

Óbudai Egyetem

Doktori (PhD) értekezés
tézisfüzete



Távfűtés energiaforrásainak optimalizálása

Göblyös Béla

Témavezető:

Prof. Dr. Réger Mihály

Biztonságtudományi Doktori Iskola

Budapest, 2016

SUMMARY

OPTIMIZING THE ENERGY SOURCES OF DISTRICT HEATING

PhD thesis

by Béla Göblyös

In this PhD thesis, based on domestic and European (EC countries) measures, I analyzed the the current status and the expected future trends of the national district heating and energy industry.

I considered the renewable energy sources those are available in Hungary, examined their advantages and disadvantages, their equipments, economical properties and last, but not least their possible integration into existing or yet to be built district heating systems.

I examined generally and then specified to a city (namely Dunaújváros) the possibilities of local energy production. I made a priority rank regarding the possible local energy sources based on technical, economical and environmental factors.

I summarized the available energy sources, determined the amounts available and the energy content that can be utilized in the district heating. The amount of municipal waste, sewage and foresting residue of a settlement has also been surveyed and their energy content has been calculated.

For the calculation of the above mentioned factors, the well-known Knapsack-model has been altered and the *Modified Knapsack Problem (MKP)* has been constructed. I proved that the MKP can be solved in polynomial time and the solution is optimal and I provided solution for the energy supply of a given settlement.

Using the model I determined the energy supply sources of all Hungarian settlement using district heating, the amount of municipal waste and sewage that can be eliminated, the decrease of primary fossil fuel usage as well as the decrease of emission and the dependency on imported natural gas.

1. TARTALOMJEGYZÉK

SUMMARY	2
1. TARTALOMJEGYZÉK.....	3
2. A KUTATÁS ELŐZMÉNYEI	4
3. CÉLKITŰZÉS	7
4. VIZSGÁLATI MÓDSZEREK.....	8
5. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK.....	9
6. EZ EREDMÉNYEK HASZNOSÍTÁSA	12
7. IRODALOMJEGYZÉK.....	14
8. PUBLIKÁCIÓK.....	17
A disszertáció témájában megjelent:.....	17
Más témában megjelent (válogatás):.....	17

2. A KUTATÁS ELŐZMÉNYEI

Az energiaárak emelkedésével egyre kevesebben engedhetik meg magunknak, hogy kívülállóként tekintsenek az energiával kapcsolatos hírekre.

Mivel a háztartási költségek egyre nagyobb hányadát az energia beszerzésének költsége teszi ki, így még azok is nyomon követik az energia beszerzésével, előállításával és legfőképpen - az előzőektől koránt sem függetlenül – árával kapcsolatos híreket, akik korábban ennek nem tulajdonítottak akkora jelentőséget.

A vállalatoknál az energetikusok szerepe egyre inkább felértékelődik, hiszen az emelkedő energiaáraknál sokkal erőteljesebben jelentkezik a takarékoságra való törekedés. Fentiek miatt is nagyon fontos az energiahelyzet világszintű, európai szintű és hazai szintű megismerése.

Az energiastratégiák tárgyalásakor három fő csoportot különíthetünk el, az ún. AAA csoportokat, úgymint:

1. A hozzáférés biztosítása (Accessibility)
2. Az egyes energiatípusok rendelkezésre állása (Availability)
3. A társadalom általi elfogadás (Aceptability)

Helyes energiastratégiai döntéseket csak akkor hozhatunk, ha célkitűzéseinkben szereplő energiatípus mindhárom fenti pontot kielégíti. Ugyanis ha egy energiatípus rendelkezésre áll és biztosított a hozzáférés, de a társadalom nem fogadja el (például Szentgotthárdi szeméttégető) vagy ha rendelkezésre áll, a társadalom elfogadja, de nem férünk hozzá (például iráni kitermelésű gáz) illetve ha hozzáférünk, a társadalom elfogadja, de nem áll rendelkezésre (például elegendő geotermikus energia). Energiastratégiát célszerű olyan energiahordozókra megalkotni, melyek mindhárom kritériumot kielégítik. Ilyen megoldások általában csak elméletben léteznek, a valós helyzetekben a számba vehető források egy része ezen kívül esik, és az energiastratégia megalkotása pontosan az, hogy a szóban forgó energiahordozók végezetül ilyen tartományba essenek. Ennek eléréséhez több területen kell intézkedéseket hozni:

- műszaki megvalósítás területén: gáztározók építése, gázvezetékek kiépítése, villamos alállomások építése, víztározók építése, bányák újbóli megnyitása, stb.
- jogi szabályozás: kötelező villamos energia átvétel, gázár- és távhő- támogatás, bányajáradék-kompenzáció

A globális felmelegedéssel és az ezzel összefüggő **fosszilis energiahordozók kimerülésével** – mint az emberiség jövőjével kapcsolatos két legfontosabb problémájával - kapcsolatban rengeteg tanulmány és találgatás jelent meg már eddig is. Habár az egyes irányzatok olykor akár teljesen

ellentétes értelmű következtetéseket vonnak le a rendelkezésre álló adatokból. Ilyenek lehetnek a hosszú távú hőmérsékletváltozás, a légkör CO₂ tartalma, a tengerszint változása, a magashegységi gleccserek és a sarki jégtakaró olvadása [13], a permafrost területek csökkenése [14,15]. Ugyanilyen jellegű prognosztizálásra ad okot az ipari termelés okozta kibocsátás-növekedés [16], a Föld lakosságának rendkívül gyors gyarapodása [17], stb. Ezek mind azt mutatják, hogy a probléma valós és rendkívül gyors és hatékony beavatkozást igényel [18].

Az ipari forradalom óta ugrásszerűen növekvő¹ népesség, az urbanizáció és az ipari termelés növekedése velejáró következménye a fosszilis energiahordozók növekedő arányú felhasználása.

Előzők alapján belátható, hogy a véges mennyiségben rendelkezésünkre álló fosszilis energiák kimerülésére mindenképpen számítanunk kell, az egyes modellek csak a bekövetkezés időpontjában térnek el, abban egységesek, hogy a fosszilis energiahordozók kimerülnek.

Ezen felismerések vezettek oda, hogy az ENSZ Éghajlatváltozás Keretegyezménye (UNFCCC) 1997-ben Kyotóban elfogadta az ún. Kiotói Jegyzőkönyvet (protokollt) [6b], amelyben az aláíró államok vállalták, hogy a 2008-2012-es időszakra az 1990-es bázisévhez képest átlagosan 5,2%-kal csökkentik az üvegházhatású gázok kibocsátását, Magyarország 6%-os csökkentést vállalt az 1985-87-es évek kibocsátási átlagához képest, mivel volt szocialista államként – a pont 1990-es évekre tehető gazdasági rendszerének jelentős megváltozása miatt - lehetősége volt az 1990-es bázisév helyett másikat választania. A kiotói jegyzőkönyvet 2012-ben a katarai Dohában tartott újabb ENSZ Keretegyezménye 2020-ig meghosszabbította.

Többek között ezen ENSZ jegyzőkönyvek alapján az Európai Unió megalkotta a 2009/46/EU Direktívát [21], melyben rögzíti, hogy az egyes tagállamok mekkora mértékben csökkentik az üvegházhatású gázok kibocsátását a 2013-2020-as időszakban. Megalkotta továbbá a 2012/27/EU Direktívát [22], mely az energiahatékonyság fokozásáról rendelkezik. Ezen direktíva 41. cikkelye definiálja a hatékony távfűtő rendszert, *„amely legalább 50 %-ban megújuló energia, 50 %-ban hulladékból, 75 %-ban kapcsolt energiatermelésből származó hő vagy 50 %-ban ilyen energiák és hők kombinációjának felhasználásával működik;”*

Az elérendő cél tehát kettős:

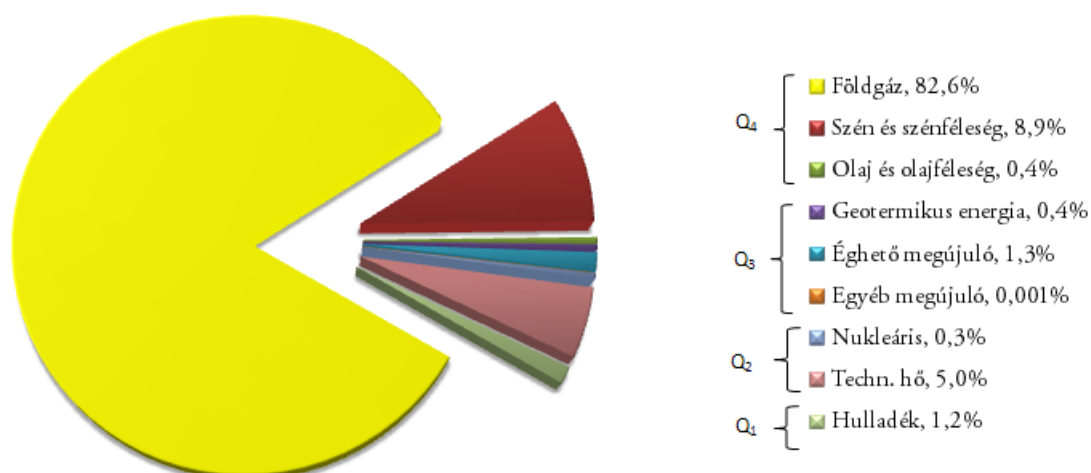
- egyrészt a még meglévő készleteket a lehető legjobb hatásfokkal kell kiaknázni és felhasználni, a meglévő eljárások tökéletesítésével és új eljárások megalkotásával,
- másrészt viszont olyan energiapolitikai megfontolásokat kell tennünk, melyben a megújuló energia egyre nagyobb részt tölt be. Távlati célként a teljes energiaigényt megújuló forrásból kell előállítani.

¹ A növekedés üteme egyetlen alkalommal akadt meg jelentősen: az 1348-50 között kitört pestisjárványban, amely Európa lakosságának 30-60%-át elpusztította [20].

Ezen célok kitűzése nemcsak a folyamatosan fogyó energiahordozók miatti kényszer és a jogszabályok által ránk rótt kötelesség, hanem egyben erkölcsi motiváció is, hiszen a Föld fenntarthatóságának megőrzésének a jelenlegi és jövőbeli népességnek is részt kell vállalnia.

3. CÉLKITŰZÉS

Disszertációmban áttekintettem a hazai és európai (EU) távhőtermelés és szolgáltatás helyzetét valamint a társadalmi és műszaki fejlődés okozta energiahordozók iránti kereslet emelkedését, az egyre növekvő népesség és az ezzel összefüggő urbanizáció és környezetszennyezés ugrásszerű növekedését. Hozzávéve az ország (és szinte az egész európai régió) nagyfokú energiaimportfüggését, a fosszilis energiahordozók várható kimerülését és az egyre intenzívebb kommunális hulladék és szennyvíz keletkezését az alternatív energiahordozók használata, az eddigi módszerek újragondolása és az energiatakarékosabb megvalósítások egyre nagyobb szerepet kapnak. A távhő termelésben és -szolgáltatásban primer energiahordozók helyben rendelkezésre álló energiaforrással történő kiváltása csökkenti az ország importfüggőségét, jelentős költségmegtakarítással és kevesebb károsanyag kibocsátással jár.



Távhő célú energiafelhasználás megoszlása Magyarországon 2007-ben

(Q_1 : 2,5%, Q_2 : 5,3%. Q_3 : 0,401%, Q_4 : 91,87%(!))

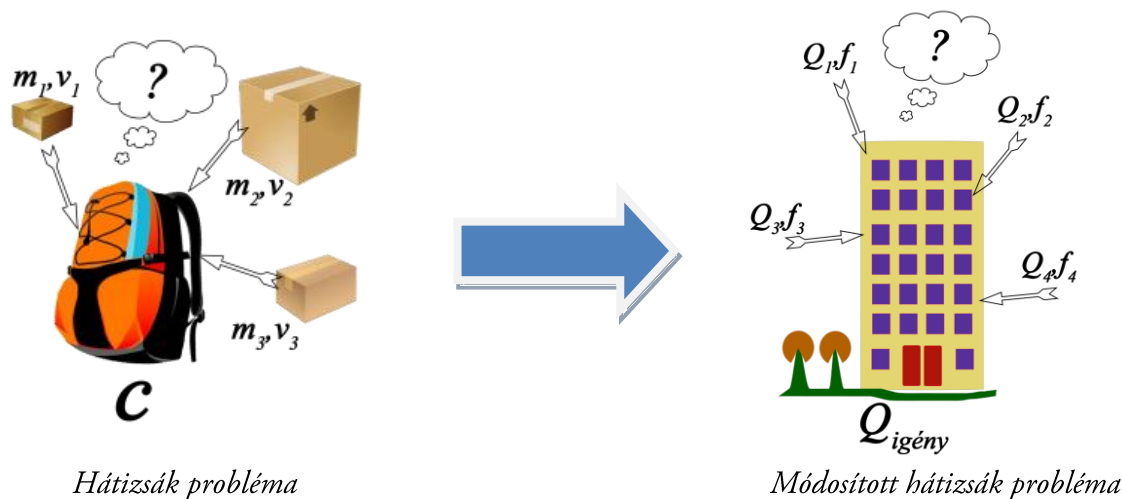
Mindezekon előnyökön túl jogszabályokban vállalt kötelezettségeinknek is eleget teszünk globális (Kiotó Protokoll), európai (Az Európai Parlament és a Tanács 2009/406/ek határozata) és hazai (Megújuló Energia Hasznosítási Cselekvési Tervével összefüggő egyes feladatokról szóló 1002/2011. (I.14.) Korm. határozat) szinten is.

4. VIZSGÁLATI MÓDSZEREK

Értekezésemben a magyarországi és az európai (főként EU-s) szabályozókat alapul véve megvizsgáltam a hazai távhőszolgáltatás és az energiagazdálkodás jelenlegi helyzetét és azok várható jövőbeli alakulását. Áttekintettem a Magyarországon is rendelkezésre álló megújuló energiaforrásokat, megvizsgáltam azok előnyeit, hátrányait, eszközeit, gazdasági jellemzőit és nem utolsósorban a már létező vagy az ezután kialakítandó távhőrendszerekbe való integrálhatóság lehetőségeit.

Megvizsgáltam általánosságban is, majd egy adott város (Dunaújváros) esetében konkrétan is, számszerűen a helyi energiatermelés lehetőségeit. Prioritási sorrendet határoztam meg a helyi energiatermelésben felhasználható források sorrendjében műszaki, gazdasági és környezetvédelmi szempontokat is figyelembe véve.

A prioritási sorrendet szem előtt tartva megalkottam egy módosított hátizsák problémát, melyről bebizonyítottam, hogy az azt felíró egyenletrendszer megoldható, a megoldás polinom idejű számítással elvégezhető és a kapott eredmény optimális.



Összegeztem a rendelkezésre álló helyi energiaforrásokat, meghatároztam a rendelkezésre álló mennyiségeket és azok távfűtésben felhasználható energiataralmát. Felmértem a településen keletkező kommunális hulladék, szennyvíz és erdészeti melléktermék mennyiségét, jellemzőiket és a megalkotott modellt felhasználva számítással határoztam meg energiataralmukat.

5. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

T1. Meghatároztam egy adott tetszőleges település esetén a távhőellátásban alkalmazott hőenergia előállítási források prioritását. Bevezettem a Q_1 , Q_2 , és Q_3 mennyiségeket, melyek a lokális energiaforrások egyes kategóriáit jellemzik [66].

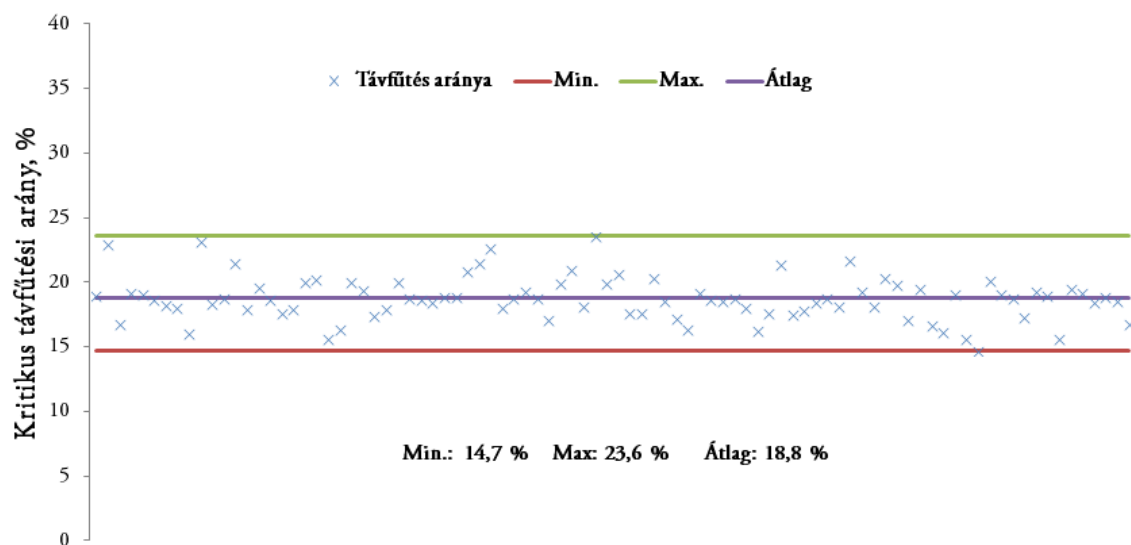
T2. Megalkottam egy módszert, adott, tetszőleges településen keletkező, energetikailag hasznosítható hulladék (kommunális hulladék, szennyvíz, erdészeti melléktermék, stb.) mennyiségének, jellemzőinek és energiatartalmának meghatározására [69] és modellt alkottam

$$\sum_{i=1}^n Q_i y_i = Q_{igény}$$
$$\forall_{i \in \{1, \dots, n\}} y_i \in \{0, \dots, r_i\} \quad r_i \in \mathbb{R}$$
$$\sum_{i=1}^n f_i y_i \rightarrow \max.$$

matematikai reprezentációban adott település hőigényének és a hőigények helyi forrásból származó energiával való ellátásának bemutatására és számszerűsítésére.

T3. Bemutattam, hogy a matematikai modell megoldható, a megoldás optimális, és hogy eredményei a gyakorlatban felhasználhatók. Meghatároztam a modellben szereplő paramétereket és algoritmus segítségével megoldottam a fenti modellt [65,68].

T4. Bevezettem a η_{krit} küszöbszámot, mely megmutatja, hogy egy település mely távfűtési aránytól képes teljes távhőigényét helyi energiaforrásokból kielégíteni [66]. A kritikus távfűtési arány magyarországi átlagos távfűtési szokásokat és átlagos hulladék és szennyvíz keletkezési mennyiségek alapján 18,8%. Ezen távfűtési arány alatt elméletileg a település távhőigénye a Q_1 hőmennyiségekből maradéktalanul kielégíthető.



T5. A T4 pontban szereplő modell segítségével két eltérő forgatókönyv (A: kapcsolt energiatermelés nélkül, B: kapcsolt-energiatermeléssel együtt) meghatároztam Magyarország összes távfűtést használó településére vonatkozóan az éves távhőigényt, a településen keletkező kommunális hulladék, szennyvíz és erdészeti hulladék (vagy ezzel egyenértékű biomassza megtermeléséhez szükséges termőterület nagyságát) mennyiségét, ezek energiataralmát, a kiváltható primer energiahordozó mennyiségét, a kiváltott energia révén keletkező megtakarítást valamint a környezetterhelés csökkenésének mértékét.

T5.1 A modell segítségével meghatároztam, hogy az **A forgatókönyv** szerinti számítások alapján 7 magyarországi távfűtött település (Csongrád, Hajdúböszörmény, Kapuvár, Nagyatád, Nagykőrös, Nyírbátor, Paks) hőigénye a hulladék *nem-szállítható* részéből teljes mértékben fedezhető.

T5.2 A modell segítségével meghatároztam, hogy a **B forgatókönyv** szerinti számítások alapján 2 magyarországi távfűtött település (Érd, Siófok) kapcsolt hő és villamos energia termeléséhez szükséges földgázmennyiség a településen keletkező hulladékból előállított biogázból teljes mértékben kielégíthető.

6. EZ EREDMÉNYEK HASZNOSÍTÁSA

Az értekezésben szereplő adatok és számítások alapját képezhetik egy országos szintű energiahatékonysági számításnak, a modell segítségével meghatározott értékek alapjául szolgálhatnak az egyes városok energetikai célú fejlesztéseinek, bázisai lehetnek egy olyan pályázati rendszernek, mely a távfűtés modernizálását, új energiaforrások bevonását, települési hulladékok (mind szilárd, mind pedig szennyvíz vonatkozásában) mennyiségének a csökkentését, az ország energetikai importnak való kiszolgáltatottságának csökkentését tűzik ki célul.

A modell pontossága javítható, ha az egyes településekre jellemző adatokat az adott településen üzemelő távhőtermelő, távhőszolgáltató, hulladékkezelő, erdészeti és szennyvíztisztító művek szakemberei a helyi viszonyokhoz adaptálják.

Távhő tekintetében:

- a távhőberendezések hatásfokát és a távhővezeték hőveszteségét
- a HMV előállításához felhasznált hidegvíz hőmérsékletét
- a lakások szigeteltségi arányát
- az esetlegesen jelen lévő és hőt biztosítani képes ipari létesítményeket

A hulladékégetés tekintetében:

- a szelektív hulladékgyűjtés elterjedési arányát
- a település jellegét (a lakótelepek és kertvárosi részek arányát)
- a települési hulladék keletkezési helyét (lakosság és ipar aránya)
- a szemétdeponálási helyszín településtől való távolsága

A szennyvízkezelés tekintetében:

- egyesített szennyvízrendszer van-e a településen, vagy szétválasztott
- a keletkező szennyvíz jellegét (lakosság és ipar aránya)
- a szennyvíztisztító mű technológiáját

Biomassza termelés tekintetében:

- a termőföld minősége és elhelyezkedése (sík vagy dombos, északi vagy déli fekvésű, ...)
- a napsütéses és csapadékos órák száma
- a távfűtött település közelsége (szállítási költségek)

Megújuló energiák tekintetében

- a geotermikus gradiens
- a napsütéses és szeles órák száma

Általános tekintetben:

- a településre jellemző időjárási adatokat (éves középhőmérséklet, szeles órák száma, stb)

7. IRODALOMJEGYZÉK

- [1] Megfagyott egy férfi fűtetlen lakásában, MTI hír, 2005.02.08.
- [2] Megfagyott egy férfi saját lakásában, HVG, 2012.12.20.
- [3] Taylor & Francis: Strategic Planning for Energy and the Environment, ISSN 1048-5236
- [4] Energy Technology Perspectives, Internanional Energy Agency (IEA), 2008
- [5] World Energy Outlook, Internanional Energy Agency (IEA), 2007
- [6a] Fossil Fuel Use Surges, *Vital Signs 2005*, pp. 30-31
- [6b] Kiotói jegyzőkönyv, (Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change), UNFCCC
- [7] Háromnapos szünet hétfőtől 18 megye önkormányzati középiskoláiban, Hír3, 2009. január 8.
- [8] Elzárták a csapot: nem kapunk gázt Ukrajnából, Hírszerző, 2009. január 6.
- [9] Százvezrek fagyoskodnak a Balkánon, Index, 2009. január 8.
- [10] Oroszország és Ukrajna gáz nélkül hagyja az Uniót, EurActiv.hu, 2009. január 7.
- [11] 18 countries affected by Russia-Ukraine gas row, Reuters, 2009. január 7.
- [12] Member States' Energy Dependence: An Indicator-Based Assessment EUROPEAN ECONOMY, Occasional Papers 145 | April 2013, ISSN 1725-320
- [13] Clinton P. Conrad, Bradford H. Hager: Spatial variations in the rate of sea level rise caused by the present-day melting of glaciers and ice sheets, *Geophysical Research Letters* Volume 24, Issue 12, pages 1503–1506, 15 June 1997
- [14] Climate Change and Its Impacts on Glaciers and Permafrost in the Alps Wilfried Haeberli and Martin Beniston *Ambio* Vol. 27, No. 4, *Research for Mountain Area Development: Europe* (Jun., 1998), pp. 258-265
- [15] F. E. Nelson, O. A. Anisimov, N. I. Shiklomanov: Climate Change and Hazard Zonation in the Circum-Arctic Permafrost Regions, *Natural Hazards* July 2002, Volume 26, Issue 3, pp 203-225
- [16] Antarctic ice-sheet loss driven by basal melting of ice shelves, H. D. Pritchard, S. R. M. Ligtenberg, H. A. Fricker, D. G. Vaughan, M. R. van den Broeke & L. Padman *Nature* 484, p502–505, (26 April 2012)
- [17] Cropper M; Griffiths C: The interaction of population growth and environmental quality, *AMERICAN ECONOMIC REVIEW*. 1994 May; 84(2):250-4.
- [18] Besieged by the rising tides of climate change, Kiribati buys land in Fiji, *The Guardians*, 2014. július 1.
- [19] India, the sleeping giant of urbanisation, *World Economy*, 27 Apr 2010
- [20] Stephen Porter: *The Great Plague*, Amberley, 2009
- [21] AZ EURÓPAI PARLAMENT ÉS A TANÁCS 2009/406/EK HATÁROZATA (2009. április 23.) az üvegházhatású gázok kibocsátásának a 2020-ig terjedő időszakra szóló

közösségi kötelezettségvállalásoknak megfelelő szintre történő csökkentésére irányuló tagállami törekvésekről

- [22] AZ EURÓPAI PARLAMENT ÉS A TANÁCS 2012/27/EU IRÁNYELVE (2012. október 25.) az energiahatékonyságról, a 2009/125/EK és a 2010/30/EU irányelv módosításáról, valamint a 2004/8/EK és a 2006/32/EK irányelv hatályaon kívül helyezéséről
- [23] Magyarország Megújuló Energia Hasznosítási Cselekvési Terve 2010-2020, NFM kiadványa
- [24] A.G. Drachmann, "Heron's Windmill", Centaurus, 7 (1961), pp. 145-151.
- [25] Dan Chiras: Wind Power Basic, New Society Publishers, 2010. p24-29.
- [26] Pramod Jain: Wind Energy Engineering, McGraw Hill Publications
- [27] Energy information Administration, International Energy Annual
- [28] British Petroleum Statistical Review of World Energy, www.bp.com, 2015.aug.
- [29] Turcotte, D. L.; Schubert, G. (2002), "4", Geodynamics (2 ed.), Cambridge, England, UK: Cambridge University Press, pp. 136–137, ISBN 978-0-521-66624-4]
- [30] Thomas R Blakeslee: Fuel free! Living well without fossil fuels, CreateSpace Independent Publishing Platform (November 20, 2009), ISBN: 144958859X
- [31] Fort Hays State University - Geosciences Dept. 600 Park Street, Hays, KS 67601-4099
- [32] James R. Bolton, David O. Hall The maximum efficiency of photosynthesis, Photochemistry and Photobiology, Volume 53, Issue 4, pages 545–548, April 1991
- [33] G. Boyle. Renewable Energy. Second Edition, Oxford University Press, Oxford,UK, 2004. 107. oldal
- [34] Financial times, The US must take biofuel action to prevent a food crisis By José Graziano da Silva, 2012. aug.9
- [35] Amela Ajanovic: Biofuels versus food production: Does biofuels production increase food prices? Energy, Volume 36, Issue 4, April 2011, Pages 2070–2076, 5th Dubrovnik Conference on Sustainable Development of Energy, Water & Environment Systems
- [36] United Nations Environment, The Environmental Food Crisis: The Environment's Role in Averting Future
- [37] G. Boyle. Renewable Energy. Second Edition, Oxford University Press, Oxford,UK, 2004. Chapter 4.
- [38] Green Energy, Technology, Economics and Policy, Edited by U. Aswathanarayana, 2010 Taylor and Francis Group, ISBN: 798-0-415-87628-5
- [39] Éves jelentés. 2011, Dunaújvárosi Víz-, Csatorna, Hőszolgáltató Kft.
- [40] Éves jelentés. 2012, Dunaújvárosi Víz-, Csatorna, Hőszolgáltató Kft.
- [41] Éves jelentés. 2013, Dunaújvárosi Víz-, Csatorna, Hőszolgáltató Kft.
- [42] Több ezer ajkai maradhat fűtés nélkül, Napi.hu, 2012.12.10.
- [43] Hőerőműháború Dunaújvárosban, Origo.hu, 2004.11.05
- [44] A dunaújvárosi erőműbiznisz, Népszabadság, 2005.03.18.
- [45] Éves jelentés. 2010, Dunanett Kft.
- [46] Éves jelentés. 2011, Dunanett Kft.

- [47] Éves jelentés. 2012, Dunanett Kft.
- [48a] Municipal Solid Waste Incineration, The World Bank, 1999.
- [48b] Tamás J.: Szennyvíztisztítás és szennyvíziszap elhelyezés, Debreceni Agrártudományi Egyetem, 1998
- [49] Barótfi István (Szerk.): Környezettechnika, Mezőgazda Könyvkiadó, 2003.
- [50] A szennyvíztisztítás alapjai, Szerk: Dr. Kárpáti Árpád, 2007
- [51a] G. Knowles, A. L. Downing and M. J. Barrett: Determination of Kinetic Constants for Nitrifying Bacteria in Mixed Culture, with the Aid of an Electronic Computer, Water Pollution Research Laboratory, Stevenage, Hertfordshire
- [51b] Clifford W. Randall, James L. Barnard, H. David Stensel (ed.): Design and Retrofit of Wastewater Treatment Plants for Biological Nutrient Removal, Technomic Publishing Co., 1992
- [52] Felix Schmid, Sewage Water: Interesting Heat Source For Heat Pumps and Chillers SwissEnergy Agency for Infrastructure Plants, Gessnerallee 38a, CH-8001 Zürich, Switzerland
- [53] S.A. Tassou: Heat recovery from sewage effluent using heat pumps, Heat Recovery Systems and CHP, Volume 8, Issue 2, 1988, Pages 141–148
- [54] Peter Liebhard: Energetikai faültetvények, CSER kiadó
- [55] Friedrich E., L. Dimitri, R. Schulzke: Züchterische Maßnahmen zur Steigerung und Sicherung der Produktion und Anbautechnik der Biomasseproduktion in Forstlichen Schnellwuchsplantagen, 1994
- [56] Burger F.: Ökologische Auswirkungen von Energiewäldern, Bornimer Agrartechnisch Berichte, H35. 2004
- [57] Boelke B.: Schnellwachsende Baumarten, 2001
- [58] Gáspár-Temesi: Lineáris programozási gyakorlatok, Tankönyvkiadó, 1990
- [59a] Bernard Colman, Robert E. Beck, Elementary linear programming with applications, Elsevier Science and Technology Books, 1995
- [59b] Silvano Martello, Paolo Toth: Knapsack Problems, Algorithms and Computer Implementations, John Wiley & Sons, Inc. New York, NY, USA, 1990 ISBN:0-471-92420-2
- [60] M. R. Garey, D. S. Johnson: Computers and Intractability: A Guide to the Theory of NP-Completeness. W.H. Freeman, 1979.
- [61] D.S., 1979. Hochbaum: Approximation Algorithms for NP-hard problems, PWS Publishing Company, 1997
- [62] Lueker, G.S. (1975). "Report No. 178, Computer Science Laboratory, Princeton
- [63] Goodrich, Michael T., Tamassia Romerto: Algorithm Design: Foundations, Analysis, and Internet Examples, John Wiley & Sons, 2002.
- [64] Unesco Climate Change 1995, The Science of Climate Change: Summary for Policymakers and Technical Summary of the Working Group I Report, page 22.

8. PUBLIKÁCIÓK

A disszertáció témájában megjelent:

- Göblyös Béla, Prof. Dr. Réger Mihály: *Lokális energiaforrások távhő célú felhasználási lehetőségének vizsgálata*, XXI. Fialat Műszakiak Tudományos Ülésszaka, Kolozsvár, Románia, 2016. március 17-18.
- Göblyös Béla, Prof. Dr. Réger Mihály: *Mathematical model for the optimal distribution of district heat sources*, IEEE 14th International Symposium on Applied Machine Intelligence and Informatics (SAMI 2016) January 21-23, 2016, Herl'any, Slovakia.
- Göblyös Béla, Prof. Dr. Réger Mihály: *Optimal distribution of district heat sources applying mathematical model*, X. Országos Anyagtudományi, Anyagvizsgálati és Anyaginformatikai Konferencia és Kiállítás, 2015. október 11-13., Balatonalmádi, ISBN 978 615 5270 20 8, p103.
- Béla Göblyös, Prof. Dr. Mihály Réger: *Determining the priority of heat sources used in district heating*, SISY 2015. 13th IEEE International Symposium on Intelligent Systems and Informatics, September 17-19, 2015, Subotica, Serbia
- Göblyös Béla: *Távhőszolgáltatás - megújuló energiaforrások?*, Doktorandusz Fórum, Miskolci Egyetem, 2014. november 20.

Más témában megjelent (válogatás):

- Zsolt Csepeli Ph.D., Béla Göblyös, Szilvia: *Köszegi: Some Comparative Test on Traditionally and Thin Slab Cast Rolled Sheets*, EUROMAT '99, European Congress on Advanced Materials and Processes, München, Germany, Sept. 27-30., 1999.
- Béla Göblyös: *Short History of Notch Bend Impact Test*, Junior EUROMAT, Lausanne, Switzerland, Aug 28-Sept 1., 2000.
- Zsolt Csepeli Ph.D., Béla Göblyös, Szilvia: *Köszegi: How Hot Dip Galvanizing Influences the Properties of Welded Joints*, euro-techmat, First European Conference on Advanced Materials and Technologies, Bucharest, Romania, Sept. 10-14., 2000

- Béla Göblyös, Fülöp Zsoltné, Králik Gyula: *Judging of modern steels from the aspect of weldability*, 3. GTE-MHTE-DVS International Welding Conference, Budapest, Hungary, June 6-9., 2000.
- Béla Göblyös, László Tóth: *Short History of Fractography*, **Journal of Material Testers**, 4/2002, ISSN 1215-8410