredményeket közlő 21. táblázat ismertetése következik.

21. táblázat. A három lakossági beruházási lehetőség gazdaságos működésének kritikus szélsőértékei

Tétel	M.e.	Eredeti érték	Sarokszám	Kondenzációs gázkazán NPV	Fatüzelésű kazán NPV	Szalma-bála égető kazán NPV
földgáz	Ft/GJ	3 002	1 028	0	-2 433	-828
földgáz	Ft/GJ	3 002	2 109	630	0	1 604
földgáz	Ft/GJ	3 002	1 396	214	-1 605	0

(forrás: saját eredmény)

Az eredmények tükrében elmondható, hogy a 0%-os kamatozású MFB hitelből megvalósuló beruházások megtérülésére a gáz árának csökkenése kritikus hatást gyakorol. Ha a földgáz ára 1 028 Ft/GJ-alá esik, akkor a kondenzációs gázkazán beruházás nettó jelenértéke éppen null, a fatüzelésű - 2 433 eFt, a szalma-bála égető kazán pedig -828 eFt veszteséget okoz. Ha a gáz ára 2 109 Ft/GJ-ra csökken akkor a fatüzelésű kazán NPV-je éppen nulla, a kondenzációs kazán és a szalma-bála égető pedig nyereséges marad. A szalma-bála égető beruházás sarok értéke 1 396 Ft/GJ. A három beruházás közül a fa tüzelésű kazán a legérzékenyebb gáz árának változására, ugyanis ez a befektetés csak (3002 Ft/GJ-2109Ft/GJ) 893 Ft/GJ gázár-csökkenést képes tolerálni.

A **fa és szalmaár sarokszámai** a következők:

A vegyes tüzelésű kazán esetében a fa egységára 32 200 Ft/ t_{atro} -ról **48 761 Ft/ t_{atro}** -ra növekedhet hiszen, ha az energiaszükséglet (72GJ/0,8) 90 GJ a fa fűtőértéke 18,5GJ/ t_{atro} és így 4,86 t_{atro} /év fára van szükség amelynek egységára 48 761 Ft/ t_{atro} , akkor az éves tüzelőszükséglet 236 978 Ft, ami a beruházás előtt 270 180 Ft volt, így a megtakarítás 33 202 Ft/év. Ha ezt a 25 év alatt kumuláljuk, akkor (25 év * 33 202 Ft/év) éppen 830 eFt-ot kapunk, vagyis a fatüzelésű kazán bekerülési költségét.

Az előző számítási menettel a szalma-bála égető esetén a sarokszám **42 088 Ft/ t_{atro}** , vagyis ennél drágábban vásárolt szalma esetén már nem gazdaságos a beruházás.

Most elemezzük, hogy **kazánhatásfok tekintetében melyek a gazdaságosság kritikus értékei**. Erre azért van szükség, mivel ha nem megfelelő a kazán, vagy a kémény méretezése, beszerelés, esetleg a tüzelés körülményei kedvezőtlenek (pl. túl magas nedvességtartalmú fa, vagy

szalma), akkor romlik a berendezés hatásfoka (BAUMANN 2012) és ezen keresztül a pénzügyi mutatók is.

A modell kalkulációk alapján a gazdaságosság sarokszámai:

- **Szalmabála égető esetén** 78%-ról **27,8%-ra**,
- **Fás kazán esetén** 80%-ról **52,87%-ra**,
- **Kondenzációs gázkazán esetén** 108%-ról **87,8%-ra** eshet vissza a hatásfok.

A szalmabála égető és fa tüzelésű kazánok esetén mindenképpen számolni kell kismértékű hatásfok csökkenéssel (a modell számításokhoz képest), hiszen abszolút száraz fa, vagy szalma természetes körülmények között nem fordulhat elő. Ráadásul előfordulhat, hogy az adott háztartásban frissen vágott fát használnak fel, amelynek nedvességtartalma akár 40-50%-is lehet (ÜVEGES 2012). Azonban megfelelő körülmények között, amikor a fa, vagy szalma légszáraz állapotú, akkor a hatásfok csökkenés elenyésző (CSORDÁS 2014).

A kondenzációs kazán esetén csak alacsony részterhelésnél fordulhat elő 108%-os hatásfok, tehát ha nem megfelelő a méretezés, vagy az üzemeltetés akkor a hatásfok 95%-ig is visszaeshet (BAUMANN 2012). Ez természetesen ronthatja a kazán megtérülési mutatóit.

Mindezek ellenére mindhárom beruházás esetén jelentős mozgástér áll rendelkezésre a gazdaságos üzemeltetés tekintetében.

A vizsgálatok tárgyát utoljára a **maximális kamatláb mértéke** jelentette. Erre azért volt szükség, hogy megállapíthassuk, mi az a maximális kamat amit még elbírhatsz a beruházás. Ennek gyakorlati haszna, hogy ha piaci hitelből tervezzük a beruházást, akkor ismeretében legyünk a maximálisan megengedhető hitel kamatának.

Az eredmények a következők:

- A kondenzációs gázkazán beruházás esetén a maximális kamatláb 10,7%, ekkor még pozitív előjelű a beruházás nettó jelenértéke a 25 éves futamidő végén.
- A fa tüzelésű kazánál a kritikus kamat 13,02%
- A szalmabála égető esetén a megengedhető kamat 16,25%.

Az érzékenység vizsgálatot követően a legjelentősebb befolyással bíró tényezők hatását vizsgáltam **3 szcenárió** szerint. Ezek paraméterei szubjektív, ugyanakkor életszerű feltételezéseken alapulnak. Mivel az elemzés az előzőekben már használt pénzügyi-energetikai modellel készült ezért csak a változók és az eredmények kerülnek közlésre.

Realista eset:

- A gáz ára a beruházást követően 10%-kal, azaz 3002 Ft/GJ-ról 3302 Ft/GJ-ra nő.
- A szalma és tűzifa ára 10%-al nő, vagyis a szalma 15 000 Ft/t_{atro}-ról 16 500 Ft/t_{atro}-ra; a fa 32 200 Ft/t_{atro}-ról 35 420 Ft/t_{atro}-ra változik.
- A háztartás önerőből valósítja meg a beruházást, de az alapkamat 5%-ra emelkedik.
- A hétköznapi használatból fakadóan a berendezések hatásfoka 5%-kal csökken.

Ebben az esetben mind a három beruházás nettó jelenértéke pozitív előjelű marad, viszont a 25 év alatt elérhető megtakarítás lényegesen csökken (22. táblázat).

22. táblázat. A realista scenárió alapparaméterei és beruházás gazdaságossági mutatói

Realista scenárió	Kondenzációs gázkazán	Fa tüzelésű kazán	Szalma-bála égető
kazán hatásfok [%]	103%	75%	73%
Tüzelőanyag igény [GJ]; [t _{atro}]	69,90	5,19	5,70
tüzelőanyag egységár [Ft/GJ]; [Ft/t _{atro}]	3 302,20	35 420,00	16 500,00
Tüzelőanyag költsége [Ft/év]	230 833,41	183 801,09	94 069,21
Megtakarítás [Ft/év]	66 365 Ft	113 397 Ft	203 129 Ft
Realista scenárió nettó jelenértéke [eFt]	335,34	768,21	1 722,89
Nullpont nettó jelenértéke [eFt]	1 151,85	2 012,20	3 612,00
Változás [eFt]	-816,51	-1 243,99	-1 889,11

(forrás: saját eredmény)

A realista változások hatására a nullponthoz, azaz a kamatmentes hitelből történő megvalósításhoz képest a kondenzációs gázkazán 817 eFt-al kevesebb, azaz mindössze 335 eFt megtakarítást eredményez. A fa és szalma-fűtés esetén a realista scenárió szerint -1 244 és -1 889 eFt-al mérséklődik a beruházás nettó jelenértéke.

Optimista eset:

- A gáz ára a beruházást követően 10%-kal nő.
- A szalma és tűzifa ára 10%-al csökken.
- Az alapkamat 0,9% marad.
- A berendezések megfelelő használata mellett nem történik hatásfok csökkenés.

23. táblázat. Az optimista scenárió alapparaméterei és beruházás gazdaságossági mutatói

Optimista scenárió	Kondenzációs gázkazán	Fa tüzelésű kazán	Szalmabála égető
kazán hatásfok [%]	108%	80%	78%
Tüzelőanyag igény [GJ]; [t _{atro}]	66,67	4,86	5,34
tüzelőanyag egységár [Ft/GJ]; [Ft/t _{atro}]	3 302,20	28 980,00	13 500,00
Tüzelőanyag költsége [Ft/év]	220 146,68	140 983,79	72 032,02
Megtakarítás [Ft/év]	77 051 Ft	156 214 Ft	225 166 Ft
Optimista scenárió nettó jelenértéke [eFt]	1 118,07	2 653,22	3 880,69
Nullpont nettó jelenértéke [eFt]	1 151,85	2 012,20	3 612,00
Változás [eFt]	-33,78	+641,02	+268,69

(forrás: saját eredmény)

Optimista esetben csak a kondenzációs gázkazán versenyképessége romlik, viszont a biomassza felhasználású berendezések kedvezőbb pénzügyi mutatókat produkálnak (23. táblázat).

Pesszimista eset:

- A gáz ára a beruházást követően 10%-kal csökken.
- A szalma és tűzifa ára 10%-al nő.
- A háztartás 7%-os kamatozású hitelből kénytelen megvalósítani a beruházást.
- A berendezés szakszerűtlen tervezése és megépítése, valamint a nem megfelelő nedvességtartalmú tüzelőanyag okán a kazánok 10% -os hatásfok csökkenéssel üzemelnek.

24. táblázat. A pesszimista scenárió alapparaméterei és beruházás gazdaságossági mutatói

Pesszimista scenárió	Kondenzációs gázkazán	Fa tüzelésű kazán	Szalmabála égető
kazán hatásfok [%]	98%	70%	68%
Tüzelőanyag igény [GJ]; [t _{atro}]	73,47	5,56	6,12
tüzelőanyag egységár [Ft/GJ]; [Ft/t _{atro}]	2 701,80	35 420,00	16 500,00
Tüzelőanyag költsége [Ft/év]	198 499,60	196 929,74	100 986,06
Megtakarítás [Ft/év]	44 662 Ft	46 232 Ft	142 176 Ft
Pesszimista scenárió nettó jelenértéke [eFt]	-79,52	-291,23	516,86
Nullpont nettó jelenértéke [eFt]	1 151,85	2 012,20	3 612,00
Változás [eFt]	-1 231,4	-2 303,4	-3 095,1

(forrás: saját eredmény)

Pesszimista esetben a kondenzációs gáz és fa tüzelésű kazánberuházások nettó jelenértéke negatív előjelet vesznek fel és csak a szalmabála égető marad megtérülő befektetés (24. táblázat).

A három beruházás közül a **szalma eltüzelésére alkalmas kazán** bizonyult a legversenyképesebbnek, hiszen a Szenárió elemzés során a nettó jelenértéke minden esetben pozitív előjelű volt. Fontos azonban, hogy csak olyan háztartások számára reális fűtési alternatíva, amelyek hosszú távú forrásokból képesek hozzájutni az egyébként igen értékes mezőgazdasági melléktermékhez.

A fa- és szalmatüzelés esetén igen magas a feldolgozás és felhasználás során jelentkező élőmunkaerő igény, ezért a beruházási döntés meghozatala során ezt is mérlegelve célszerű választani a fennálló lehetőségek közül.

Mivel a három vizsgált lakossági beruházás kifejezetten gazdaságosnak bizonyult és segítik hazánkat a Nemzeti Cselekvési Tervben 2020-ra vállalt megújuló energetikai részarány elérésében is, ezért mindenképpen üdvözlendő az MFB által kiírt VEKOP-5.2.1-17 pályázat. Remélhetőleg a rendkívül kedvezményes kamatozású hitel ösztönzőleg hat a lakosságra és valamely fűtési költség, valamint széndioxid kibocsátás csökkentéssel járó megújuló energetikai beruházás mellett döntenek majd.

Mivel a lakossági beruházások önerőből is gazdaságosnak bizonyultak, ezért javasolható a helyi lakosság számára korszerű kondenzációs gáz, vagy biomassza kazán beszerzése.

Piaci kamatozású hitelből viszont megfontolandó a korszerűsítés, hiszen pesszimista Szenárió esetén a fa- és kondenzációs gázkazán beruházás nem gazdaságos.

3.9. A fűtőmű beruházás foglalkoztatásra gyakorolt hatása

A dendromassza alapú decentralizált energiatermelés ökonómiai szempontú elemzése során figyelmet kell fordítani annak területfejlesztési jelentőségére is, hiszen a helyi erőforrásokra alapozott energiatermelés értéke nem feltétlenül a pénzügyi eredményekben rejlik, hanem sokkal inkább területfejlesztési hozadékaiban. A helyben megtermelt érték helyben kerül értékesítésre, majd felhasználásra ezzel jövedelemhez juttatva a környékbeli vállalkozókat és munkavállalókat.

A dendromasszára alapozott decentralizált energiatermelés területfejlesztési hatásainak számszerűsítése igen nehéz feladat, hiszen multiplikátor hatásai nehezen megfigyelhetők, számszerűsíthetők, vagy sok esetben egyáltalán nem észrevehetőek. Ilyen lehet a foglalkoztatásra

gyakorolt hatás (lásd kaláka jellegű munka), vagy a többlet keresetekből és megtakarításokból fakadó pénzeszköz forgalma. Mindezek közül talán a közvetlen foglalkoztatás és az energianövény termelése során jelentkező munkaerő igény számszerűsíthető leginkább.

A biomassza tüzelésű energiatermelő egységek működtetése, karbantartása és irányítása folyamatos gépi és emberi erőforrást igénylő folyamat. Tehát elsősorban főállású, három műszakos munkalehetőségeket kínál. A számszerűsítést sok tényező befolyásolja, úgymint az egység műszaki paraméterei, technológiai sajátosságai és tüzelőanyag szükséglete. Természetesen minél nagyobb teljesítményű egy biomasszát felhasználó létesítmény, annál nagyobb létszámú üzemeltető személyzetre van szükség. Míg egy néhány száz kW-os kazán szinte teljesen automatizálható, addig egy nagyobb több MW-os üzem, már jelentős számú – főleg főállású – alkalmazottat foglalkoztat. A disszertációban vizsgált 3 MWth teljesítményű fűtőmű összesen **5 új és állandó munkalehetőséget kínál** (lásd. 3.6 fejezet 14. táblázat) az egyébként magas munkanélküliségi mutatókkal rendelkező Ibrány településén.

A decentralizált biomassza alapú energiatermelés területfejlesztési jelentősége azonban nem ezen munkahelyek létrejöttében rejlik. Sokkal inkább az üzem zavartalan és gazdaságos működéséhez szükséges tüzelőanyag megtermeléséhez, feldolgozásához és beszállításához köthető. Ezek tényleges számszerűsítése igen nehéz feladat.

Az energiatermelő egység üzemeltetéséhez szükséges tüzelőanyag mennyisége, összetétele számos tényezőtől függ. Az értekezésben vizsgált fűtőmű lehetővé teszi, hogy a tüzelőanyag portfólió 30%-át lágyszárú biomassza tegye ki, a fennmaradó 70%-ot pedig fás szárú biomasszából kell fedezni.

*Véleményem szerint a vizsgált beruházás zavartalan működését elősegítené, valamint a környező települések foglalkoztatási problémáit enyhítené, ha a fás szárú biomassza szükséglet egészét (723 t_{áro}) rövid vágásfordulójú energianövények fedeznék. Az értekezésben vizsgált fűtőmű ellátásához az energiafűz és nyár átlaghozamait figyelembe véve (13,6 t/ha/év) (BARKÓCZY – IVELICS 2008) **53 ha energetika ültetvényre lenne szükség**. A 2015-ös kérdőíves vizsgálat fényében ehhez a település közvetlen közelében gazdálkodók mintegy 151,3 hektár rövid vágásfordulójú energianövény telepítésével járulnának hozzá.*

A hazai szakirodalom szerint egy hektár energetikai ültetvény humánerőforrás igénye energiafűz és nyár esetében havonta átlagosan kb. 6 munkaóra (FOGARASSY 2001; BAI–GRASSELLI 2006). Egy főállású munkavállaló a 2012. évi I. munka törvénykönyve alapján napi 8, heti 40, azaz havi 160 munkaórát teljesíthet. Ha a 2015-ös kérdőíves vizsgálatban

megkérdezett gazdálkodók szándékát vesszük figyelembe, akkor az általuk betelepítendő 151,3 hektár területen a foglalkoztatottak száma a következőképpen alakulna:

- **Termelés munkaóra-szükséglete:**
 $151,3 \text{ ha} * 6 \text{ emberóra/hónap} = 907,8 \text{ emberóra/hónap}$
 $907,8 \text{ emberóra/hónap} * 12 \text{ hónap} = \mathbf{10\,894 \text{ emberóra/év}}$
 - **Teljesíthető munkaórák száma:**
 $160 \text{ emberóra/hónap} * 12 \text{ hónap} = 1920 \text{ óra}$
 - ebből levonásra kerül a minimális alapszabadság (20 nap) = 160 óra ($1920 - 160 = 1860 \text{ emberóra/év}$),
 - az egész napos távollét, illetve a törtnapi távollét, ami a teljesíthető munkaórák számának kb. 2%-a (SZÖLLŐSI–SZÜCS 2015). = 37 emberóra/év ($1860 \text{ emberóra/év} - 37 \text{ emberóra/év} = \mathbf{1823 \text{ emberóra/év}}$)
- Ha termelés munkaóra-szükséglete 10 894 emberóra/év, a teljesíthető munkaórák száma pedig 1 823 emberóra/év, akkor
- **a humánerőforrás szükséglet:** ($10\,894 / 1\,823 = 5,97$) ~ **6 fő.**

Tehát ha a 2015-ös kérdőíves vizsgálatban megkérdezett gazdálkodók 151,3 hektár területen telepítenének energetikai célú ültetvényt, akkor **6 új foglalkoztatottra lenne szükség az alapanyag termelésben.**

A 30%-os lágyszárú tüzelőanyag részarányhoz 110 ha területről lenne szükség a szalma, vagy repceszalma begyűjtésére. Ennek során új munkahelyek nem jönnének létre, hiszen ugyanaz a személyzet végezné a szalma begyűjtését, akik a termelés többi fázisában működnek közre.

*Összességében az önkormányzat fűtési igényét ellátó biomassza felhasználású fűtőmű a létrejöttével **11 új munkahelyet teremtené** Ibrány és a környező települések számára.* Természetesen a mezőgazdasághoz köthető munkálatok túlnyomó részükben idény jellegűek, mégis javíthatnak az egyébként magas munkanélküliségi mutatókkal rendelkező település helyzetén.

4. Összefoglaló

4.1. Az új és újszerű tudományos eredmények összefoglalása

A feldolgozott hazai és nemzetközi szakirodalom alapján megállapítható, hogy a biomassza alapú energiatermelés továbbra is meghatározó szerepet fog betölteni a világ energiaellátásában. Dendromassza alapú falufűtőművekre az EU országában több száz példa létezik, amelyek több évtizedes hagyományra tekintenek vissza. Magyarországon azonban ez a fajta közösségi energiaellátási mód még csak az elmúlt években kezdett elterjedni a folyamat pedig az elején tart. A biofűtőművek létjogosultságát és fenntarthatóságát csak a helyi adottságok figyelembevételével, a környezeti (természeti), gazdasági és társadalmi tényezők komplex vizsgálatával lehet megállapítani. A szakirodalom feldolgozása és a kutatómunka során számos kérdés fogalmazódott meg, amelyekre az értekezés feladatainak elvégzése adta meg a válaszokat. Ezek során a következő megállapításokat tettem:

1. Tézis:

Ibrány városa társadalom- és gazdaságföldrajzi tekintetben alkalmas falufűtőművi beruházás megvalósítására.

A társadalom- és gazdaságföldrajzi elemzés megerősítette azt a feltételezést, miszerint Ibrány városa több tekintetben is alkalmas lehet biomassza felhasználású falufűtőmű létesítésére. Noha TÓTH (2013) települési mátrixa alapján nem minden tekintetben optimális Ibrány biofűtőmű létesítésére, a város mégis elsődleges települési kategóriába sorolható társadalom- és gazdaságföldrajzi tekintetben.

Lakosságszáma 7034 fő, változása pedig hosszútávon növekvő tendenciát mutat. Korszerkezete hazai viszonylatban fiatalos, mivel a város 60 év feletti lakosságának aránya férfiak esetén 5,74%-kal, nők esetén pedig 7,67%-kal alacsonyabb az országos átlagnál. A 0-14 év közötti lakosság aránya férfiak esetén 3,51%-kal, nők esetén pedig 3,94%-kal magasabb mint a hazai átlag.

Lakásállománya 2384 db ami kedvező, hiszen nagy a potenciális fogyasztók száma, akik az országos átlaghoz (62,39%) képest is nagyobb arányban használnak gázt (71,94%).

Ezek a tényezők együttesen kedvező környezetet biztosítanak egy falufűtőmű létesítésére, hiszen a növekvő népességszám és a fiatalodó korszerkezet állandó fogyasztói létszámot jelent, a magas gázfelhasználói

arány pedig arról tanúskodik, hogy a lakosság még nem tért át egyéb fűtési alternatívára.

2011-ben Ibrány munkanélküli lakosságának aránya a munkaképes korúakon belül 10,59% volt, ami magasnak mondható az országos 9,55%-hoz képest. A város foglalkoztatási problémáit az esettanulmányokban bemutatott bollewicki-hez hasonló komplex biofűtőművi beruházás kis mértékben enyhíthetné, hiszen ahogyan arra a nemzetközi szakirodalom is utal, a megújuló energiaforrások hasznosítása az elmaradott területek felzárkóztatásának egyik eszköze. A település aktív foglalkoztatáspolitikai eszközzel támogatott lakosainak száma 334 fő, akik szintén részt vehetnének a falufűtőmű üzemtetésében, a tüzelő alapanyagának előállításában, feldolgozásában számukra is hasznos, értékteremtő munkát folytatva.

A fenntartható falufűtőmű létrehozása érdekében azonban olyan átfogó támogatási és fejlesztési rendszerre van szükség, ami nem csak a megyeszékhelyek számára elérhető (lásd TOP-6.5.1-16), hanem az Ibrányhoz hasonló kisvárosoknak is beruházási lehetőséget biztosítva, közvetve a környező leszakadó települések állapotának konzerválását segíti. A támogatási és szabályozási rendszer kidolgozása során a meglévő és működő példák (falufűtőmű, intézményfűtés) tapasztalatait felhasználva olyan mechanizmust kell kidolgozni, amely több Ibrányhoz hasonló település számára is elérhető lehet.

2. Tézis:

A vizsgált település összes hőenergia igénye kielégíthető lenne az optimális szállítási távolságon belül évente képződő mezőgazdasági melléktermékekből és fás szárú biomasszából.

Mivel a mintaterület gazdaság- és társadalomföldrajzi mutatók tekintetben is megfelelt biomassza felhasználású fűtőmű létesítésére, ezért indokolt volt megvizsgálni a térségben rendelkezésre álló tüzelőanyag potenciálját.

Ehhez le kellett határolni azokat a körzeteket, ahonnan gazdaságos a tüzelőanyag beszállítása. PINTÉR (2016) kutatásai nyomán ArcGIS 10 szoftver segítségével egy 10,58 km és egy 32,1 km sugarú zóna lett lehatárolva, ahonnan előbbi esetén a mezőgazdasági melléktermékek, utóbbi esetén pedig a fás szárú biomassza szállítható gazdaságosan.

A terület lehatárolását követően először a mezőgazdasági melléktermékek potenciálját kellett felmérni, ami települési szintű adatbázis hiányában vetésszerkezeti modell segítségével történt. Elmondható, hogy az elméleti potenciál hatalmas, mintegy 778 TJ/év, viszont az

állattenyésztésben hasznosított szalma és az egyéb, be nem gyűjthető melléktermékek levonását követően energetikai célból csak mintegy 132,52 TJ/év vehető számításba.

A WWF kistérségi szintű erdészeti biomassza potenciálra vonatkozó adatbázisa és az értekezés térképi elemzése alapján az Ibrány körül lehatárolt zónában a 2015-2019-as erdészeti ciklusban mintegy 549 592 t/év fás szárú biomassza termelhető ki amelynek 7694 TJ/év az energiahozama.

A WWF adatbázisára támaszkodva a lehatárolt területen összesen 17 396 ha rövid vágásfordulójú fás szárú energianövény termesztésére alkalmas terület található, ahol összesen 164 472 t/év tüzelő alapanyag lenne megtermelhető melyből 2 303 TJ/év energiahozam realizálható.

Ibrány városa 2010 és 2013 között átlagosan 2,8 millió m³ gázt használt fel, ami 80%-os éves átlag kazánhatásfok esetén 76,92 TJ tényleges hőenergia igénynek felel meg. 2010-ben jelentkezett a város legnagyobb hőenergia igénye, ekkor összesen 103,16 TJ volt a tényleges hőszükséglet.

Elmondható, hogy a biomassza potenciál felmérés során megbecsült évente képződő mezőgazdasági melléktermékek hozama (132,52 TJ/év) nem fedezné minden évben megbízhatóan a település igényeit, hiszen ha a település hőszükséglete 103,16 TJ és ezt az energiát egy 80%-os éves átlag hatásfokú biomassza kazánnal kívánják előállítani, akkor 128,95 TJ tüzelőanyag szükséges. Mivel a hőszállítás során is keletkezik veszteség, ezért nagyon bizonytalan, hogy a térségben rendelkezésre álló mezőgazdasági melléktermékek volumene (132,52 TJ/év) maradéktalanul fedezné-e a város hőszükségletét. Vagyis kizárólag lágyszárú biomasszát felhasználó energiatermelő üzem létesítése nem javasolt a település összes hőenergia igényének kiszolgálására.

Ugyanakkor az ideális szállítási körzetben évente képződő fás szárú biomassza hozama (7694 TJ/év) a legnagyobb energiaigényű években is maradéktalanul fedezné a település összes hőenergia szükségletét.

3. Tézis:

A lehatárolt terület gazdálkodói ismerik a rövid vágásfordulójú fás szárú energianövényeket, azonban a bizonytalan piaci viszonyok miatt egyelőre nem létesítenek ilyen ültetvényeket.

A helyi gazdálkodók által megtermelt rövid vágásfordulójú fás szárú energianövények a fenntartható és stabil tüzelőanyag ellátásban fontos szerepet tölthetnek be. A gazdálkodók körében végzett, rövid vágásfordulójú energianövényekre fókuszáló 2011-es és 2015-ös felmérések alapján számos új és fontos megállapítás született.

2011-ben az Ibrány környéki gazdálkodók 52%-a hallott már a rövid vágásfordulójú fás szárú energianövényekről, továbbá 34%-uk a megkérdezés évében igényelhető támogatási lehetőségekkel is tisztában volt. Ennek ellenére csak 8% rendelkezett ültetvénnel.

A személyesen folytatott kérdőíves felmérésből kiderült, hogy az Ibrány környéki gazdálkodók 34%-ka jól ismeri a rövid vágásfordulójú fás szárú energianövényeket, azonban a bizonytalan piaci kilátások miatt nem alkalmaznak ilyen növényeket.

Az értekezés eredményei és a SZECSEI-SALAMON (2010) szerzőpáros által a Nyugat-dunántúli Régióban végzett hasonló kérdőíves felmérés tapasztalatai együttesen alátámasztják, hogy a mezőgazdasági szaklapok, konferenciák és a technológiai bemutatók jelentős mértékben hozzájárulnak a rövid vágásfordulójú fás szárú energiaültetvények még szélesebb körben történő megismeréséhez. Ezek a gazdálkodók irányába zajló információterjesztés és kommunikáció legfontosabb eszközei.

Megállapítottam továbbá, hogy a jövedelmezőséget közvetlenül és közvetetten befolyásoló tényezők, továbbá a biztos értékesítési lehetőség elsődleges szempont a gazdálkodók ültetvény beruházási döntéshozatala során.

2011 és 2015 között a mintaterületen 24,5 hektárról 13,9 hektárra csökkent a fás szárú energiaültetvények területe. A felszámolások oka leginkább az elmúlt években bekövetkezett piaci változásokban és bizonytalanságban keresendő. A szakolyi biomassa erőmű leállításra, a besztereci biomassa erőmű beruházása pedig (az energiapolitikai változásoknak köszönhetően) elvetésre került. Ezen események nem csak az új telepítések elmaradásához, de sok esetben a meglévő ültetvények felszámolásához is vezettek.

A mintaterület gazdálkodói addig nem telepítenek újabb rövid vágásfordulójú fás szárú ültetvényeket, amíg a bizonytalan piaci viszonyok nem rendeződnek.

4. Tézis:

Az önkormányzat hőszükségletét biztosító energiatermelő egység építése gazdaságos és hosszútávon fenntartható beruházás lenne.

Ibrány város önkormányzata 2014-ben 11 közintézményt üzemeltett amelyek éves hőszükséglete 15 332 GJ. Ennek a kiszolgálásához egy 3 MWth teljesítményű rostélyos tüzelésű biomassa kazán szükséges. A berendezés bekerülési költsége 200 millió Ft.

A biomassza kazán költség-haszon elemzése alapján elmondható, hogy az önkormányzat évente 9 374 eFt megtakarításra tehetne szert a változtatásnak köszönhetően.

A beruházás-gazdaságossági vizsgálat eredménye, hogy 2017-es energia és tüzelőanyag árak mellett 100% önerőből a beruházás gazdaságos lehet, mivel nettó jelenértéke 25 év alatt 9 millió Ft. Ennek ellenére nyereségorientált befektetők számára ez a beruházás erősen megfontolandó, hiszen 0,9%-os kamatláb esetén is lassú a tőke forgási sebessége és csak a 18.-19. évben várható megtérülés.

A projekt gazdaságosságát beruházási támogatás javíthatja, amely az értekezésben bemutatott létesítmény költségeinek 60%-ára igényelhető. Ebben az esetben az önerő 80 000 eFt lenne, a befektetés nettó jelenértéke 129 665 eFt-ra növekedne és a 8.-9. év között térülne meg.

Mivel az értekezésben megtervezett beruházás dinamikusan változó gazdasági környezetben fog működni, ezért meg kellett határozni azoknak a sarokszámokat amelyek kritikus jelentőségűek az ökonómiailag fenntartható üzemelés szempontjából.

A vizsgálatok alapján elmondható, hogy a 60%-os intenzitású támogatás nagyobb mozgásteret biztosít a gazdaságos működés számára, mint a 100%-os önerőből történő megvalósítás. 60%-os támogatás esetén a fa ára hosszútávon 32 200 Ft/t_{atro}-ról 40 250 Ft/t_{atro}-ra növekedhet, a földgáz ára pedig 3 515,38 Ft/GJ-ről 3 212 Ft/GJ-ra mérséklődhet. A beruházás megtérülése szempontjából meghatározó még a személyzet bére, ami 2 800 eFt/fő/év-ről 3 963 eFt/fő/évre növelhető és a kamatláb mértéke, ami 0,9%-ról 10,86%-ra emelhető anélkül, hogy veszteségessé válna a beruházás a 25 éves futamidő végére.

5. Tézis:

A város háztartásainak egyénileg történő biomassza fűtésre való átállása gazdaságos lakossági beruházás lenne.

Igaz távhőszolgáltatás keretében kockázatos lenne a lakosság hőenergia szükségletének biomasszával történő fedezése, köszönhetően a hosszú távvezetéknek, a bizonytalan rácsatlakozások számának, és a Pornóapáti esetében már tapasztalt későbbi – előre nem jelezhető – lecsatlakozásoknak. Ezért indokolt volt megvizsgálni a háztartási léptékű biomassza kazánok beruházási lehetőségeit.

Az egyéni beruházások gazdaságossági vizsgálatához egy olyan 100 m²-es családi ház fűtési energiaszükségletének modellezésre került sor, amelyben egy korszerűtlen 80%-os éves hatásfokú gázkazánnal állítják elő a fűtéshez szükséges hőenergiát és így 2017-es lakossági gázárát figyelembe

véve 270 180 Ft-ba kerül a fűtés. Három lakossági beruházási lehetőség lett vizsgálva, úgy mint fa tüzelésre, szalmabála égetésre és új korszerű kondenzációs kazánra való váltás.

A költség-haszon elemzés eredményei alapján a fatüzelés esetében az éves tüzelő alapanyag ára a földgázhoz viszonyítva kedvezően alakul, hiszen az egy évre szükséges tűzifa ára 156 492 Ft-ba kerülne, ami évi 113 688 Ft megtakarítást eredményezne.

Ugyanekkor hőenergia szalmából történő előállítás 80 100 Ft-ba kerülne, ami a korszerűtlen gázkazánval való fűtéshez képest, mintegy 190 080 Ft-al lenne olcsóbb.

Végül a korszerű kondenzációs gázkazán évente mintegy 687 m³-el (2647 m³ - 1960 m³) kevesebb földgázból lenne képes fedezni ugyanazt a hőigényt, mint a jelenlegi gázkazán. Így a fűtésre fordított költségek, mintegy 70 074 Ft-al mérséklődnének, valamint 1349 kg-al kevesebb széndioxid kerülne a légkörbe évente.

A költség-haszon elemzés eredményeire alapozva beruházás-gazdaságossági vizsgálat készült, ahol a kalkulatív kamatláb 0,9%, a működési időszak pedig 25 év volt. Ez alapján a kondenzációs gázkazán nettó jelenértéke, a 8-9. évben fordul pozitívba, és 25 év alatt 917 eFt megtakarítást eredményez a háztartás számára. A fatüzelésű kazán a 7. és 8. év között térül meg és 25 év alatt mintegy 1 701 eFt megtakarítást okoz. A szalmatüzelésű kazán nettó jelenértéke a 6. és 7. év között vesz fel pozitív értéket, majd a beruházás költségén túl még 3 100 eFt megtakarítást eredményez. Elmondható tehát, hogy önerőből gazdaságos a korszerűtlen gáztüzelésű kazán cseréje akár biomassza tüzelésű, akár kondenzációs készülékre.

Bizonyos háztartások esetében előfordulhat, hogy nem tudják önerőből finanszírozni a kezdeti beruházási költségeket, ehhez az MFB által kiírt 0%-os kamatozású hitel nyújthat segítséget.

A további vizsgálatok alapján levonható következtetés, hogy az MFB által kiírt kedvezményes kamatozású hitel gazdaságosabb befektetési lehetőséget nyújt a lakossági beruházások számára, mint az önerőből történő finanszírozás, így az Ibrányban élőknek érdemes fontolóra venni, hogy megigényeljék ezt a támogatott hitelt ha jelenleg korszerűtlen tüzelőberendezést használnak fűtési célokra.

Mivel az önkormányzat hőszükségletét ellátó kazánhoz hasonlóan a háztartási beruházások is dinamikusan változó gazdasági környezetben fognak üzemelni, ezért az ökonómiai fenntarthatóság legfontosabb sarokszámai itt is megállapításra kerültek.

A tézis kellő alátámasztása érdekében scenárió elemzés készült, amelynek eredménye, hogy optimista és realista esetekben mindhárom beruházás gazdaságos, azonban pesszimista esetben a kondenzációs gáz és fa tüzelésű kazánberuházások nettó jelenértéke negatív előjelet vesz fel és csak a szalmabála égető marad megtérülő befektetés.

Mivel a lakossági beruházások önerőből gazdaságosnak bizonyultak, ezért javasolható a helyi lakosság számára korszerű kondenzációs gáz, vagy biomassza kazán beszerzése. Piaci kamatozású hitelből viszont megfontolandó a korszerűsítés, hiszen pesszimista scenárió esetén a fa- és kondenzációs gázkazán beruházás nem gazdaságos.

4.2. Következtetések és javaslatok, a gyakorlat számára hasznosítható eredmények

A megújuló energiaforrások szerepe a világ energiatermelésben folyamatosan növekedni fog. A közeljövőben a megújuló erőforrások közül továbbra is a biomassza, ezen belül pedig a tüzelési célú dendromasszáé lesz a meghatározó szerep.

Az EU-hoz hasonlóan hazánkban is egyre fontosabb szerepet fognak betölteni a dendromassza felhasználású, decentralizált hőenergia termelést biztosító fűtőművek, amelyek az energiaigények kielégítésére főleg a helyben megtermelt és feldolgozott tüzelőanyagot használják fel. Az ilyen egységek fontos szerepet tölthetnek be a hazai hátrányos helyzetű térségek problémáinak enyhítésében, hiszen létrejöttükkel új munkahelyeket teremtenek a vidéki lakosság számára. A tüzelőanyag termelése, szállítása, feldolgozása, valamint a fűtőmű üzemeltetése munkalehetőséget kínál mind a településen élő, mind az ideális beszállítási zónában élő lakosság számára.

Értekezésemben olyan módszer került kidolgozásra, amely statisztikai adatbázisokra alapozva, térképi elemzésekkel kiegészítve alkalmas bármely magyarországi település biomassza potenciáljának felmérésére. Noha a módszer települési adatok hiányában nem a legpontosabb, mégis kiváló közelítést biztosít a piaci szektor beruházói számára egy esetleges biofűtőművi beruházás fenntarthatósági tanulmányának elkészítéséhez.

Mivel a biomassza felhasználású kazán esetében nagyon fontos a folyamatos tüzelőanyag ellátás, ezért a helyi gazdálkodókat is be kell vonni az alapanyag termelésbe. Ehhez azonban, ahogyan arra az értekezésemben rávilágítottam szükség lesz egy olyan közvetítő szervezetre amely mind a mezőgazdasági vállalkozók, mind az energiaszektor érdekeit szem előtt tartja és megteremt a korrekt partnerség alapjait.

Kutatásaim során arra az eredményre jutottam, hogy a város lakosságának teljes hőenergia igényeit ellátó fűtőmű beruházás kockázatos lenne, a hosszú távvezetéknek, a bizonytalan rácsatlakozások számának és a későbbiekben nem várt lecsatlakozóknak köszönhetően. Ezért ennek beruházás-gazdaságossági vizsgálataira nem is került sor. Megvizsgáltam viszont az önkormányzat hőenergia szükségletének ellátását biztosító biomassza kazán beruházásának lehetőségét. Az elemzés során alátámasztottam, hogy a 2017-ben elérhető pályázatok bevonásával mindez gazdaságos lehet befektetők, vagy az önkormányzat számára egyaránt. Kutatásaim során meghatároztam a gazdaságos működés sarokszámait is, amelyek nagyban segítik a potenciális beruházókat a későbbi tervezések és az esetleges megvalósítás folyamatában.

Végül elemeztem a háztartási szintű biomassza felhasználás lehetőségét is. A gyakorlat számára hasznosítható eredmény, hogy megállapítottam azokat a kritikus értékeket, amikor érdemes más fűtőanyagot használni, továbbá rávilágítottam, hogy gazdaságos lehet-e egy gyenge hatásfokú fűtési rendszerről korszerű kondenzációs gázkazánra, vagy biomassza felhasználású berendezésre váltani. A gyakorlat számára hasznos eredmény még, hogy megvizsgáltam a 2017-ben elérhető lakossági beruházási támogatásokat és azok hatásait is.

5. Summary

5.1. The summary of the new and partially new scientific results

Several questions had arisen during the literature analysis and the research, which were answered by performing the tasks of the dissertation. During these tasks, I drew the following conclusions:

Thesis No. 1:

With respect to social and economic geography, the town of Ibrány is suitable for carrying out a village heating plant investment.

The social and economic geographical analysis confirmed the hypothesis that the town of Ibrány may be suitable in many ways for the establishment of a village heating plant supplied with biomass. Although based on Tóth's (2013) settlement matrix, Ibrány is not optimal in all respects to establish a bio-heating plant, the town could be classified as a primary settlement with regards to social and economic geography.

It has a population of 7034 people, with a rising tendency in the long run. The age structure is young in the domestic context, since the age rate among men over 60 is lower by 5.74%, while among women it is by 7.67% compared to the national average. Between 0-14 years, the age rate among men is higher by 3.51%, while among women it is by 3.94% compared to the national average. The dwelling stock is 2384 houses, which is favourable, since the number of potential customers is high, and they use gas at a larger percentage (71.94%) compared to the national average (62.39%).

All of these factors together would provide a favourable environment for the establishment of a village heating plant, since the fact that the population is growing, and the age structure is getting younger means a constant number of customers, while the high proportion of gas users demonstrates that the population has not switched to other heating methods yet.

In 2011, the unemployment rate of the working-age population in Ibrány was 10.59%, which is considered to be high compared to a national average of 9.55%. The town's employment problems could be slightly alleviated by a complex bio-heating plant investment similar to the one in Bollewick presented in case studies, since, as suggested in the international literature, the utilisation of renewable energy sources is one of the methods for the catching-up of underdeveloped areas. The number of inhabitants supported by active employment policy instruments is 334, who could also participate in the operation of the village heating plant, the fuel feedstock production and processing, by being engaged in useful, value-creating work.

In order, however, to establish a sustainable village heating plant, a comprehensive support and development system is needed, which is not only available for the chief towns of the counties (see TOP-6.5.1-16), but also helps indirectly to preserve the conditions of the surrounding lagging settlements by providing investment opportunities for small towns like Ibrány. During the development of the support and control system, using experience of existing and operating examples (village heating plan, institution heating), a mechanism should be developed which could be available for more settlements like Ibrány.

Thesis No. 2:

The total heat energy demand of the studied settlement could be met by the agricultural by-products and woody biomass produced every year within optimal transport distance.

Since the plot was found to be suitable for the establishment of a heating plant supplied with biomass in respect of economic and social geographical indicators as well, it was reasonable to examine the potential of the fuel available in the region. This required to delimit those areas from where fuel supply could be economical. Following Pintér's (2016) research, with the help of ArcGIS 10 software, a 10.58 km and a 32.1 km radius zones were demarcated, from where, in the first case, agricultural by-products, and in the latter case, woody biomass could be transported economically.

After demarcating the area, first the potential of the agricultural by-products was needed to be measured, which was carried out in the absence of a municipal-level database with the help of a crop structure model. It can be said that the theoretical potential is huge, about 778 TJ/year, although for energy purposes only 135,52 TJ/year can be taken into account after the deduction of straw used in animal husbandry and other by-products which cannot be collected.

Based on the WWF database concerning micro-regional forestry biomass potential and the cartographic analyses of the dissertation 549 592 t/year woody biomass can be produced in the demarcated zone around Ibrány in the forestry cycle as of 2015-2019, of which the energy yield is 7694 TJ/year.

Based on the WWF database altogether 17 396 ha area suitable for the production of short-rotation woody energy crops can be found in the demarcated zone, where altogether 164 472 t/year fuel feedstock could be produced, of which 2 303 TJ/year energy yield could be realisable.

The actual heat energy demand of the town of Ibrány was 76.92 TJ on average between 2010 and 2013. The greatest heat energy demand of the town arose in 2010, when the actual heat requirement was 103.16 TJ. It can be said, that the annual agricultural by-product yield (132.52 TJ/year) estimated during the biomass potential assessment would not cover the settlement needs reliably every year, since if the heat demand of the settlement is 103.16 TJ and this energy is intended to be produced by a biomass boiler with an average yearly energy efficiency of 80%, 128.95 TJ fuel feedstock would be needed. Since losses are incurred during heat transfer, it is very uncertain if the volume of agricultural by-products

available in the region (132.52 TJ/year) would cover the heat requirement of the town fully. Thus, establishing an energy producing plant supplied by herbaceous biomass exclusively to satisfy the total heat energy demand of the settlement is not recommended. At the same time, the woody biomass yield produced annually in the ideal transport area (7694 TJ/year) would fully cover the total heat energy demand of the settlement even in the year of the greatest energy consumption.

Thesis No. 3:

Although the farmers of the demarcated area are familiar with short-rotation woody energy crops, they do not establish such plantations yet due to uncertain market conditions.

The short-rotation woody energy crops produced by the local farmers can play a significant role in the sustainable and stable fuel supply. Based on surveys on short-rotation energy crops carried out among farmers in 2011 and in 2015, several new and important conclusions have been drawn.

In 2011, 52% of the farmers around Ibrány had already heard of the short-rotation woody energy crops, furthermore, 34% of them had been informed of the support possibilities available in the year the survey was carried out. In spite of this, only 8% of them had a plantation.

The personally conducted questionnaire survey revealed that although 34% of the farmers around Ibrány know the short-rotation woody energy crops well, they do not use such crops due to uncertain market prospects.

The results of the dissertation and the experience of similar questionnaire surveys carried out by two authors, Szecsei and Salamon (2010) in the Western Transdanubian region altogether underpin that the agricultural journals, conferences and technological demonstrations contribute significantly to the more widespread recognition of the short-rotation woody energy plantations. These are the most important methods of information dissemination and communication toward farmers.

I have concluded that the factors directly and indirectly affecting profitability, furthermore, the solid sales opportunity are the primary concerns during the decision-making process concerning the farmers' plantation investment.

Between 2011 and 2015, the woody energy plantation area on the plot decreased from 24.5 hectares to 13.9 hectares. The reason behind the decrease can be explained mainly by the market changes in recent years and uncertainty. The biomass power plant in Szakoly was shut down, the

biomass power plant investment in Beszterec (due to energy policy changes) was rejected. All of these events led not only to the failure of new installations, but in many cases, to the clearing of the existing plantations as well. The farmers of the plot are not willing to plant short-rotation woody plantations again until the uncertain market conditions are resolved.

Thesis No. 4:

The construction of power-generating unit to provide heat energy supply for the municipality could be an economical and sustainable investment in the long-term.

In 2014, the municipality of Ibrány operated 11 public institutions, the annual heat requirements of which were 15 332 GJ. To serve this requirement, a grate-firing biomass boiler is needed with a capacity of 3MWth. The cost of the equipment is 200 million HUF.

Based on the cost-benefit analysis of the biomass boiler, it can be said that the municipality could achieve savings of 9.374 million annually due to the changes.

The result of the investment economic analysis was that the investment may be economic calculated with the energy and fuel prices in 2017, with an own contribution of 100%, since its net present value is 9 million HUF within 25 years' time. In spite of this, this investment should be strongly considered for profit-oriented investors, since even if the interest rate is 0.9%, the velocity of capital circulation is slow, and returns can be expected only in the 18th or 19th year of the investment.

The economics of the project can be improved by investment support, which can be claimed for the 60% of the costs of the establishment demonstrated in the dissertation. In this case, the own contribution would be 80 million HUF, the net present value of the investment would increase to 129.665 million and it would be returned in the 8th or 9th year.

Since the investment planned in the dissertation will work in a dynamically changing economic environment, those key figures needed to be defined which are of critical significance in terms of the economically sustainable operation.

Based on the examinations, it can be said that the support with an intensity of 60% provides more flexibility for the economical operation than the implementation carried out by 100% of own contribution. If the support is 60%, the cost of wood could increase from 32 200 HUF/t_{atro} to 40 250 HUF/t_{atro}, the cost of natural gas could reduce from 3 515.38 HUF/GJ to 3 212 HUF/GJ. In terms of investment return, the staff wages are also decisive, which can be increased from 2.8 million HUF/person/year to 3.963

million HUF/person/year, and the interest rate, which can be increased from 0.9% to 10.86% without the investment becoming unprofitable by the end of the 25-year maturity period.

Thesis No. 5:

Switching to biomass heating in each household of the town could be an economical residential investment.

Although it would be risky to cover the population's heat requirements with biomass in the framework of district heating due to the long power line, the number of uncertain connections, and the subsequent unforeseeable disconnections, which have already been experienced in the case of Pornóapáti. It was therefore appropriate to examine the investment opportunities of biomass boilers at household level.

For the economic examination of the individual investments the modelling of the heating energy requirement of a 100-square-meter detached house was used, where the necessary heat energy was provided by an outdated gas boiler with an average annual energy efficiency of 80%. This way heating costs 270 180 HUF considering the residential gas prices as of 2017. Three residential investment opportunities were examined, such as switching to wood heating, straw burning and new modern condensing boiler.

Based on the results of cost-benefit analysis, in case of wood heating, the cost of fuel feedstock is favourable compared to natural gas, since the cost of firewood needed for a year is 156 492 HUF, which would be resulted in an annual saving of 113 688 HUF.

However, the production of heat energy from straw costs 80 100 HUF, which would be cheaper with 190 080 HUF compared to heating with an outdated gas boiler.

Finally, the modern condensing gas boiler could be cover the same heat demand using by 687 m³ (2647 m³ - 1960 m³) less natural gas than the current gas boiler. Therefore, the costs spent on heating would be lower by about 70 074 HUF, and the amount of carbon dioxide released into the atmosphere would be less by 1349 kg annually.

Based on the results of cost-benefit analyses, an investment economic analysis was carried out, when the calculative interest rate was 0.9%, the operating period was 25 years. Based on this, the net present value of the condensing gas boiler turns positive in the 8th or 9th year, and this results a saving of 917 000 HUF for the household within 25 years. The cost of a wood-fired boiler shows a return between the 7th and 8th year and makes a saving of about 1.701 million HUF within 25 years. The net present value

of the straw-fired boiler takes a positive value between the 6th and 7th year, then beyond the cost of the investment, it makes a saving of 3.1 million HUF. Thus, it can be said that replacing the outdated gas-fired boiler by own contribution either with a biomass-fired or a condensing one is economical.

Some households may not be able to finance the initial investment costs on their own, in this case the zero-percent loan offered by the MFB (Hungarian Development Bank) can provide help. The conclusions can be drawn by further examinations are that the loan at reduced interest rates offered by the MFB provides a more economical investment opportunity for residential investments than financing on their own, therefore people living in Ibrány should consider the opportunity of applying for this subsidised loan in case they currently use obsolete stokers for heating purposes.

Since similarly to the boiler used for municipal heating, the domestic investments will operate in a dynamically changing economic environment, thus the most important key figures of the economical sustainability were also established here.

For supporting the thesis sufficiently, scenario analysis was carried out, the result of which was that in optimistic and realistic scenarios all the three investments are economical, however, in a pessimistic scenario the net present value of condensing gas and wood-fired boiler investments takes a negative sign and only straw burner remains a worthwhile investment.

Since residential investments from own contribution proved to be economical, the procurement of modern condensing gas or biomass boilers is recommended for the local population. Modernisation using bank loans, however, should be considered, since in a pessimistic scenario the wood-fired and condensing gas boiler investment is not economical.

5.2 Conclusions and recommendations, results useful for practice

The role of renewable energy sources in the world energy production will increase continuously. In the near future, biomass in general and dendromass for heating in particular will play the decisive role among renewable energies. Heating plants providing decentralised heat energy production, using dendromass will play an increasingly significant role in Hungary, similarly to the EU. These plants will use fuel produced and processed locally to meet the energy requirements. Such units will play a key role in alleviating the problems of the country's disadvantaged regions, since they will provide new workplaces for the rural population. The production, transportation, processing of fuel and the operation of the

heating plant provide job opportunities both for the people living in the settlement and for those who live in the ideal transport zone.

In my dissertation, I developed a method which is suitable for assessing the biomass potential of any Hungarian settlement based on statistical databases supplemented by cartographical analyses. Although the method is not the most accurate in the absence of settlement data, it still provides an excellent approach for the investors of the market sector in conducting the sustainability study of a potential bio-heating plant investment.

Since continuous fuel supply is very important in the case of a biomass boiler, local farmers should be involved in the production of raw materials. For this, however, as I have pointed out in my dissertation, an intermediary body will be needed, which will lay down the foundations of fair cooperation in the best interest of both the agricultural entrepreneurs and the energy sector.

In the course of my research, I have concluded that the heating plant investment satisfying the total heat energy demand of the town's population would be risky due to the long power line, the number of uncertain connections, and the subsequently unexpected disconnections. Therefore its investment-economic analysis has not been carried out. However, I have examined the possibility of the biomass boiler investment meeting the heat energy need of the municipality. During the analysis I have confirmed that this possibility may be economical for investors or the municipality if tenders available in 2017 are involved. I have also determined the key figures of the economical operation, which will help greatly the potential investors in the process of further plannings and possible implementation.

Finally, I have analysed the possibility of biomass utilization at household level. It is a result useful for practice that I have determined the critical values when other fuels are worthwhile to be used. Furthermore, I have pointed out whether it might be economical to switch to a modern condensing gas boiler or an equipment supplied by biomass from a low-efficiency heating system. It is also a useful result for practice that I have examined the residential investment supports available in 2017 and their impacts as well.

Irodalomjegyzék

- 2009/28/EK irányelv, a megújuló energiaforrásból előállított energia támogatásáról, valamint a 2001/77/EK és a 2003/30/EK irányelv módosításáról és azt követő hatályon kívül helyezéséről.
2011. évi CVI. törvény a közfoglalkoztatásról és a közfoglalkoztatáshoz kapcsolódó, valamint egyéb törvények módosításáról
URL: http://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy_doc.cgi?docid=A1100106.TV (2015.08.26)
- AGRÁRGAZDASÁGI KUTATÓ INTÉZET adatbázisa. Magyarország. 2012.
- BABBIE E. 2003: A társadalomtudományi kutatás gyakorlata. Hatodik, átdolgozott kiadás. – Balassi Kiadó, Budapest. 564 p.
- BAI A. 1998: A mezőgazdasági és élelmiszeripari melléktermékek energetikai hasznosításának gazdasági összefüggései, PhD. thesis, Vállalatgazdaságtani Tanszék, Debreceni Agrártudományi Egyetem; 1998.
- BAI A. 2012: Az energetikai célú biomassza hasznosításának társadalmi-gazdasági kérdései a Hernád-völgyben. – In. LÁZÁR I. (szerk.): A megújuló energiaforrások hasznosításának természeti, társadalmi és gazdasági lehetőségei a Hernád-völgyben. Debreceni Egyetem Meteorológiai Tanszék, Debrecen. pp. 47–60.
- BAI A.–DURKÓ E.–TAR K.–TÓTH J. B. –LÁZÁR I.–KAPOCSKA L.–B. KIRCSI A.–BARTÓK B.–VASS R.–PÉNZES J.–TÓTH T. 2016: Social and economic possibilities for the energy utilization of fitomass in the valley of the river Hernád Renewable Energy, Volume 85, pp. 777–789.
URL:<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960148115300963> (2015.08.26)
- BAI A.–GRASSELLI G. 2006: Fásszáru növények energetikai célú hasznosításának lehetőségei a Nyírbátori kistérségben, Debrecen, 6 p.
- BAI A.–IVELICS R. 2006: Economic Aspects of Chips from Poplar of Short Rotation Coppice, In: Economical Questions of Utilizing Renewable Energy Sources, Sopron, 2006.
- BAI A.–LAKNER Z.–MAROSVÖLGYI B.–NÁBRÁDI A. 2002: A biomassza felhasználása. Szaktudás Kiadó Ház. Budapest. pp. 13-28, pp. 79-126, pp. 173-198.
- BARKÓCZY ZS. 2009: A dendromassza alapú decentralizált energiatermelés alapanyag bázisának tervezése, Ph.D értekezés, Sopron, 2009.
- BARKÓCZY ZS.–IVELICS R. 2008: Energetikai célú ültetvények, Erdészeti kisfüzetek, Magán-erdőgazdálkodási Tájékoztató Iroda, Sopron, pp. 5-76. URL.: <http://mati.nyme.hu/fileadmin/dokumentumok/emk/moi/PolitikaEsOkonomia/Kiadvan yok/EnergetikaiCeluUltetvenyek.pdf>
- BARÓTFI I.–SCHLINCH E. –SZABÓ M. 2007: Energia felhasználás otthon, Energiaközpont Kht., Budapest pp. 6-60.
- BARTHA D.–SZMORDA F. –TÍMÁR G. 2014: A fehér akác (Robinia pseudoacacia L.) hazai helyzetének elemzése, pp. 1-22.
URL.:http://www.okologia.mta.hu/sites/default/files/BARTHA_es_mtsai_Akac_atteki ntes_2014_vegleges.pdf (2015.11.06)
- BAUMANN M. 2012: Épületenergetika, Hőtermelés, egyedi és központi hőtermelő berendezések, Edutus Főiskola, pp-43-58.
URL.:http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2010-0017_12_epuletenergetika/ch04s02.html

- BENTSEN S. N.–FELBY C.–THORSEN J. B. 2014: Agricultural residue production and potentials for energy and materials services, *Progress in Energy and Combustion Science*. 40 pp. 59-73.
- BERNDES G.–HOOGWIJK M. –BROEK R. 2003: The contribution of biomass in the future global energy supply: a review of 17 studies. *Biomass and Bioenergy* 2003;25(1) pp. 1 – 28.
- BÍRÓ B. 2012: Biomassza hasznosítás, Edutus Főiskola, pp. 5-86. URL.: http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2010-0017_11_biomassza/index.html
- BOZSIK S.–FELLEGI M.–SÜVEGES G.–SZEMÁN J. 2011: Haladó vállalati pénzügyek, Nemzeti Tankönyvkiadó, ISBN 978-963-19-7254-2.
- BRINKMANN P. C. 1985: Towards decentralization: Energy planning in Guangdong, PR China. *Energy Policy* 13 (3) pp. 204-214.
URL.: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0301421585901545> (2015.07.30)
- BUJDOSÓ Z. – PATKÓS CS. – KOVÁCS T. – RADICS ZS. – BAROS Z. 2012: The Social Aspects and Public Acceptance of Biomass Giving the Example of a Hungarian Region, *International Journal of Renewable Energy Development* 1(2) pp. 39-43.
- BUJDOSÓ Z. – PATKÓS CS. – KOVÁCS T. – RADICS ZS. – LÓRÁNT D. 2013: The importance and public acceptance of biomass and "Green Energy" - the example of an underdeveloped Hungarian region, *Journal of Central European Green Innovation*, 1 (2) pp. 13-25.
- BÜKI G. 2007: Kapcsolt energiatermelés. Műegyetemi Kiadó, Budapest, pp. 5–233.
- BÜSGEN, U.–DÜRRSCHMIDT W. 2008: The expansion of electricity generation from renewable energies in Germany – A review based on the Renewable Energy Sources Act Progress Report 2007 and the new German feed-in legislation. *Energy Policy* 37 pp. 2536-2545.
- CHATTERJEE A. 2013: Annual crop residue production and nutrient replacement costs for bioenergy feedstock production in United States, *Agronomy Journal*. 105 (03) pp. 685-695.
- CSORDÁS B. 2014: Szilárd tüzelésű kazán felügyeleti rendszerének alapjai, Műszaki Anyagtudományi Kar, Miskolci Egyetem, pp. 3-34.
- DANMARKS STATISTIK. Statistikbanken.dk. Copenhagen, DK: Danmarks Statistik; 2012.
- DÁVID L.–BAROS Z.–BUJDOSÓ Z. 2006: Ökoenergia-turizmus lényege és jövője. – *Gazdálkodás* 50. évf. 15. szám pp. 92–101.
- DÁVID L.–BAROS Z.–BUJDOSÓ Z. 2007: Az ökoenergia szerepe a vidék- és turizmusfejlesztésben. – *Mag, Kutatás, Fejlesztés és Környezet* 21. évf. 15. szám pp. 28–32.
- DIXON T.–LEAMON G.–ZAKKOUR P.–WARREN L. 2013: CCS Projects as Kyoto Protocol CDM Activities. *Energy Procedia* 37. pp. 7596–7604.
- DOBOS A.–MEGYES A.–SULYOK D. 2006: Fásszáru növények energetikai célú hasznosításának lehetőségei a Nyírbátori kistérségben, Debrecen, pp. 6-30.
- DURKÓ E. 2013: Földgáz és megújuló energia alapú fűtési rendszerek beruházás gazdaságossági vizsgálata egy 100 m²- es családi ház példáján keresztül, *E-CONOM online tudományos folyóirat*, Sopron, 2 (2), pp 156-168.
URL.: https://bismarck.nyme.hu/fileadmin/dokumentumok/ktk/econom/2013_2/12_DurkoE_e-conom_II2.pdf (2015.12.29)
- EEA 2009: Készítette a FÖMI a KvVM megbízásából (2009).
- EGEDY T. 2012: A gazdasági válság hatásai városon innen és túl, *Területi Statisztika* 15 (52) 4. pp. 334-352.

- URL:http://www.varosrehabilitacio.net/new/pdf/egedy_terstat2012-4.pdf(2015.08.26.)
- EKY Y. R.–WANGLIN Y. 2015: Lesson learned from government and private-sponsored ‘woody biomass’ project —case study of Shimokawa and Hita, *Procedia Environmental Sciences* 28, pp. 21 – 26.
- ENERGIA KLUB (2006): Követendő példák, Sikeres megújuló energia beruházások a Visegrádi négyek országaiban, ISBN 978-963-06-1756-7, pp. 1-20.
- ERICSSON K.–NILSSON L. 2006: Assessment of the potential biomass supply in Europe using a resource-focused approach, *Biomass and Bioenergy*. 30 pp. 1-15.
- EURÓPAI BIZOTTSÁG 2007: Európai Bizottság közleménye a Tanácsnak és az Európai Parlamentnek - Megújulóenergia-útterv - Megújuló energiák a XXI. században: egy fenntarthatóbb jövő építése,
URL:<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=celex:52006DC0848>
(2015.11.12)
- EURÓPAI BIZOTTSÁG 2013/A: Az éghajlat- és energiapolitika 2030-ra szóló kerete, Zöld Könyv, Brüsszel,
URL:http://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2009_2014/documents/com/com_com_%282013%290169_/com_com%282013%290169_hu.pdf (2015.11.12)
- EURÓPAI BIZOTTSÁG 2013/B: Az Európai Parlament 2013. március 14-i állásfoglalása a 2050-ig szóló energiaügyi ütemtervről: Egy energiagazdag jövő
URL:<http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//TEXT+TA+P7-TA-2013-0088+0+DOC+XML+V0//HU> (2015.11.12)
- EURÓPAI BIZOTTSÁG 2014: Európai Energiabiztonsági stratégia, A Bizottság közleménye az Európai Parlamentnek és Tanácsnak, Brüsszel, pp. 2-27.
URL:<http://www.ipex.eu/IPEXL-WEB/dossier/files/download/082dbcc54653729e0146b896620e421e.do> (2015.11.12)
- EUROPAI KÖZÖSSÉG 1996: European energy to 2020: a scenario approach, Directorate General for Energy (DG XVII), Luxembourg.
- EUROPEAN COMMISSION 1997: Energy for the future: renewable sources of energy, White paper for a community strategy and action plan.
- EUROPEAN COMMISSION 2009: Directive 2009/28/EC. On the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC.2009.04.23. Official Journal European Union 2009;L 140: pp. 16–62.
- EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY 2006: How much bioenergy can Europe produce without harming the environment? EEA Report. 7, pp. 5–67.
- FÁBIÁN CS. 2008: A kukoricaszár ipari hasznosítása. 2008.
URL:www.bitesz.hu/hulladekhasznositas/a-kukoricaszar-ipari-hasznositasa.html
(2013.11.31)
- FEKETE J. GY. 2014: Roma közösségek Délkelet-európában; *International Relations Quarterly* 5 (1) pp. 1-33.
URL:http://www.southeast-europe.org/pdf/17/dke_17_m_dk_Fekete-Jozsef-Gyorgy_Roma-kozossegek-Delkelet-Europaban.pdf (2015.08.27)
- FERGUSON A. R. B. 2003: Implications of the USDA 2002 Update on Ethanol From Corn, *Optimum Population Trust Journal*, Manchester. 3 pp. 11–15.
- FISCHER G.–PRIELER S.–VELTHUIZEN VAN H. 2005: Biomass potentials of miscanthus, willow and poplar: results and policy implications for Eastern Europe, Northern and Central Asia, *Biomass and Bioenergy*. 28 (2) pp. 119–132.
- FLAVIN C. 1988: Harmadik Világ — Folyik a villamosítás — Kilátásban egy új energiaválság. A világ helyzete 1987/88-ban. Budapest, Árkádia Kiadó. pp. 104-133.

- FOGARASSY CS. 2001: A munkahelyteremtés gazdasági értéke, *Energianövények a szántóföldön*, SZIE GTK Európai tanulmányok központja, Gödöllő 35 p.
- FOGARASSY CS. 2006: Externality Aggregation in the Field of Biomass Production, In: *Economical Questions of Utilizing Renewable Energy Sources*, Sopron, 2006.
- GYARMATI P. 2002: Magyarország földtana, Kossuth Egyetemi Kiadó, Debrecen, 74 p.
- HALL D. O.–SCRASE J. I. 1998: Will biomass energy be the environmentally friendly fuel of the future? *Biomass and Bioenergy* 15(4–5) pp. 357–67.
- HAYES D. 1982: Átmenet a kőolaj utáni korszakba. Budapest, Közgazdasági és Jogi Kiadó.
- HORVÁTH J. 2011: Megújuló energia, A megújuló energiaforrások felhasználása az EU-ban és Magyarországon, Digitális Tankönyvtár
URL.:http://www.tankonyvtar.hu/en/tartalom/tamop425/0021_Megujulo_energia/ch01.html (2017.09.22)
- IEA 2009: The first bioenergy village in Jühnde/Germany Energy self sufficiency with biogas, IEA Bioenergy Task 37 Energy from biogas and landfill gas.
URL.:<http://www.iea-biogas.net/success-stories.html> (2015.09.28)
- JAMES D. STEPHEN–WARREN E. MABEE–AMADEUS PRIBOWO–SEAN PLEDGER–RANDY HART– SHELDON TALLIO–GARY Q. BULL 2016: Biomass for residential and commercial heating in a remote Canadian aboriginal community, *Renewable Energy* 86, pp. 563-575.
- JOHANNES M. 2013: The Sustainability of Decentralized Bioenergy Production, - Case Study: The 'Bioenergy Village' Bollewick, Master's Thesis, Uppsala University, Department of Earth Sciences, Uppsala, pp. 14-23.
URL.:<http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:605446/FULLTEXT01.pdf> (2015.10.01)
- JUHÁSZ GY. 2006: A régióra jellemző mezőgazdasági hulladékok és melléktermékek tüzeléstechnikai alkalmazása, PhD. thesis, Géptani Tanszék, Debreceni Egyetem; 2006.
- JUNG L. 2008: Fabázisú centralizált áramtermelés logisztikája és annak hatása az Egererdő Zrt. fahasználati tevékenységére, Ph.D értekezés, Sopron, 2008.
- JUSTYÁK J. 2002: Magyarország éghajlata, Kossuth Egyetemi Kiadó, Debrecen, pp. 71–73.
- KARTHA S.–LARSON E. D. 2000: A bioenergy primer: Modernized biomass energy for sustainable development, New York: United Nations Development Programme.
- KONDOR 2014: A földhasználat átalakításának lehetősége az „energiafüz” (Salix viminalis L.) termesztésbe vonásával Szabolcs-Szatmár-Bereg megyében, Ph.D értekezés, Debreceni Egyetem, Debrecen, pp. 91-109.
- KORMÁNY GY. 2000: A Rétköz földrajza. A kistáj gazdaságának természeti- és társadalomföldrajzi alapjai, Nyíregyházi Főiskola Földrajz Tanszéke, Nyíregyháza, pp. 11 – 68.; pp. 149 – 154.
- KOZMA G. 2006: Regionális gazdaságtan, Debreceni Egyetem Kossuth Egyetemi Kiadó, Debrecen, pp. 5-196.
- KÖZPONTI STATISZTIKAI HIVATAL 2010: A válság hatása a munkaerő piacra, Internetes kiadvány, pp. 2-28.
URL.:<http://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/idoszaki/pdf/valsagmunkaeropiacra.pdf> (2015.08.24.)
- KÖZPONTI STATISZTIKAI HIVATAL 2013: Település Statisztikai Adatbázis Rendszer.
- KÖZPONTI STATISZTIKAI HIVATAL 2016: Magyarország 2015, Internetes kiadvány, pp. 9-175. URL: <http://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/idoszaki/mo/mo2015.pdf>
- KPMG 2010: A biomassza, mint erőművi tüzelőanyag keresletének, kínálatának, valamint árának 2010–2020 időszakra vonatkozó éves előrejelzése. – Jelentés KPMG

- Tanácsadás, Energetikai és közüzemi szektor 2010. január. KPMG, Budapest. pp. 100–104.
- KRETSCHMER B.–ALLEN B.–HART K. 2012: Mobilising cereal straw in the EU to feed advanced biofuel production, Institute for European Environmental Policy, London.
URL.: <http://www.ieep.eu/publications/2012/05/mobilising-cereal-straw-in-the-eu-to-feed-advanced-biofuel-production> (2014.04.12)
- LENGYEL L. – FEJES E. 2010: A gazdasági válság és társadalmi következményei, Pénzügy kutató alapítvány, Budapest. pp. 4-559.
URL.:http://penzugyututato.hu/sites/default/files/A%20gazdasagi%20valsag%20es%20tarsadalmi%20kovetkezmenyei-20100312_0.pdf (2015.08.24)
- LUKÁCS, G. S. 2007: Zöldenergia kézikönyv. Szaktudás Kiadó Ház. Budapest. pp. 23-41.
- MÁDINÉ ÜVEGES V. 2012: Fás szárú biomassza fűtési célra történő felhasználásának lehetőségei, hulladékOnline elektronikus folyóirat, 3. évf. 2. sz. pp. 1-16.
URL.:http://epa.oszk.hu/02000/02099/00004/pdf/EPA02099_hulladek_online_2012_2_uveges.pdf (2015.10.20)
- MARJAINÉ SZERÉNYI ZS. 2011: Az ökoszisztéma-szolgáltatások közgazdaság-tudományi megközelítése. – Magyar Tudomány 172 évf. 7. szám 788 p.
- MAROSVÖLGYI B. 2002: Új igények és lehetőségek a fa energetikai hasznosításában, X. Wood-Tech Erdészeti Szakmai Konferencia, Budapest, 2002.
- MAVIR 2015: A Magyar villamosenergia-rendszer (VER) 2015 évi adatai, Budapest. pp. 8-94.
URL.:ftp://ftp.energia.bme.hu/pub/energiatervezes/2016-2017-2/GYAK1/VER-statisztika%202015%20-%20Final_1.pdf (2017.08.07)
- MEKH 2015: A Magyar távhő-szektor (TRS) 2015. évi adatai, Budapest. pp. 7-36.
URL.:http://www.mekh.hu/download/2/7b/20000/a_magyar_tavho_szektor_2015_evi_adatai.pdf (2017.08.07)
- MEZŐSI A.–PATÓ ZS.–SZABÓ L. 2017: Megújuló statisztikák, REKK policy brief, Regionális Energiagazdasági Kutatóközpont 2017/1, pp. 1-4.
URL.:http://rekk.hu/downloads/academic_publications/rekk_policybrief_hu_2017_01.pdf (2017.06.29)
- MOLNÁR D. 2010: Empirikus kutatási módszerek a szervezetfejlesztésben. – Humán Innovációs Szemle 1. 1–2. pp. 61–72.
- NAGY G. 2012: Területi szintek, területi identitás és kötődés. – Meridionale Belvedere. Történelem és Társadalomtudományok 24. évf. 1. szám, pp. 6–21.
- NEMZETI AGRÁRGAZDASÁGI KAMARA 2017: Zöldítés Gazdálkodói Kézikönyv, Nemzeti Agrárgazdasági Kamara, Budapest, ISBN 978-615-5307-29-4
- NÉMETH K. 2011: Dendromassza hasznosításon alapuló decentralizált hőenergia-termelés és felhasználás komplex elemzése, PhD. értekezés, Keszthely, pp. 63-98.
- NEMZETI FEJLESZTÉSI MINISZTERIUM 2010: Magyarország Megújuló Energia Hasznosítási Cselekvési 2010-2020.
- NEMZETI FEJLESZTÉSI MINISZTERIUM 2010: Nemzeti Energia Stratégia 2030.
- NUORKIVI A. 2016: District heating and cooling policies worldwide In.: WILTSHIRE R. (szerk.) Advanced District Heating and Cooling (DHC) Systems, A volume in Woodhead Publishing Series in Energy, pp. 17-41.
URL.: <http://www.sciencedirect.com/science/book/9781782423744> (2015.09.25)
- ŐSZ A. 2009: Vízrajzi adatok változása a Rétközben, Szakdolgozat, Debrecen, 9 p.
- PÁLINKÓ É.–SZABÓ M. 2006: Vállalati pénzügyek, Typotex kiadó, Budapest, pp. 171-234.
- PÁSZTOR I. 2013: Társadalomföldrajzi vizsgálatok az északkelet magyarországi cigányság körében (Létszámváltozások, önkormányzatiság, kisebbségi választások), PhD. Thesis; Debrecen.

- PÉCZELY GY. 1979: Magyarország Éghajlata, Éghajlattan, Szeged, pp. 258-259.
- PECZNIK P. 2003: A biomassza energetikai hasznosítása, Hagyományos és megújuló energiák In. SEMBERY P.-TÓTH L. (szerk.) Budapest, pp 235-240.
- PEKSA-BLANCHARD M.-DOLZAN P.-GRASSI A.-HEINIMÖ J.-JUNGINGER M.-RANTA T.-WALTER A. 2007: Global wood pellets markets and industry: policy drivers, market status and raw material potential, IEA Bioenergy Task 40.
- PERLACK R. D.-WRIGHT L.L.-TURHOLLOW A. F.-GRAHAM R. L.-STOKES B. J.-ERBACH D. C. 2005: Biomass as feedstock for a bioenergy and bioproducts industry: the technical feasibility of a billion-ton annual supply, Oak Ridge National Laboratory, Springfield, 2005.
URL.:https://www1.eere.energy.gov/bioenergy/pdfs/final_billionton_vision_report2.pdf (2014.04.02)
- PIMENTEL D.-MARKLEIN A.-TOTH M. A.-KARPOFF M.-GILLIAN S. P.-MCCORMACK R.-KYRIAZIS J.-KRUEGER T. 2008: Biofuel Impacts on World Food Supply: Use of Fossil Fuel, Land and Water Resources, Energies. 2 pp. 41-78.
URL.: <http://www.mdpi.com/1996-1073/1/2/41> (2014.08.04)
- PINTÉR G. 2012: Egyes mezőgazdasági melléktermékek energetikai hasznosításának lehetőségei Magyarországon, Ph.D értekezés, Pannon Egyetem, Keszthely. pp. 50-82.
- PINTÉR G. 2016: Biomassetransport zur Kraftwerke, Elhangzott: Energietag, Wienerneustadt, 2016.04.14.
- PINTÉR G.-NÉMETH K.-KIS-SIMON T. 2009: A szőlővenyige és a fanyesedék biomasszaerőművi beszállításának elemzése, Gazdálkodás 53. évf. 4. szám 357 p.
- POPP J.-ALICZKI K.-GARAY R.-KOZÁK A.-NYÁRS L.-RADÓCZNÉ KOCSIS T.-POTORI N. 2011: A biomassza energetikai célú termelése Magyarországon, In. POPP J.-POTORI N. (szerk.) Agrárgazdasági Könyvek, Budapest, pp. 1-156.
- RADZI A. 2012: 100% Renewable Champions: International Case Studies, In: PETER D. (szerk.) 100% Renewable Energy Autonomy in Action. pp. 93-167.
- RÁTONYI T. 2013: Biomassza anyagismeret, Debreceni Egyetem Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma, ISBN 978-963-473-693-6, URL.: http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2011-0085_biomassza_anyagismeret/index.html
- REDDY A. K. N.-WILLIAMS R. H.-JOHANSSON T. B. 1997: Energy after Rio; Prospects and challenges. New York, NY, USA: United Nations Development Programme.
- REKK 2009: Erdészeti és ültetvény eredetű fás szárú energetikai biomassza Magyarországon, Budapesti Corvinus Egyetem, Műhelytanulmány, pp. 1-96.
URL.: http://rekk.hu/downloads/projects/wp2009_5.pdf
- REN21 2012: Renewables 2012, Global Status Report, pp. 13-19.
URL.:http://www.ren21.net/Portals/0/documents/activities/gsr/GSR2012_low%20res_FINAL.pdf (2017.06.29)
- REN21 2017: Renewables 2017, Global Status Report, pp. 29-30.
URL.:http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2017/06/17-8399_GSR_2017_Full_Report_0621_Opt.pdf (2017.06.29)
- SARTOR K.-QUOILIN S.-DEWALLEF P. 2014: Simulation and optimization of a CHP biomass plant and district heating network, Applied Energy 130, pp. 474-483.
- SCARLAT N.-MARTINOV M.-DALLEMAND J. F. 2010: Assessment of the availability of agricultural crop residues in the European Union: potential and limitations for bioenergy use, Waste Manage. 30 (10) pp. 1889-1897.
- SCHMUCK P.-EIGNER-THIEL S. -KARPENSTEIN-MACHAN M. -SAUER B.-HANS R.-GIRSCHNER W.-ROLAND F. 2013: Bioenergy Villages in Germany: Applying the Göttingen Approach of Sustainability Science to Promote Sustainable Bioenergy

- Projects In: Hans R.–MARTIN K.–JENS I. (szerk.) Sustainable Bioenergy Production - An Integrated Approach, pp. 37-71.
- SCHULTZ GY. 2005: A fosszilis energiaforrások kimerülnek – nem ez a kérdés! Az energiagazdálkodás alapjai, BME OMIKK Energiaellátás, energiatakarékosság világszerte, 2005;44(4) 5–13 p.
- SCOTT D. S. 2005: Fossil sources: "running out" is not the problem. International Journal of Hydrogen Energy 30(1) 1–7 pp.
- SPERLING K.–HVELPLUND F.–MATHIESEN B. V. 2011: Centralisation and decentralisation in strategic municipal energy planning in Denmark. Energy Policy, 39(3) pp. 1338-1351.
URL:<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421510008876> (2015.07.16)
- STATISTICS CANADA 2007: Households and the Environment: Energy Use, pp. 11-526.
- STATISTISCHES LANDESAMT MECKLENBURG-VORPOMMERN 2011: Struktur der Bodennutzung in Mecklenburg-Vorpommern. Statistische Berichte Agrarstruktur. 44 p.
URL:http://service.mvnet.de/statmv/daten_stam_berichte/e-bibointerth05/landwirtschaft/civ_/c4935_/daten/c4935-2010-01.pdf (2012.10.15)
- SZECSEI T.–SALAMON L. 2010: Az energetikai célú növénytermelés megítélése, Gazdálkodás: Scientific Journal on Agricultural Economics, 54 (7) pp. 750-756.
- SZECSEI T.–SALAMON T. 2010: Az energiafűz, mint alternatíva a bioenergetikai termelés területén, Mezőgazdasági Technika 51. évf. pp. 46-47.
- SZIKRA CS. 2009: Komplex tervezési segédlet, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Építésztechnika Kar Épületenergetikai és Épületgépészeti Tanszék, Budapest, pp 5-22.
- SZÖLLÖSI L. – SZÜCS I. 2015: Az üzleti tervezés alapjai, In DÁNOKI K. (szerk.) Munkaerőpiac-orientált, vállalkozói kompetenciák fejlesztése, Debreceni Egyetem, pp.: 6-109.
URL:http://www.egt.bme.hu/w_oktatas/komplex/pdf/kts.pdf (2015.10.23)
- SZUPPINGER, P. 2000: Decentralizáció a világ energiarendszerében, Tér és Társadalom, XIV. évf. 2-3, pp. 173-182.
- TAKÁCS I.–NAGY-KOVÁCS E.–HOLLÓ E.–MARSELEK S. 2012: Model for optimization of biomass utilization for energy production by energetic and economic requirements, Review of Applied Socio-Economic Research. 4 (2) pp. 225-235.
- TÉGLA ZS.–HÁGEN I.–HOLLÓ E.–TAKÁCS-GYÖRGY K. 2012: Adoption of logistic principles in woody-biomass energy cluster, Review of Applied Socio-Economic Research. 4 (2) pp. 236-245.
- TORBEN S. 2011: Innovation network for biomass, Straw to energy — Status, Technologies and Innovation in Denmark, Agro Business Park A/S, Tjele, 2011.
URL:http://www.inbiom.dk/download/viden_biomasse/halmpjeceuk_2011.pdf (2014.04.12)
- TÓTH J. B.–TÓTH T. 2011: A fás szárú energianövények termesztésének társadalmi és gazdasági feltételei. In: SZABÓ V.–FAZEKAS I. (szerk.), Környezettudatos energiatermelés és –felhasználás, Debrecen, pp. 258–63.
- TÓTH J. B.–TÓTH T. 2012: A fás szárú energianövények elterjedésének aktuális kérdései, Értékálló Aranykorona, 12. évf. 3. szám, Budapest, pp. 15-17.
- TÓTH P.–BULLA M.–NAGY G. 2011: A biomassza energetikai hasznosítása, energiatermelés biomasszából, In: TÓTH P. (szerk.) Energetika.
URL:http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0021_Energetika/ch04s02.html (2015.09.25)

- TÓTH T. 2013: A megújuló energiaforrások társadalmi háttérvizsgálata a Hernád-völgy településein, különös tekintettel a dendromassza-alapú közösségi hőenergia-termelésre, Ph.D értekezés, Debreceni Egyetem, Debrecen, pp. 3-108.
- TÓTH T.–BAROS Z. 2009: A megújuló energiaforrások társadalmi megítélésében bekövetkezett változások Encs és Forró példáján In: OROSZ Z.–SZABÓ V.–FAZEKAS I. (szerk.) Környezettudatos energiatermelés és -felhasználás: Környezet és Energia Konferencia, pp. 153-158.
- TÓTH T.–SZALONTAI L.–SPÉDER F.–VASS R. 2012: A biomassza hasznosításának társadalmi megítélése a Hernád völgyében In: LÁZÁR I. (szerk.) A megújuló energiaforrások hasznosításának természeti, társadalmi és gazdasági lehetőségei a Hernád-völgyben pp. 61-72.
- TÓTH T.–SZEGEDI S. 2013: A dendromasszára alapozott hőenergia-termelés realitása Magyarországon In: KOZMA G. (szerk.) Emberközpontú társadalomföldrajz, pp. 198-207.
- U.S. DEPARTMENT OF ENERGY 2011: In: PERLACK R. D. STOKES B. J. (szerk.), U.S. billion-ton update: biomass supply for a bioenergy and bioproducts industry, Oak Ridge National Laboratory, Tennessee 227 p.
URL: http://www1.eere.energy.gov/bioenergy/pdfs/billion_ton_update.pdf
(2014.04.02)
- UNDP/WEC. 2001: World energy assessment: energy and the challenges of sustainability. United Nations development Programme. United Nations Department of Economic and Social Affairs, New York, USA: World Energy Council.
- URBANCSEK, J. 1965: A Nyírség, a Bodroghöz és a Rétköz, valamint a Bereg-Szatmáriság vízföldtani viszonyai. Földrajzi Értesítő. pp. 421–443.
- UTH J. 2007: Marktübersicht, Scheitholz-Pellet-Kombinationskessel, Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe, Gülzow, 10. p.
- VÁGVÖLGYI A. 2013: Fás szárú energetikai ültetvények helyzete Magyarországon napjainkig; üzemeltetésük, hasznosításuk, alternatívái, Doktori (PhD.) értekezés, Sopron, pp. 6-113.
- VERTETICS Á.–SZEBENI D. 2009: Világ gazdasági válság 2008-2009 Diagnózisok és kezelések, In.: MAGAS I. Szerk. Szakirodalmi Szemle, Aula Kiadó, pp. 145-151.
URL: <http://www.asz.hu/penzugyi-szemle-recenziok/2011/valsagon-innen-es-tul/145-151-vertetics-szebeni-konyv.pdf> (2015.08.24)
- VICSEK L. 2006: Fókuszcsoporthoz. – Osiris Kiadó, Budapest. 421 p.
- WEISER C.–ZELLER V.–REINICKE F.–WAGNER B.–MAJER S.–VETTER A.–THRAEN D. 2013: Integrated assessment of sustainable cereal straw potential and different straw-based energy applications in Germany, Applied Energy. 114 pp. 749-762.
- WWF REPORT 2013: Putting the EU on track for 100% renewable energy pp. 3-29.
URL: http://awsassets.panda.org/downloads/res_report_final_1.pdf (2015.10.01)
- YILDIZ Ö.–ROMMEL J.–DEBOR S.–HOLSTENKAMP L.–MEY F.–MÜLLER J. R.–RADTKE J.–ROGNLI J. 2015: Renewable energy cooperatives as gatekeepers or facilitators? Recent developments in Germany and a multidisciplinary research agenda. Energy Research & Social Science. 6 (1) pp. 59-73.
URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214629614001352>
(2015.07.31)
- ZSUFFA L. 2006: Biomassán alapuló falufűtés Pornóapátiban, Víz, Gát, Fűtéstechnika Szaklap 2006 (03).
URL: <http://vgfszaklap.hu/lapszamok/2006/marcius/biomassza%C3%A1n-alapul%C3%B3-faluf%C5%B1t%C3%A9s-porn%C3%B3ap%C3%A1tiban>
(2015.09.23)

Internetes hivatkozások

internet-1:

<http://www.kvvm.hu/index.php?pid=9&sid=50&cid=291>

(2015-09-03)

internet-2:

<http://www.europarl.europa.eu/news/hu/news-room/content/20140718STO53032/html/Az-EU-energi%C3%BCgg%C5%91s%C3%A9ge-sz%C3%A1mokban>

(2014-09-02)

internet-3:

https://www.ksh.hu/docs/hun/eurostat_tablak/tabl/tsdcc310.html

(2014-08-21); (2016.02.23); (2017.07.21)

internet-4:

http://www.europarl.europa.eu/ftu/pdf/hu/FTU_5.7.4.pdf

(2015-11-15)

internet-5:

http://www.europarl.europa.eu/RegistreWeb/search/simple.htm?reference=P7_TA%282013%290201

(2015-09-24)

internet-6:

http://www.europarl.europa.eu/atyourservice/hu/displayFtu.html?ftuId=FTU_5.7.1.html

(2015-10-11)

internet-7:

<http://www.mekh.hu/eu-piacintegracio-2/eu-anyagok/507-megujulo-energia-az-europai-energiapiac-egyik-meghatározó-tenyezője.html>

(2015-10-16)

internet-8:

http://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&init=1&language=en&pcode=t2020_31&plugin=1

(2015-11-15)

internet-9:

http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php/Renewable_energy_statistics

(2014-08-28)

internet-10:

<http://epp.eurostat.ec.europa.eu/tgm/table.do?tab=table&init=1&plugin=1&language=en&pcode=ten00081>

(2014-08-28)

internet-11:

http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=nrg_107a&lang=en

(2014-08-28)

internet-12:

http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Renewable_energy_statistics

(2014-09-05)

internet-13:

<http://www.pannontrading.hu/hu/tagvallalatok/pannon-hoeromu-zrt/hirek/hir:253/europa-legjobbja-a-dalkia-pecsi-szalmatuzelesu-eromuve>

(2017-09-22)

internet-14:

http://www.ksh.hu/nepszamlalas/tablak_teruleti_15
(2015-10-12)
internet-15:
<http://www.tiszabercel.hu/?q=node/728>
(2017.09.24)
internet-15:
<http://www.tiszaszov.hu/>
(2015-11-16)
internet-16:
<http://www.energiacentrum.com/biomassza/draga-a-futes-a-biomassza-futomuvel/>
(2017.09.25)
internet-17:
<http://www.carbonarium.com/articles.aspx?show=1&id=2>
(2015-03-27)

Mellékletek

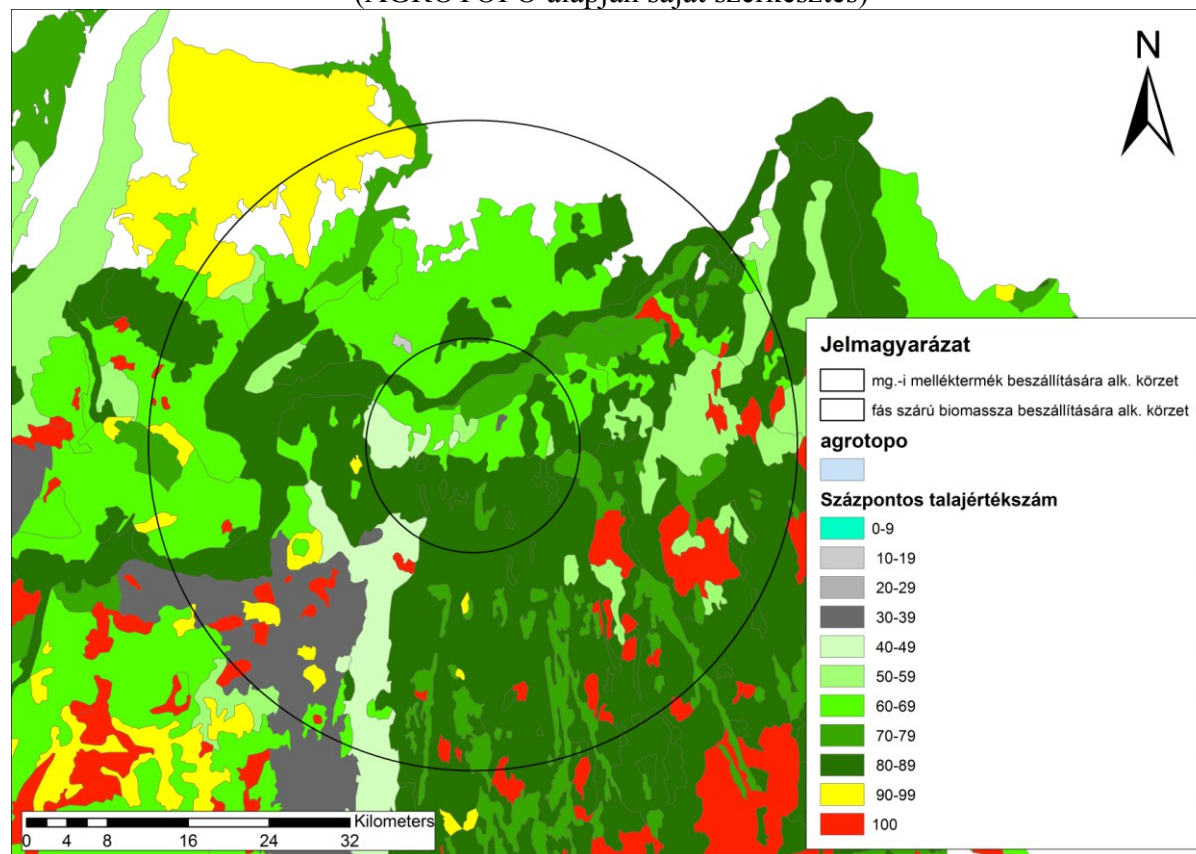
1. melléklet. A beszállítási távolság változásának hatása a biomassza potenciálra

beszállítási körzet	beszállítási zóna területe	mezőgazdasági melléktermékek hozama	fás szárú biomassza hozama	rövid vágásfordulójú fás szárú energianövények hozama
km	km ²	TJ/év	TJ/év	TJ/év
1	3,14	1,18	7,47	2,24
2	12,56	4,72	29,87	8,94
3	28,26	10,61	67,20	20,12
4	50,24	18,87	119,47	35,76
5	78,50	29,49	186,67	55,88
6	113,04	42,46	268,81	80,46
7	153,86	57,79	365,88	109,52
8	200,96	75,48	477,88	143,04
9	254,34	95,53	604,82	181,04
10	314,00	117,94	746,69	223,50
11	379,94	142,71	903,50	270,44
12	452,16	169,84	1 075,24	321,84
13	530,66	199,32	1 261,91	377,72
14	615,44	231,17	1 463,52	438,07
15	706,50	265,37	1 680,06	502,88
16	803,84	301,93	1 911,53	572,17
17	907,46	340,85	2 157,94	645,92
18	1 017,36	382,13	2 419,29	724,15
19	1 133,54	425,77	2 695,56	806,85
20	1 256,00	471,77	2 986,77	894,01
21	1 384,74	520,13	3 292,92	985,65
22	1 519,76	570,84	3 613,99	1 081,76
23	1 661,06	623,91	3 950,01	1 182,33
24	1 808,64	679,35	4 300,95	1 287,38
25	1 962,50	737,14	4 666,83	1 396,90
26	2 122,64	797,29	5 047,65	1 510,88
27	2 289,06	859,80	5 443,39	1 629,34
28	2 461,76	924,67	5 854,07	1 752,27
29	2 640,74	991,89	6 279,69	1 879,66

beszállítási körzet	beszállítási zóna területe	mezőgazdasági melléktermékek hozama	fás szárú biomassza hozama	rövid vágásfordulójú fás szárú energianövények hozama
km	km ²	TJ/év	TJ/év	TJ/év
30	2 826,00	1 061,48	6 720,24	2 011,53
31	3 017,54	1 133,43	7 175,72	2 147,87
32	3 215,36	1 207,73	7 646,14	2 288,67
33	3 419,46	1 284,39	8 131,49	2 433,95
34	3 629,84	1 363,41	8 631,77	2 583,70
35	3 846,50	1 444,79	9 146,99	2 737,92
36	4 069,44	1 528,53	9 677,14	2 896,60
37	4 298,66	1 614,63	10 222,23	3 059,76
38	4 534,16	1 703,09	10 782,25	3 227,39
39	4 775,94	1 793,90	11 357,20	3 399,48
40	5 024,00	1 887,08	11 947,09	3 576,05
41	5 278,34	1 982,61	12 551,91	3 757,09
42	5 538,96	2 080,50	13 171,67	3 942,60
43	5 805,86	2 180,75	13 806,35	4 132,58
44	6 079,04	2 283,36	14 455,98	4 327,02
45	6 358,50	2 388,33	15 120,53	4 525,94
46	6 644,24	2 495,66	15 800,03	4 729,33
47	6 936,26	2 605,35	16 494,45	4 937,19
48	7 234,56	2 717,39	17 203,81	5 149,52
49	7 539,14	2 831,80	17 928,10	5 366,31
50	7 850,00	2948,56	18 667,33	5 587,58

(Forrás: saját eredmény)

2. melléklet. A vizsgált terület agrotopográfiai térképe
(AGROTOPO alapján saját szerkesztés)



- 3. melléklet.** Gazdálkodói kérdőív a rövid vágásfordulójú fás szárú energianövényekről (saját eredmény)

Mezőgazdasági vállalkozói kérdőív

Település:.....

I. Általános adatok

1. A vállalkozás vezetőjének neme:

☐ Nő

☐ Férfi

2. A vállalkozás vezetőjének életkora:

☐ 18 év alatti

☐ 50-60 éves

☐ 18-30 éves

☐ 60 év feletti

☐ 30-40 éves

☐ Nem tudja

☐ 40-50 éves

☐ Nem válaszolt

3. A vállalkozás vezetőjének legmagasabb iskolai végzettsége:

☐ Nem rendelkezik iskolai végzettséggel

☐ Általános iskolai végzettség

☐ Gimnáziumi érettségi

☐ Aranykalászos gazda végzettség

☐ Nem szakirányú technikus végzettség

☐ Szakirányú technikus végzettség

☐ Nem szakirányú felsőfokú végzettség

☐ Szakirányú felsőfokú végzettség

☐ Doktori (PhD.) fokozat

☐ Nem tudja

☐ Nem válaszolt

4. A gazdaság által művelt szántóföldek összterülete:

☐ 50 ha alatt

☐ 500-1000 ha

☐ 50-100 ha

☐ 1000 ha felett

☐ 100-200 ha

☐ Nem tudja

☐ 200-500 ha

☐ Nem válaszolt

5. A gazdaság által művelt szántóföldek átlagos aranykorona érték:

- | | |
|---------------------------------------|--|
| ☐ 5 AK – alatt | ☐ 15 AK felett |
| ☐ 5-10 AK | ☐ Nem tudja |
| ☐ 10-15 AK | ☐ Nem válaszolt |

6. Rendelkezik-e kedvezőtlen adottságú (ártéri, belvizes, futóhomokos) területekkel, ha igen becslései szerint hány hektárral, illetve mennyi azok átlagos aranykorona értéke?

- ☐ igen.....ha.....átlagos AK értékű
- ☐ nem
- ☐ nem tudja
- ☐ nem válaszolt

II. A rövid vágásfordulójú fás szárú fás szárú energianövényekre és ismertségükre vonatkozó kérdések és adatok

7. Hallott-e a rövid vágásfordulójú fás szárú energianövényekről (energiaakác, energiafűz, nemes-nyár stb)?

- | | |
|-------------------------------|--|
| ☐ igen | ☐ nem tudja |
| ☐ nem | ☐ nem válaszolt |

8. Ha igen, akkor konkrétan mely fajtákat ismeri?

.....

.....

9. Jelenleg rendelkezik-e rövid vágásfordulójú fás szárú energiaültetvénnyel, ha igen, hány hektár területtel?

- | | |
|---|--|
| ☐ igen.....hektárral | ☐ nem tudja |
| ☐ nem | ☐ nem válaszolt |

10. Tisztában van-e a rövid vágásfordulójú fás szárú energiaültetvények telepítési költségével?

- | | |
|---|--|
| ☐ igen, megközelítőleg..... Ft | ☐ nem tudja |
| ☐ nem | ☐ nem válaszolt |

11. Ismeri-e a rövid vágásfordulóú fás szárú energianövények telepítésére igénybe vehető támogatási forrásokat?

- ☐ igen
☐ nem

- ☐ nem tudja
☐ nem válaszolt

12. Ha igen tisztában van-e azok mértékével és támogatási intenzitásával?

.....

III. A rövid vágásfordulóú fás szárú energianövények megítélésére, a beruházási döntésre és az információbázisra vonatkozó kérdések
--

13. Tervezi-e a jövőben rövid vágásfordulóú fás szárú energiaültetvény telepítését, ha igen hány hektár területen?

- ☐ igen.....hektárt
☐ nem

- ☐ nem tudja
☐ nem válaszolt

14. Melyek azok a tényezők, amelyeket fontosnak tart a rövid vágásfordulóú fás szárú ültetvények alkalmazása kapcsán? (több válasz is megjelölhető)

- ☐ Stabil, kiszámítható felvásárlási lehetőségek megléte
☐ Magas felvásárlási árak
☐ Magas támogatási intenzitás
☐ Bevált, jól működő termesztéstechnológia megléte
☐ A telepítéshez igénybe vehető előfinanszírozási lehetőségek
☐ Egyéb.....
☐ Nem tudja
☐ Nem válaszolt

15. Az előbbi feltételek teljesülése esetén telepítene-e rövid vágásfordulóú fás szárú energianövényeket, ha igen, hány hektár területen?

- ☐ igen.....hektáron
☐ nem

- ☐ nem tudja
☐ nem válaszolt

16. Tudja-e , hogy milyen forrásokból számíthatnak szakmai segítségre, tanácsadásra a telepítéshez, betakarításhoz és a támogatások megszerzéséhez?

- ☐ igen
☐ nem

- ☐ nem tudja
☐ nem válaszolt

17. Nevezze meg ezek a forrásokat, szervezeteket, szaktanácsadó csoportokat!

.....

.....

.....

4. melléklet. A 2011-ben és 2015-ben Ibrány körül végzett kérdőíves felmérés és a SZECSEI-SALAMON (2010) szerzőpáros által a Nyugat-dunántúli Régióban folytatott adat felvételezés legfontosabb eredményeit összehasonlító táblázat

Kérdőíves felmérés	Me.	2011-es felmérés	2015-ös felmérés	SZECSEI-SALAMON 2010 felmérés
Mintaszám	db	50	50	85
Neme				
Férfi	%	97	97	94
Nő	%	3	3	6
Leggyakoribb életkor intervallum (50%<)	év	40-50	40-50	46-60
Szakirányú felsőfokú iskolai végzettséggel rendelkezők aránya	%	48	51	59
Megkérdezettek által művelt összes terület	ha	4 536	4 224	60 536
Kedvezőtlen adottságú területtel rendelkezők aránya	%	63	65	32
Ismeri a rövid vágásfordulójú fás szárú energianövényeket?				
Jól ismeri	%	52	55	7
Egyáltalán nem ismeri	%	30	27	11
Jelenleg rendelkezik-e energiaültetvénnyel?				
Igen	%	8	6	1,18
Összes terület	ha	24,5	13,9	na.
Ismeri-e telepítési költségeket és támogatási lehetőségeket?	%	34	30	na.
Tervezi-e energiaültetvény telepítését?				
Igen	fő	1	0	na.
Telepítendő összes terület	ha	100	0	na.
Melyek a legfontosabb kritériumok az ültetvény telepítéssel szemben?				
Stabil értékesítési lehetőségek	db	29	31	eltérő módszer
Előfinanszírozás lehetősége	db	25	23	eltérő módszer
Magasabb felvásárlási ár	db	21	18	eltérő módszer
Intenzívebb támogatások	db	14	16	eltérő módszer
Olcsóbb és egyszerűbb betakarítás	db	6	4	eltérő módszer
Nem tudja, nem válaszol	db	5	3	eltérő módszer

Ha a feltételek teljesülnek, telepítene-e ilyen növényeket?				
Határozottan elzárkózik	%	22	34	12
Telepítene	%	50	44	na.
Hány hektáron?	ha	184	151,3	na.
Nem tudja, nem válaszol	%	28	22	na.
Honnan számíthat szakmai tanácsokra az ültetvénnel kapcsolatban?				
Mezőgazdasági szaklapok	db	24	22	eltérő módszer
Internetes forrás	db	18	21	eltérő módszer
Nemzeti Agrárgazdasági Kamara	db	5	3	eltérő módszer
Szaktanácsadó, forgalmazó (pl.: Tisza Szövetkezet; Holland Alma KFT.)	db	58	40	eltérő módszer

(Forrás: saját eredmény)

5. mellékelt. Ibrány város önkormányzatának hőenergia igényét ellátó biomassza fűtőmű üzemelési terve

BIOMASSZA FŰTŐMŰ ÜZEMTERVE														
Megnevezés	Me.	Jan.	Feb.	Márc.	Ápr.	Máj.	Jún.	Júl.	Aug.	Szept.	Okt.	Nov.	Dec.	Összesen
<i>Üzemóra</i>	h	744	672	667	417	0	0	0	0	0	558	655	744	4 457
<i>Max. hőtelj. fűtésre</i>	kW	2 652	2 652	2 295	1 837	0	0	0	0	0	2 048	2 447	2 618	2 652
<i>Hő fűtésre</i>	GJ	3 018	3 134	2 276	990	0	0	0	0	0	1 511	1 727	2 676	15 332
Hő összesen	GJ	3 018	3 134	2 276	990	0	0	0	0	0	1 511	1 727	2 676	15 332
<i>Tüzelőanyag szükséglet</i>	MJ/h	11 363	11 363	9 955	8 095	0	0	0	0	0	8 959	10 557	11 231	11 363
<i>Tüzelőanyag fogyasztás</i>	GJ	3 743	3 855	2 841	1 251	0	0	0	0	0	1 900	2 174	3 333	19 097
Max. vill. teljesítmény igény	kW	106	106	92	73	0	0	0	0	0	82	98	105	106
<i>csúcsidőszak</i>	kW	106	106	92	73	0	0	0	0	0	82	98	105	106
<i>völgyidőszak</i>	kW	106	106	92	73	0	0	0	0	0	82	98	105	106
Vill. energia fogyasztás	kWh	33 531	34 823	25 290	10 999	0	0	0	0	0	16 784	19 191	29 737	170 356
<i>csúcsidőszak</i>	kWh	19 716	20 396	14 183	4 422	0	0	0	0	0	9 391	10 733	16 859	95 701
<i>völgyidőszak</i>	kWh	13 816	14 427	11 107	6 577	0	0	0	0	0	7 393	8 458	12 878	74 654

(Forrás: Balázs László energetikai mérnök, Sinergy Kft. Alteo Group, Értékesítési és Projektfejlesztési Divízió, tervezése alapján)

6. melléklet. Ibrány város önkormányzatának hőenergia igényét ellátó biomassza fűtőmű tervezése során felhasznált adatok és forrásai

Tüzelőanyagok ára			
<i>Tétel</i>	<i>M.e.</i>	<i>Érték</i>	<i>Forrás</i>
földgáz 2017	Ft/GJ	3515,38	69/2016. (XII. 29.) NFM rendelet alapján
szalma	Ft/t _{atro}	15 000	Ibránytej Kft. önköltségi ára
tűzifa	Ft/t _{atro}	32 200	https://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_evkozi/e_qsf005i.html?down=1127
villamosenergia	Ft/kWh	36,6	https://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_evkozi/e_qsf005j.html?down=733
Tüzelőanyagok égési paramétere			
<i>Tétel</i>	<i>M.e.</i>	<i>Érték</i>	<i>Forrás</i>
gáz fűtőértéke	MJ/m ³	34	http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0021_Energetika/ch04s02.html
szalma fűtőértéke	GJ/t _{atro}	17,3	http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0021_Energetika/ch04s02.html
fa fűtőértéke	GJ/t _{atro}	18,5	http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0021_Energetika/ch04s02.html
Rostélyos tüzelésű kazán hatásfoka			
<i>Tétel</i>	<i>M.e.</i>	<i>Érték</i>	<i>Forrás</i>
rostélyos tüzelésű kazán 3MW	%	80,28%	Szakértői ajánlat
Működési költségek			
<i>Tétel</i>	<i>M.e.</i>	<i>Érték</i>	<i>Forrás</i>
kazán karbantartás	Ft/év	4 000	Szakértői ajánlat
rakodógép üzemeltetés	Ft/év	2 500	Szakértői ajánlat (10 l/h, 1200 üzemóra, 2 m ³ -es kanál)
pernyedeponálás	Ft/év	3 000	Szakértői ajánlat (20 000 Ft/t deponálás + szállítás)
személyzet bére	Ft/fő/év	2 800	Szakértői ajánlat (Kazánkezelő képesítéssel)
személyzet létszáma	fő	5	Szakértői ajánlat
Beruházási költségek és pénzügyi paraméterek			
<i>Tétel</i>	<i>M.e.</i>	<i>Érték</i>	<i>Forrás</i>
rostélyos tüzelésű kazán 3MW	eFt	200 000	Szakértői ajánlat
rostélyos tüzelésű kazán 3MW	eFt	80 000	KEHOP 5.3.2-17 igénybevétele esetén
rostélyos tüzelésű kazán 3MW	eFt	0	TOP-6.5.1-16 igénybevétele esetén
kalkulatív kamatláb	%	0,90	http://www.mnb.hu/Jegybanki_alapkamataalakulasa
futamidő	év	25	

(forrás: saját adatgyűjtés)

7. melléklet. A lakossági beruházások elemzése során alkalmazott árak, mutatók

Tüzelőanyagok ára			
<i>Tétel</i>	<i>M.e.</i>	<i>Érték</i>	<i>Forrás</i>
földgáz 2017	Ft/GJ	3 002	69/2016. (XII. 29.) NFM rendelet alapján
földgáz 2013	Ft/GJ	3 448	https://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_evkoz_i/e_qsf005a.html?down=1127
szalma	Ft/t _{atro}	15 000	Ibránytej Kft. önköltségi ára
tűzifa	Ft/t _{atro}	32 200	https://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_evkoz_i/e_qsf005i.html?down=1127
Tüzelőanyagok égési paramétere			
<i>Tétel</i>	<i>M.e.</i>	<i>Érték</i>	<i>Forrás</i>
gáz fűtőérték	MJ/m ³	34	http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0021_Energetika/ch04s02.html
szalma fűtőérték	GJ/t _{atro}	17,3	http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0021_Energetika/ch04s02.html
tűzifa fűtőérték	GJ/t _{atro}	18,5	http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0021_Energetika/ch04s02.html
CO ₂ kibocsátása	kg/m ³	1,963	http://www.carbonarium.com/articles.aspx?show=1&id=2
Beruházott kazánok hatásfoka			
<i>Tétel</i>	<i>M.e.</i>	<i>Érték</i>	<i>Forrás</i>
kondenzációs kazán	%	108%	Gyártó teljesítmény nyilatkozata alapján
fatüzelésű kazán	%	80%	Gyártó teljesítmény nyilatkozata alapján
szalmatüzelésű kazán	%	78%	Gyártó teljesítmény nyilatkozata alapján
Beruházási költségek			
<i>Tétel</i>	<i>M.e.</i>	<i>Érték</i>	<i>Forrás</i>
kondenzációs kazán	eFt	600	Webáruházak ajánlata alapján
fatüzelésű kazán	eFt	830	Webáruházak ajánlata alapján
szalmatüzelésű kazán	eFt	1 140	Webáruházak ajánlata alapján
Pénzügyi paraméterek			
<i>Tétel</i>	<i>M.e.</i>	<i>Érték</i>	<i>Forrás</i>
kalkulatív kamatláb	%	0,90	http://www.mnb.hu/Jegybanki_alapkamat_alakulasa
futamidő	év	25	

(forrás: saját adatgyűjtés)