

Egyetemi doktori (PhD) értekezés tézisei

**FITOMASSZA HŐENERGETIKAI FELHASZNÁLÁSÁNAK
KOMPLEX ELEMZÉSE IBRÁNY TELEPÜLÉSEN**

PhD thesis

**Complex analysis of the use of phytomass for heat energy
production in the settlement of Ibrány**

Tóth József Barnabás

Témavezető: Dr. habil. Szegedi Sándor
Tanszékvezető egyetemi docens



DEBRECENI EGYETEM
Földtudományok Doktori Iskola
Debrecen, 2017

BEVEZETÉS

A megújuló energiaforrások közül a fás szárú biomassa lehet a következő évszázad egyik legfontosabb primer energiahordozója. 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. Az energiatermeléshez szükséges alapanyaguk túlnyomórészt helyi 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 rendelkezik – különösen a hátrányos helyzetű térségekben – melyek mérsékelhetők lennének a megújuló energiák decentralizáltan történő alkalmazásával. 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 stabilizálását, esetleg kismértékű felzárkóztatását. Fenntartható munkahelyeket biztosít és mérsékelheti az energiaköltségeit is.

Egy fás szárú biomasszát felhasználó energetikai beruházást megelőzően összetett elemzést kell készíteni, 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. Fel kell mérni az adott település energiaszükségletét is, végül olyan elemzéseket és terveket készíteni, amelyek segítenek az adott terület döntéshozóinak a beruházási elhatározás meghozatalában.

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

CÉLKITŰZÉSEK

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 biomassza-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 hőenergia ellátását szolgáló 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 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.
- Statisztikai adatok alapján társadalom és gazdaságföldrajzi elemzést és értékelést készíteni a kiválasztott településről.

- A város 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 mezőgazdasági melléktermékekről, fás szárú biomasszáról és a szántóföldön termesztendő rövid vágásfordulójú fás szárú energetikai ültetvényekről.
- A térségben növénytermesztést folytató mezőgazdasági vállalkozókkal személyes adatfelvételt és kérdőíves vizsgálatot folytatni, eredményeit pedig 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.
- 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.

ANYAG ÉS MÓDSZER

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 biomassza 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 kutatási terület kiválasztása és lehatárolása során alkalmazott módszerek

Az értekezésben vizsgált település kiválasztása és lehatárolása a magyarországi Területi Információs Rendszer (TeIR) adatai alapján, saját értékelést követően, a hazai szakirodalom eredményeivel összevetve történt.

A biomassza potenciál becslése során alkalmazott módszerek

Az Ibrány körül lehatárolt terület mezőgazdasági melléktermékeiből 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 saját számításokra támaszkodva történt.

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 rövid vágásfordulójú energianövények termesztésére alkalmas területek kiterjedésének és földrajzi eloszlásának vizsgálata a WWF Magyarország adatbázisa alapján készült.

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.

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.

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.

A város önkormányzatának hőenergia igényeit kiszolgáló energiatermelő egység kapacitásának meghatározása, üzemelési tervének összeállítása és beruházási költségének árajánlata szakértői becslése alapján történt. A költség-haszon elemzések során a 2017 évi aktuális tüzelőanyag és energia árak kerültek felhasználásra.

A lakosság egyéni hőenergia szükségletének becslése a hazai szakirodalomra támaszkodva történt. Az átlagos családi ház hőszükségletét ellátó kazán paramétereit épületgépészeti tervező határozta meg. A biomassa kazánok üzemeltetéséhez szükséges kémény méretezését megkeresésemre a kéménygyártó vállalat készítette. A kazánok beszerelésére és beüzemelésére víz- gáz- fűtőszelők vállalkozó, a kémények megépítésére pedig építőipari vállalat nyújtott árajánlatot. A kazánok beszerzési ára több webáruház átlagára alapján lett meghatározva. A tüzelőanyagok fajlagos költségénél a 69/2016. (XII. 29.) NFM rendelet és a KSH adatbázisában fellelhető értékek voltak irányadók.

ÖSSZEFOGLALÓ

Az új és részben új tudományos eredmények összefoglalása

A szakirodalom feldolgozása és a kutatómunka során számos kérdés foglalmazódott 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 biomassa 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 üzemeltetésében, tüzelő alapanyagának előállításában és feldolgozásában ezzel 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 is 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 elemzései 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 városának a tényleges hőenergia igénye 2010 és 2013 között átlagosan 76,92 TJ volt. 2010-ben jelentkezett a város legnagyobb hőenergia igénye, ekkor 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

megkérdés 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, 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 üzemeltetett, amelyek éves hőszükséglete 15 332 GJ volt. Ennek a kiszolgálásához egy 3 MWth teljesítményű rostélyos tüzelésű biomassa kazán szükséges. A berendezés bekerülési költsége 200 millió Ft.

A biomassa 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 a disszertációban megtervezett beruházás dinamikusan változó gazdasági környezetben fog működni, ezért meg kellett határozni azoknak a sarokszámokat amelyek kritikus jelentőségűek az ökonómiaailag 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 veszteségesse 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 hőszükségletének 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 gázkazánra 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, ami a korszerűtlen gázkazánnal 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 hoz. 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 szcenárió 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. Banki hitelből viszont megfontolandó a

korszerűsítés, hiszen pesszimista scenárió esetén a fa- és kondenzációs gázkazán beruházás nem gazdaságos.

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 tartva megteremti 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 elemzésére nem került sor. Megvizsgáltam viszont az önkormányzat hőenergia szükségletét 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. Meghatároztam a gazdaságos működés sarokszámait is, amelyek nagyban segítik majd 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.

A tézisekben felhasznált irodalom

- 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.
- 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)
- SZECSEI T.–SALAMON L. 2010: Az energetikai célú növénytermelés megítélése, Gazdálkodás: Scientific Journal on Agricultural Economics, 54 (7) pp. 750-756.
- 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.



Nyilvántartási szám: DEENK/331/2017.PL
Tárgy: PhD Publikációs Lista

Jelölt: Tóth József Barnabás
Neptun kód: JNJV7J
Doktori Iskola: Földtudományok Doktori Iskola
MTMT azonosító: 10036818

A PhD értekezés alapjául szolgáló közlemények

Idegen nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (1)

1. Paládi, M., **Tóth, J. B.**: Household heating in the light of climate change.
Acta geogr. Debr., Landsc. environ. ser. 8 (2), 53-65, 2014. ISSN: 1789-4921.

Idegen nyelvű tudományos közlemények külföldi folyóiratban (2)

2. **Tóth, J. B.**, Fekete, J. G., Tóth, T., Szegedi, S., Lázár, I.: Measuring the energy potential of biomass for firing purposes by statistical and geographical methods in the case of a hungarian settlement.
Stud. Univ. Babeş-Bolyai, Geogr. 61, 5-26, 2016. ISSN: 1221-079X.
3. Bai, A., Durkó, E., Tar, K., **Tóth, J. B.**, Lázár, I., Kapocska, L., Bíróné Kircsi, A., Bartók, B., Vass, R., Péntzes, J., Tóth, T.: Social and economic possibilities for the energy utilization of fitomass in the valley of the river Hernád.
Renew. Energy. 85, 777-789, 2016. ISSN: 0960-1481.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.renene.2015.06.069>
IF: 4.357

Egyéb folyóiratközlemények (1)

4. **Tóth, J. B.**, Tóth, T.: A fásszáru energianövények elterjedésének aktuális kérdései.
Értékaló Aranykorona. 12 (3), 15-17, 2012. ISSN: 1586-9652.

Magyar nyelvű konferencia közlemények (4)

5. **Tóth, J. B.**, Tóth, T., Lázár, I., Szegedi, S.: Hátrányos helyzetű települések fejlesztési lehetőségei bioenergetikai beruházások segítségével Gönc példáján.
In: Változó föld, változó társadalom, változó ismeretszerzés 2013. A megújuló energiaforrások szerepe a regionális fejlesztésben. Szerk.: Fajtók, Tari Ilona, Tóth Antal, Eszterházy Károly Főiskola Földrajz Tanszék ; Agria-Innóregió Tudáscentrum ; Agria Geográfia Közhasznú Alapítvány, Eger, 133-136, 2013. ISBN: 9786155297113



6. Tóth, T., **Tóth, J. B.**: A biomassza alapú falufűtőművek létesítésének társadalomföldrajzi kérdései a Hernád-völgy településein.
In: A környezettudatos települések felé. Szerk.: Fazekas István, Szabó Valéria, Meridián Alapítvány, Debrecen, 26-32, 2012. ISBN: 9789630852944
7. **Tóth, J. B.**: A dendromassza alapú energiatermelés munkahely teremtő hatása, pályázati lehetőségeinek általános bemutatása.
In: A környezettudatos települések felé. Szerk.: Fazekas István, Szabó Valéria, Meridián Alapítvány, Debrecen, 33-38, 2012. ISBN: 9789630852944
8. **Tóth, J. B.**, Tóth, T.: A fás szárú energianövények termesztésének társadalmi és gazdasági feltételei.
In: Környezettudatos energiatermelés és -felhasználás. Szerk.: Szabó Valéria, Fazekas István, MTA DAB Megújuló Energetikai Munkabizottság, Debrecen, 258-263, 2011. ISBN: 9789637064272

További közlemények

Idegen nyelvű, külföldi könyvrészletek (1)

9. Lázár, I., Csákberényi-Nagy, G., Túri, Z., Kapocska, L., Tóth, T., **Tóth, J. B.**: Analysis of factors affecting wind-energy potential in low built-up urban environments.
In: Aerul si apa componente ale mediului: Air and water components the environment. Szerk.: Gavril Pandi, Florin Moldovan, Casa Cartii de Stiinta, Cluj-Napoca, 369-376, 2014.

Magyar nyelvű konferencia közlemények (1)

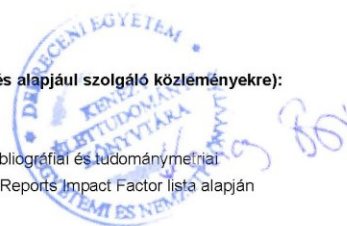
10. Lázár, I., Csákberényi-Nagy, G., Túri, Z., Szegedi, S., **Tóth, J. B.**, Tóth, T.: A szélpotenciált befolyásoló tényezők vizsgálata alacsony beépítésű városi környezetben.
In: Környezettudatos energiatermelés és -felhasználás. Szerk.: Szabó Valéria, Fazekas István, MTA Debreceni Akadémiai Bizottság Megújuló Energetikai Munkabizottság, Debrecen, 71-76, 2014. ISBN: 9789637064319

A közlő folyóiratok összesített impakt faktora: 4,357

A közlő folyóiratok összesített impakt faktora (az értekezés alapján szolgáló közleményekre): 4,357

A DEENK a Jelölt által az IDEa Tudóstérbe feltöltött adatok bibliográfiai és tudománymetriai ellenőrzését a tudományos adatbázisok és a Journal Citation Reports Impact Factor lista alapján elvégezte.

Debrecen, 2017.10.19.



INTRODUCTION

Among the renewable energies, the woody biomass can be one of the most important primary energy sources of the next century. In order to ensure sustainability, however, in addition to the increase in the exploitation of natural forests, it is now also important to pay attention to the use of agricultural by-products produced in fields and short-rotation woody energy crops.

Decentralised energy production units supplied with biomass exist around the world, which are able to meet the total energy demand of a settlement. Such facilities typically can be found within the EU, especially in disadvantaged regions. The raw materials required for energy production are mainly derived from local resources, which, beyond providing job opportunities for local population, promotes local economic recovery. The operation and maintenance practice of these plants are already well-established and have a history going back many decades.

Hungary has several social and economic problems – especially in disadvantaged regions – which could be reduced by the decentralised use of renewable energies. In Hungary, similarly to the examples in the EU, the woody biomass-based energy production, and the production and processing of raw materials required for operation can help the stabilisation - or even the slight catching-up - of the economic and social situation of rural areas. It provides sustainable jobs and can also reduce energy costs.

Before starting an energy investment using woody biomass, complex analysis must be performed, spanning a broad range of disciplines. It is important to consider whether the natural conditions of the region are suitable to provide long-term and sustainable fuel supply for the planned energy producing unit. Beside forestry woody biomass and agricultural by-product potential, account must be taken of the possibility of cultivating short-rotation woody energy crops which can be grown in fields, since this may be the key to sustainable energy supply. In order for its real potential could be taken into consideration, it is essential to obtain the local farmers' opinion and their investment decision-making mechanism. The energy demand of the settlement needs to be assessed, finally, analyses and plans must be performed, which help the decision-makers of the given region to make the investment decision.

It is therefore appropriate to complexly examine the possibilities of the heat energy utilization of phytomass at both municipal and household level, and its social and economic impacts.

AIMS

In my PhD dissertation, **my main aim** was, by involving multiple disciplines, to assess that in a chosen settlement what would be the suitable conditions, raw materials, operating scale, technology to implement the biomass-based heat supply, and what its expected impacts are at farmers', local and regional levels. In order to achieve my major aim, I have made an attempt to prove **five hypotheses**:

- **Hypothesis No. 1:** With respect to social and economic geography, the town of Ibrány is suitable for carrying out a village heating plant investment.
- **Hypothesis 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.
- **Hypothesis 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.
- **Hypothesis No. 4:** The construction of the power-generating unit to provide heat energy supply for the municipality could be an economical and sustainable investment in the long-term.
- **Hypothesis No. 5:** Switching to biomass heating in each household of the town could be an economical residential investment.

In order to achieve my objectives and support my hypotheses, **the (sub)tasks to be addressed** were the following:

- To present the energy dependence situation currently prevailing in the EU and in Hungary, the roles of renewable energies in general, and the biomass in particular in the energy supply of the EU and Hungary, based on domestic and international literature.
- To describe the practice of international and Hungarian investments using decentralised biomass by case studies.
- To give a summary of tenders being available in September 2017, announced in the framework of Széchenyi 2020 programme, which can be submitted for the utilization of biomass.
- To carry out a social and economic geographical analysis and evaluation of the chosen settlement based on statistical data.
- To demarcate the zone of the town which is suitable for fuel supply, to conduct a cartographic illustration and analysis of its location, infrastructural conditions and land-cover factors.

- To make a biomass potential estimate in the demarcated area of the annual agricultural by-products, woody biomass, and short-rotation woody energy plantations which can be grown in fields.
- To conduct personal interviews and surveys asking the agricultural entrepreneurs engaged in crop production in the region, and to compare the results with a similar study published in the domestic literature and with my former research results.
- To identify which conditions would need to be changed as a way to encourage the local agricultural entrepreneurs to plant short-rotation woody energy crops and the areas where they would plant them.
- To carry out economic analyses concerning how the energy demand of facilities operated by the municipal would be met by a major project, and to examine the conditions under which this could be economical, finally to determine the critical values of sustainable operation.
- To present the energy modernising investments available for the local population, to define their economic efficiency, and to present the most significant economic key figures.

MATERIAL AND METHOD

The demonstration of the energy dependence situation and the renewable energy policy of the European Union and Hungary were based on domestic and international literature, the database of Eurostat, and the publications of the European Parliament. The demonstration of the Hungarian biomass-fired power plants and heating plants situation was based on the data as of 2015 of the Hungarian Independent Transmission Operator Company Ltd. and the Hungarian Energy and Public Utility Regulatory Authority.

Methods used to select and delimit the research area

The selection and delimitation of the settlement examined in the dissertation were made based on the data of the National Regional Development and Spatial Planning Information System (TeIR), following own assessments, comparing with the results of domestic literature.

Methods used to estimate the biomass potential

The assessment of the biomass potential from agricultural by-products of the demarcated area around Ibrány was made based on the data

as of 2009-2013 of the Hungarian Statistical database of the counties and regions of the Hungarian Central Statistical Office (KSH-MRSTAR), and the KSH General Agricultural Census (ÁMÖ) as of 2010, using own calculations.

To assess the woody biomass potential of the settlement, the forecasts of WWF Hungary (World Wildlife Fund) and the Agricultural Administration Office (MGSzH) for the forestry cycle as of 2015-2019 were used.

The examination of the extent and geographical distribution of regions suitable for the cultivation of short-rotation woody energy crops were made based on the database of the WWF Hungary.

Methods used to conduct questionnaire survey

The survey on the local agricultural entrepreneurs' opinion and information base about short-rotation woody energy crops was carried out by personal interviews and questionnaires.

Questionnaire survey was conducted in the research area on two occasions in 2011 and in 2015. The aim of the survey in 2011 was to assess the agricultural entrepreneurs' knowledge, overall approach, and intention to plant in relation to short-rotation woody energy crops. The second sampling was conducted because of the changes in biomass-based energy production between 2011 and 2015.

Methods used for the determination of energy needs in the chosen settlement and for profitability calculations.

To estimate the total heat and electricity demand of the settlement, and to separate the population's, the industrial and the municipal energy demands, I analysed the five-year average data of the Central Statistical Office local data base (KSH-TSTAR 2009-2013).

The determination of the capacity of the power-generating unit satisfying the heat energy demands of the municipality, the establishment of its operational plan, and the quotation of investment cost were made based on an expert's estimate. In cost-benefit analyses, current fuel and energy prices as of 2017 were used.

The estimation of the population's individual heat energy demand was performed based on domestic literature. Parameters of the boiler satisfying the heat demand of an average detached house were determined by a building services design engineer. The chimney measurements needed for the operation of biomass boilers were performed by the chimney

manufacturing company upon my request. Tender for the installation and setting-up of the boilers was submitted by a plumbing and heating engineer. Tender for the building of chimneys was made by a construction company. The purchase price of the biomass boilers was determined by the average price of multiple webshops. Regarding the unit cost of fuels, the 69/2016. (XII. 29.) NFM Regulation and the values found in the KSH database were the governing factors. (XII. 29.) NFM rendelet és a KSH adatbázisában fellelhető értékek voltak irányadók.

SUMMARY

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 3MW_{th}. 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.

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.

References

- 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.
- 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)
- SZECSEI T.—SALAMON L. 2010: Az energetikai célú növénytermelés megítélése, Gazdálkodás: Scientific Journal on Agricultural Economics, 54 (7) pp. 750-756.
- 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.



Registry number: DEENK/331/2017.PL
Subject: PhD Publikációs Lista

Candidate: József Barnabás Tóth
Neptun ID: JNJV7J
Doctoral School: Doctoral School of Earth Sciences
MTMT ID: 10036818

List of publications related to the dissertation

Foreign language scientific articles in Hungarian journals (1)

1. Paládi, M., **Tóth, J. B.**: Household heating in the light of climate change.
Acta geogr. Debr., Landsc. environ. ser. 8 (2), 53-65, 2014. ISSN: 1789-4921.

Foreign language scientific articles in international journals (2)

2. **Tóth, J. B.**, Fekete, J. G., Tóth, T., Szegedi, S., Lázár, I.: Measuring the energy potential of biomass for firing purposes by statistical and geographical methods in the case of a hungarian settlement.
Stud. Univ. Babeş-Bolyai, Geogr. 61, 5-26, 2016. ISSN: 1221-079X.
3. Bai, A., Durkó, E., Tar, K., **Tóth, J. B.**, Lázár, I., Kapocska, L., Bíróné Kircsi, A., Bartók, B., Vass, R., Péntzes, J., Tóth, T.: Social and economic possibilities for the energy utilization of fitomass in the valley of the river Hernád.
Renew. Energy. 85, 777-789, 2016. ISSN: 0960-1481.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.renene.2015.06.069>
IF: 4.357

Other journal articles (1)

4. **Tóth, J. B.**, Tóth, T.: A fásszáru energianövények elterjedésének aktuális kérdései.
Értéktálló Aranykorona. 12 (3), 15-17, 2012. ISSN: 1586-9652.

Hungarian conference proceedings (4)

5. **Tóth, J. B.**, Tóth, T., Lázár, I., Szegedi, S.: Hátrányos helyzetű települések fejlesztési lehetőségei bioenergetikai beruházások segítségével Gönc példáján.
In: Változó föld, változó társadalom, változó ismeretszerzés 2013. A megújuló energiaforrások szerepe a regionális fejlesztésben. Szerk.: Rajtöki és Tari Ilona, Tóth Antal, Eszterházy Károly Főiskola Földrajz Tanszék ; Agria-Innorrégió Tudáscentrum ; Agria Geográfia Közhasznú Alapítvány, Eger, 133-136, 2013. ISBN: 9786155297113





6. Tóth, T., **Tóth, J. B.**: A biomassza alapú falufűtőművek létesítésének társadalomföldrajzi kérdései a Hernád-völgy településein.
In: A környezettudatos települések felé. Szerk.: Fazekas István, Szabó Valéria, Meridián Alapítvány, Debrecen, 26-32, 2012. ISBN: 9789630852944
7. **Tóth, J. B.**: A dendromassza alapú energiatermelés munkahely teremtő hatása, pályázati lehetőségeinek általános bemutatása.
In: A környezettudatos települések felé. Szerk.: Fazekas István, Szabó Valéria, Meridián Alapítvány, Debrecen, 33-38, 2012. ISBN: 9789630852944
8. **Tóth, J. B.**, Tóth, T.: A fás szárú energianövények termesztésének társadalmi és gazdasági feltételei.
In: Környezettudatos energiatermelés és -felhasználás. Szerk.: Szabó Valéria, Fazekas István, MTA DAB Megújuló Energetikai Munkabizottság, Debrecen, 258-263, 2011. ISBN: 9789637064272

List of other publications

Foreign language international book chapters (1)

9. Lázár, I., Csákberényi-Nagy, G., Túri, Z., Kapocska, L., Tóth, T., **Tóth, J. B.**: Analysis of factors affecting wind-energy potential in low built-up urban environments.
In: Aerul si apa componente ale mediului: Air and water components the environment. Szerk.: Gavril Pandi, Florin Moldovan, Casa Cartii de Stiinta, Cluj-Napoca, 369-376, 2014.

Hungarian conference proceedings (1)

10. Lázár, I., Csákberényi-Nagy, G., Túri, Z., Szegedi, S., **Tóth, J. B.**, Tóth, T.: A szélpotenciált befolyásoló tényezők vizsgálata alacsony beépítésű városi környezetben.
In: Környezettudatos energiatermelés és -felhasználás. Szerk.: Szabó Valéria, Fazekas István, MTA Debreceni Akadémiai Bizottság Megújuló Energetikai Munkabizottság, Debrecen, 71-76, 2014. ISBN: 9789637064319

Total IF of journals (all publications): 4,357

Total IF of journals (publications related to the dissertation): 4,357

The Candidate's publication data submitted to the iDEa Tudóstér have been validated by DEENK on the basis of Web of Science, Scopus and Journal Citation Report (Impact Factor) databases.

19 October, 2017

