



Napsugárzás-intenzitás és szélesség-mérő rendszer egy hulladéklerakó dombon, 1. rész

Solar radiation intensity and wind velocity measuring system on a landfill hill, part 1.

^{1,2} Imre Emőke, ^{1,2} Pálinkás Tibor, ^{1,2} Felker Péter, ^{2,3} Bálint Ági, ^{2,4} Nemcsics Ákos, ^{2,4} Ürmös Antal

¹ Óbudai Egyetem, Bánki Donát Kar. Budapest, Hungary, felker.peter@uni-obuda.hu

² Óbudai Egyetem, EKIK HBM Kutatóközpont. Budapest, Hungary, imre.emoke@uni-obuda.hu

³ Óbuda University, Rejtő Sándor Faculty. Budapest, Hungary, balint.agnes@uni-obuda.hu

⁴ Óbudai Egyetem, Kandó Kálmán Kar. Budapest, Hungary, nemcsics.akos@uni-obuda.hu

Összefoglalás

Az Óbudai Egyetem EKIK HBM Kutatóközpontjának koordinálásával a Bánki kar önálló munkát végez a hazai kommunális hulladéklerakókról komplex energetikai hasznosítása céljából egy 2007-ben kezdett kutatás keretében. Partnerek többek között a BME Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék, a Naplopó Kft, az ELTE Meteorológiai Tanszék valamint a KFKI ELKH Energetikai Kutatóközpontja. A kutatás keretében diákok napsugárzás-intenzitás- és szélesség mérést végeznek a Pusztázamori Regionális Hulladékkezelő Központon 1. ütemének dombján, a mért adatokat összehasonlítják a prognosztizált adatsorokkal. A tervezett méréseket, ezen belül a napsugárzás-intenzitás- és a szélességmérő egység prototípusának készítését három részből álló cikksorozat mutatja be, az első rész az előzményeket ismerteti.

Kulcs szavak: napsugárzás intenzitás mérés, szélmérés, kommunális hulladéklerakó

Abstract

As a continuation of a research on the complex energy utilization of the Hungarian MSW landfill hills (started in 2007), the Bánki Donát Faculty of Mechanical and Safety Engineering, Óbuda University is working under the coordination of the EKIK HBM Systems Research Center, Óbuda University. Partners are the Department of Energy Engineering of the BME, Naplopó Kft., the ELKH Energetic Research Center of KFKI and ELTE Meteorological Department. The solar radiation intensity and wind speed measurements are carried out by students on Pusztázamor landfill hill. The measured data are compared with the forecasted data. This work is related to the preparation of the prototype of the solar radiation intensity meter and the wind speed measuring unit, and this is part 1.

Keywords: solar intensity meter, wind speed measuring unit, MSW landfill

1. Bevezetés

Hazánkban a közelmúltban mintegy félszáz korszerű lerakó létesült (1-2. ábra), ezekben most kezdődik meg a depóniagáz oly mértékű fejlődése, hogy annak kármentesítéséről gondoskodni kell (pl. fáklyázással, a depóniagáz elégetése kedvezményes CO₂ kvótával vehető figyelembe). Ezen kívül mintegy 2500 régebbi lerakó van, ahol számolni kell a depóniagáz hatásával. A depónia-gáz

és más megújuló energiaforrás együttes alkalmazásának lehetősége következik a hulladék domb geometriai jellemzőiből (3-4. ábra, szélérőmű tehető a domb tetejére, naperőmű az oldalakra). Építészeti szempontok is érvényesülhetnek a minierőmű és tágabb környezete kialakításánál [3].

2. A kutatás ismertetése

2.1 Irodalmi áttekintés

A megújuló energiaforrásokra építő villamos szigethálózatok tartozéka – szinte minden esetben – egy fosszilis üzemanyagra támaszkodó (dízelmotor) villamos generátor egység, és egy energiatároló. Mennél változatosabb a megújulók energiaforrása (pl. vízerőmű + foto-villamos cellák + szélérőmű), annál kisebb lehet az említett kisegítő egységek teljesítménye. Ahol erre lehetőség nyílik ott mindig célszerű a depónia-gázt, mint villamos energia előállítására szolgáló forrást figyelembe venni. Növeli a hasznosítás költségeit, ha a pillanatnyilag felesleges gázt vagy tárolni (gáztároló, vízbontás nyomástároló), vagy fáklyázni szükséges.

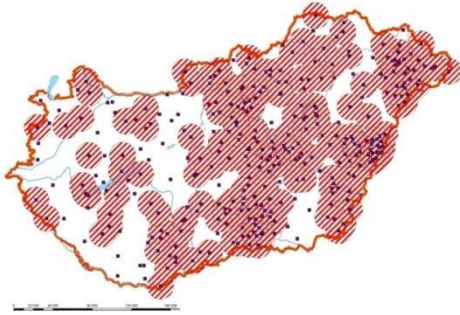
Egy átlagos, kommunális hulladéklerakó 30-40 évig pöfögi az 55-60 százalékos metántartalmú depónia-gázt, s ez alatt térfogata felére-kétharmadára esik össze. Az alábbi depónia-gáz hasznosítási technológiák említhetők: 1. a gáz elégetésével hőenergia előállítása, 2. gázmotorban üzemanyagként villamos energia és hő előállítása, 3. tiszta metán előállítása, 4. kapcsolt rendszerben, napkollektoros melegvíz-előállítás kisegítő fűtése, 5. kapcsolt rendszerben, szigethálózatok villamos energia ellátása, 6. kapcsolt rendszerben, alacsony hőmérsékletű termálvíz ráségítő fűtése ([8]).

Az energiadomb esetén egy fosszilis üzemanyagra támaszkodó (gázmotor) villamos generátor mellett a hulladékdombra napelemek és szélérőművek kerülnek, az első projekt 1999-ben valósult meg Németországban [4-6]. Hazánkban egy korábbi Jedlik és norvég kutatás [1, 2] adatbázist hozott létre a hazai kommunális hulladéklerakókról. A kutatás eredménye [8-20], hogy a nagyobb hulladéklerakók közelében, azok 15 km-es környezetét alapul véve egy decentralizált energetikai rendszer teremthető meg, várhatóan az ország elektromos energiaigényének 10...20%-át fedezve úgy, hogy a szükséges létesítmények nem pl. értékes termő-területeket foglalnak el. Ezzel a potenciállal a hazai energetikai vezetés nem számol [4], ugyanakkor jelentős tartalék lehet a továbbiakban, amelynek egyes elemei a decentralizált jelleg miatt bármikor bekapcsolhatók.

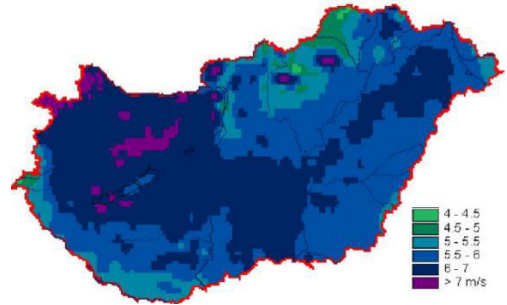
2.2 A kutatás célja

A BME, SZIE és ELTE által 2008-ban készített tanulmányok után önerővel, majd az Óbudai Egyetem EKIK HBM Kutatóközpontja megalakulása után (2020.07.15) a Környezetbarát és Megújuló Energiaforrásokért Alapítvány támogatásával folytatódik, a korábbi és új partnerek valamint érdeklődő diákok bevonásával [9-21].

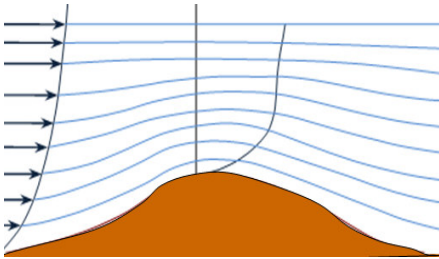
A Pusztaföldi Regionális Hulladékkezelő Központ első ütemben épült dombjának energetikai hasznosításához konkrét tervek készítése mellett a geometria (nap intenzitásra és szélsőségre gyakorolt) hatásának, valamint a felhőhatásnak a vizsgálata folyik, amely többfajta mérőeszközzel kerül megvalósításra. Korábban megkezdődött a szélsőségeknek a dombtető felett 18 m-rel történő mérése (6-7. ábra). E közlemény bemutatja a napsugárzás intenzitásának a gúla alakú domb oldalain (ÉNy, ÉK, DNy, DK), és a domb tetején, valamint a szélsőségek domb felületén – kereskedelmi forgalomban kapható időjárás állomással - történő mérésének előkészítését.



1. ábra A nagyobb (> 80000 m³-es) hulladéklerakók 15 km-es környezete [1-2]



2. ábra A széltérkép 150 m relatív magasságban [9]



3. ábra A domb növeli a szélsébséget



4. ábra Pusztazámor, tervezett szélturbinák



5. ábra Az Energetikai Kutatóközpont mérőegységei

Több meteorológiai mérőegység kerül felállításra a Pusztazámori Regionális Hulladékkezelő Központ 1. ütemében épített hulladék domb tetején, az Óbudai Egyetem EKIK HBM Kutatóközpontja koordinálásával, egyetemi hallgatók számára, akik méréseket végeznek és értékelnek majd. Lesz készen vett, hordozható mérőállomás, és lesz az Óbudai Egyetem által

kialakított mérési rendszer. A közlemény három részből áll. Az első rész az előzményeket ismerteti. Az második és harmadik rész célja az egyetem által kialakított rendszer bemutatása. Ezt az alrendszeret nevezhetjük mérőcellának is, része egy analóg feszültségjelet szolgáltató piranométer, az ahhoz kifejlesztett, szintén analóg feszültség-jelet szolgáltató hőfokérzékelő, valamint egy impulzuszfrekvencia-kimenőjelű eszköz, amely a kanalas anemométer jeleinek kondicionálására, digitalizálására és az ezekből összeállított adatesomagok eltárolására alkalmas.

A KFKI-ban napsugárzás intenzitását különféle napelemekkel és piranométerekkel méri (5. ábra, az érdeklődő Hallgatók készítették 2022. november 16-án). A kutatási munka magában foglalja az ország területére vonatkozó napsugárzás-intenzitásadatok interpolálását. Az együttműködés keretében a diákok – akik egyes lerakókon napsugárzás intenzitás-méréseket végeznek – megkapják ezen lerakók prognosztizált adatsorát, kigyűjtik az egyéb adatbázisok adatait, és diplomamunkák keretében értékelik a mérési adatokat.

2.3 Első eredmények

Háromfajta eszközt telepítünk. A mérőcellán kívül használunk egy, a kereskedelemben beszerezhető időjárás állomást (6. ábra), amely vezeték nélküli, vezeték csak a szélesség mérő és a külső hőmérő (egyben jeladó közt van). Az adatokat maga az időjárás állomás beltéri egysége gyűjti. Ezen kívül korábban egy 18 m magas árboc került a rekultivált hulladéklerakó tetejére (7. ábra). A kanalas, árbocra szerelt szél- sebességmérő műszer üzembe helyezése korábban megtörtént [19], de az érzékelő cseréje szükségessé vált. Ennek menetét a 3. rész ismerteti.

Ez utóbbi szél mérés első eredménye a következő. A szél sebességének mérésére szolgáló eszköz forgókanalas anemométer volt. A [19] diplomamunka keretében a dombtetőn létesített kanalas szél mérő 18 m magas oszlopon telepítették. Az első eredmények szerint, a szélesség napi átlagos aránya a hegy tetején és az alján körülbelül 1,6 volt. A szél mérést értékelő számítások alapján az 1. táblázat adatai a mértékadók. Az 1000 kW-os turbinát min 75 m magas oszloppal kell szerelni és ezért a tengelymagassága a talajszinttől 140m lesz, a 750 kW-os turbinát 65 m magas oszloppal kell szerelni és ezért a tengelymagassága a talajszinttől min 130 m lesz. Ezekkel: 1000kW: a szélesség 6,2 m/s. 750kW: a szélesség 6,0 m/s. 25-30 m relatív szinten 5,3-5,4 m/s lesz (további adatok az 1. táblázatban láthatók).

1. táblázat Az első szél mérésre alapozott számítások eredménye a pusztazámori lerakó esetén

szélturbina	kWh/év	Db	kWh/év
1000 kW	2200000	2	4400000
750 kW	1575000	2	3150000
30 kW	46000	7	322000



6. ábra Időjárás állomás



7. ábra Árbóc a szél méréshez

Köszönetnyilvánítás

A munka a Környezetbarát és Megújuló Energiaforrásokért Alapítvány, a Lakics Kft, a Naplopó Kft, a BME Energetikai Gépek és Rendszerek tanszék, Prof. Dr. Tóth László, Prof. Dr. Weidinger Tamás, Schneider Tamás, Sinkovics Bálint, Mile Gábor támogatásával készült.

3. Hivatkozások

- [1] Biodegradációs technológia kifejlesztése és hatásainak vizsgálata. (2008) NKFP-B1-2006-0008 Jedlik Ányos Pályázati jelentés. Kézirat. 1-13.
- [2] Norvég pályázathoz Seed Money Kutatási Jelentés. BME. (2008). Kézirat. 1-124.
- [3] Nemcsics, Ákos (1999) Ökológikus - környezetbarát építés Budapest, Kandó Kálmán Műszaki Főiskola 1-162.
- [4] A nemzeti energiapolitika stratégiai kihívásai. Kerekasztal beszélgetés. Tudomány Ünnepe. 2022. november. MTA. 2022. november 10. [csütörtök] 9:30 – 13:00.
- [5] Internetes anyag az első energia dombról, Karlsruhe területén. <http://karlsruher-sonnendaecher.de/kasd/public/sopaI/muelldeponiewest?type=system>
- [6] Orth, W., Brauns, J. (1999) Gründung einer Windkraftanlage auf der Hausmülldeponie Karlsruhe-West Bautechnik 76(9).
- [7] Fleming, I.R., Fleming, M.A. & Sharma J.S. (2011) Cyclic loading of waste for design of a

wind turbine foundation on a landfill. Proc Sardinia 2011, 13th Int Waste Management and Landfill Symposium, Cagliari, Italy, 3 - 7 October 2011 CISA Publisher, Italy

- [8] Imre, L., Bitay, B. & Hecker, G. (2008) Megújuló energiaforrások. Egyetemi jegyzet. BME. 4. átdolgozott kiadás. 1-140.
- [9] Imre, E. & Fleming, J. (2012) Energy hill In: Bíró, Károly (szerk.) ENELKO2012 : XIII. Nemzetközi Energetika-Elektrotechnika Konferencia, 13th ENELKO International Conference on Energetics - Electrical Engineering (EMT), 96-102.
- [10] Vikker B (2012) Szélturbina alapozása a pusztazámori hulladékdombon. SZIE, Ybl. Szakdolgozat.
- [11] Tóth L (2014) Hungary wind energy potential and wind turbines on the top of waste landfill hills. Presentation on the Hungarian Academy of Sciences, Technical Sciences, Complex Committee on Chemical and Processing Engineering 2014. 04. 04.
- [12] Imre, E., Firgi, T., Telekes, G., Alföldy-Boruss, M. (2015) Energy Hill Concept and Realization - Smart Landfills 10. Jubileumi Óbudai Energetikai Konferencia - Smart Cities Budapest, Magyarország : Óbudai Egyetem. 145-155.
- [13] Imre, E., Firgi, T., Alföldy-Boruss, M., Tóth, L., Telekes, G., Ösz, J., Mészáros, J., Hortobágyi, Zs. & Fleming, J. (2015) Energy hill In: The 6 th International Workshop on Hydro - Physico - Mechanics of landfills 90-94.
- [14] Imre, E., Bálint, Á., Firgi, T., Telekes, G., Hortobágyi, Zs., Ösz, J., Takács, A., Törös, E. Fleming, I.R. (2021-2022) CPTu dissipation and various other tests of a landfill design In: Proceedings ISC6 <https://doi.org/10.53243/ISC2020-341>.
- [15] Novothny, F., Imre, E., Szekeres, B., Pálvölgyi, T., Kádár, P., Bálint, Á., Tóth, L., Schneider, T., Elek, I. Törös.E. (2018) Energy Hill - MSW Landfill Hill Poszter, 9th ICEEE-2018.
- [16] Litovszki, G. (2017) Hulladéklerakó dombokon létesült napelemes erőművek műszaki és gazdaságossági lehetőségei a Pusztazámori és Dunakeszi II. sz. lerakón szemléltetve. BME Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék, Szakdolgozat.
- [17] Szekeres, B. (2018) Szélturbina tervezése a Pusztazámori Regionális Hulladékkezelő Központ területére. ÓE, Kandó, BSc. Szakdolgozat.
- [18] Pálvölgyi, T. (2018) in Pusztazámor. ÓE, Kandó, BSc. Szakdolgozat.
- [19] Kasperek, M. (2020) Szélsébség-mérés a pusztazámori hulladékdombon. ÓE, Kandó, BSc. Szakdolgozat.
- [20] Wang, Y. (2020) Hydro-Bio-Mechanical Modelling of Landfill Waste ÓE, Rejtő, BSc. Thesis.
- [21] Tanui, L. Taneja, P. and Habaguhirwa, V. (2022) Feasibility of pv solar panels, wind turbines installation and development of a data acquisition system for measuring solar irradiance on Pusztazámor landfill site. 13th ICEEE-2022 Online Conf. presentation.
- [22] Taneja, P. et al (2022). Setting up DAS for pyranometer and anemometer. The 13th ICEEE-2022 Online Conf. Poster.
- [23] Internetes anyag: Kipp & Zonen: CM series Pyranometer range, Pyraometers for atmospheric research and industry.