

Makszin Mihály, Molnár Zoltán, Samu Soma József, dr. Pálfi Judith: Pavegen[©] burkolat alkalmazása a Margit-szigeti futópályán

Makszin Mihály, Molnár Zoltán, Samu Soma József, dr. Pálfi Judith

Óbudai Egyetem, Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar, Budapest, Hungary, email:
makszin.miso@gmail.com ; molzoli233@gmail.com ; soma.samu2002@gmail.com ;
palfi.judith@kvk.uni-obuda.hu

Absztrakt: A mi csapatunk célja a Margit-szigeti futópálya jövőbetekintő megújítása áramfejlesztő burkolattal, amit a közvilágítás ellátásához használnánk fel, ezzel létrehozva a világ második energiatermelő futópályáját. A futópályához használt járólapok rendelkeznek egy saját applikációval is, ami egy pontos lépésszámláló, mely megmutatja a futás során megtermelt energia mennyiségét. Az általunk kiépített rendszerrel lehetőség nyílik a lokális energiaellátásra, amely az egyre nehezedő energiakrízis helyzetében fokozottan értelmet nyer, hiszen a centralizált hálózat terhelése helyett, ami esetleg a jövőben bizonytalanná is válhat, a helyi energiatermelést részesítjük előnyben, így kialakítva egy „mini-grid” típusú energetikai hálózatot, mely leveszi a terhet a nemzeti hálózatról. Mindazonáltal a projekt közkezdő növelő hatása is szignifikáns, hiszen egy új, vonzó, zöld, önfenntartó rekreációs, és sportpark kerül kialakításra a szigeten, így növelve a látogatók számát. A projekt megvalósítása, a Margit-szigeten található futópálya teljes területének újra tervezésével, ún. energiatermelő járólapokkal történt. Ezen járólapok a rájuk nehezkedő súly hatására speciális módon elektromos energiát állítanak elő. Ezt az energiát megfelelő méretű akkumulátor telep tárolja, mely sötétben biztosítja a futópálya egész területén lévő világítás energiaszükségletét.

Keywords: Pavegen[©], Áramfejlesztő burkolat, Decentralizált hálózat, Zöld, Akkumulátor

1. Bevezetés

Napjainkban hatalmas kihívást jelent az egyre növekvő villamosenergia-szükségletünk fedezése. A fosszilis energiahordozók fokozatos fogyatkozása miatt, ha jövőbe tekintően szeretnénk villamosenergia-hálózatainkat kialakítani, elengedhetetlen a megújuló, és alternatív energiaforrásokat figyelembe vennünk. A fosszilis energiahordozók azon tény mellett, hogy 50-100 éven belül kimerülnek¹, és már alternatívát kell keressünk, szignifikáns mértékben károsítják bioszféránkat, és bolygónk légkörét.

A projektünk keretén belül megtaláltunk egy diverz módon felhasználható alternatív energiaforrást, amely hogyha a megfelelő támogatást, és nagyüzemi gyártást elérné, valóban megoldást adhatna korunk nagy problémájára. Ez az alternatív energiaforrás a Pavegen[©] vállalat villamosenergia termelésre képes burkolata, amely a rajtuk közlekedő emberek által képesek kismennyiségű villamosenergiát előállítani.

Hazánkban fővárosunk Budapest, a legnépesebben lakott, legnagyobb népsűrűségű város, így amennyiben energiatermelés diverzifikálással szeretnénk próbálkozni, itt a legcélszerűbb, hiszen rengeteg adatot nyerhetünk ezen kísérletekből. Mi is így tettünk, projektünkben a Margit-szigetre fókuszáltunk elsősorban, mint kísérleti „alanyunkra”. A Margit-sziget hatalmas

turisztikai, és rekreációs vonzerővel bír, földrajzilag a város „közepe”, így a városfejlesztésben is prioritást élvez.

A leglátogatottabb területe a szigetnek a Rekortán szigetkör, így erre összpontosítottunk területfejlesztési elképzelésünk során. Ez a futópálya 5300 méter hosszú, a nyomvonal nagyrészen szélessége 1,4 méter, de néhol eléri az 1,8 métert is. Így a burkolt futófelület $\sim 7500\text{m}^2$. Ez a felületméret, és a futók száma, már alkalmas a jelentős energiatermelésre a Pavegen[®] burkolattal.

2. Eddigi megvalósult projektek

A Pavegen[®] vállalat jelenleg több mint 200 projektet vezet, 37 különböző országban. A vállalat legfőbb célja egy olyan decentralizált villamosenergia termelő hálózat létrehozása, mely nem függ a központi hálózat állapotától, terheltségétől, így bármilyen körülmények között képes az adott telepítési helyszínen biztosítani a villamos-energiaellátást. Az eddigi megvalósult projektek, kísérletek nagyrésze olyan helyszínen került kivitelezésre, amely nagyon frekvenciát, hiszen így maximalizálható az energiatermelés. A projektek között felfedeztük, hogy egy kísérleti, kisméretű, beltéri futópályát megvalósítottak Hong Kongban, ezzel is megerősítve minket, abban, hogy a kellő anyagi erőforrások mellett, megvalósítható a tervezett felújítás, és nemzetközileg is első lenne a piacon egy ilyen mértékű alternatív energiaforrás valóságos alkalmazása permanens kereteken belül, és nem kísérleti célokból.

Rengeteg helyszínen kísérleti céllal telepítésre kerülnek a lapok, ezzel is hatalmas mennyiségű adatot kap a gyártó a lapok állapotával, strapabírásával, teljesítményével kapcsolatban. Legnépszerűbb helyszínek, ahol megtalálhatóak ilyen burkolatok: fesztiválok, szórakozóhelyek tánctere, Heathrow repülőtér, focipályák, edzőtermek. A lapok folyamatos fejlesztés alatt állnak, már több iteráción mentek keresztül. A Hong Kongban telepített lapok harmadik generációsak, amelyek az előző verzióhoz képest közel 200x annyi energiát képesek termelni.



The Quayside: Hong Kong, kísérleti futópálya



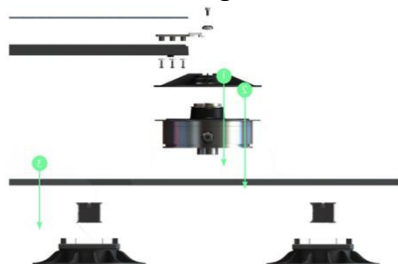
3. generációs Pavegen burkolat

3. Járólapok technikai adatai

Jelen cikkben a harmadik generációs járólapokkal foglalkozunk, így ezek specifikációi a mérvadóak. Minden járólap egy 500mm-es ekviláterális háromszögből áll, amelynek a három csúcsában található illesztési pontnál 3 generátor helyezkedik el. A háromszögletű kialakítás

miatt maximalizálható a lépések által termelt energia, hiszen bárhova lépnek rajta, minden pillanatban 3 generátort érint a lépés. A járófelület, amellyel a felhasználó érintkezik, rendkívül strapabírónak kell lennie, erre a célra a GRP, azaz üvegerősített műanyagot találták legmegfelelőbbnek, amely egy polimer mátrixból és üvegszál-erősítésekből álló műanyag típus. Mind a generátor háza, és a kompozit járófelület képes 9kN folyamatos nyomóerőt szerkezeti sérülés nélkül elviselni, a nagy erőtürésen kívül a generátor IP68 besorolással rendelkezik, így minden időjárási körülmények között termelésre készek.

A termelés tekintetében, az új fejlesztésnek köszönhetően, és a háromszögletű járófelület kialakítása miatt, szignifikáns energiatermelésre képesek a lapok. A termelés működési elve a



*Pavegen 3. generációs járólap,
robbantott nézet.*



Pavegen 3.generációs Tile, generátor egysége

következő: Amennyiben a járólapokra valaki rálép, egy maximum 10mm-es depresszió jön létre, és ez az elmozdulás egy a Pavegen[®] által birtokolt szabadalom elvén átalakul forgómozgássá, tehát amint lenyomásra kerül egy lap a generátorokban egy lendkerék megpördül, és ez képes forgási energiát tárolni, így elnyújtott ideig képes energiát termelni. A hatásfoka ennek a folyamatnak sokkal nagyobb, ha sokan egymás után rálépnek ugyanarra a lapra, hiszen folyamatos energia befektetéssel a lendkerék mozgásban tartható, és nem kell többlet energiát felhasználni a kerék elindításához. A lendkerék, és az erre rögzített mágnesek alkotják a generátor forgórészét, és a periferián elhelyezett tekercsek, amelyekben indukálódik az áram, alkotják a generátor álló részét. Az axiális erő effektív átalakítása forgó energiává a kulcs a használható mennyiségű áram termeléséhez, és ezt szabadalmaztatta a Pavegen[®]. A járólapok ezen fejlett technológia által átlagosan 5W energiát képesek termelni normál sétálás, és nem intenzív lap depresszió esetén, azonban a mi felhasználási területünk egy futópálya, így a lapok intenzívebb depresszióval, és sebességgel fognak találkozni, így akár a csúcsteljesítmény elérheti a 8W/lépés értéket is.

Az energiatermelés mellett, fontos indikátorokként is használhatóak ezek az okos járólapok, hiszen hálózatra való csatlakoztatásukkal rengeteg fontos információt tudnak szolgáltatni az adott telepítési helyszínről, többek között, hogy egy adott perióduson belül hány ember fordult meg az adott helyen, milyen irányba közlekedtek többen, értesítést tud adni, hogyha valaki arra a helyre indulna amikor sokan tartózkodnak ott az érzékelők szerint, és javasol egy másik kevésbé zsúfolt állomást például. Vagy marketing szempontból fontos visszajelzést kaphatnak a környéken lévő üzletek, hogy mikor vannak ott emberek általában, mikor kell friss árukkal várni a lakosságot, és még megannyi felhasználása lehetséges. A mobileszközre letölthető alkalmazásban lehetőség van nyomon követni mennyi energiát termeltünk a lépéseinkkel, és egyféle digitális egyenleget is gyűjthetünk, amennyiben az adott telepítő szervezet/cég ezt engedélyezte, és például a megtermelt energia ár-értékének megfelelően tudnánk támogatást küldeni, ugyanabban az ár-értékben különböző helyekre, ahol éppen erre szükség van.

4. A Margit-sziget viszonylata

A szigeten található futópálya világítási rendszerét, és további rendszereket működtetnénk a kiépített alternatívánkkal. Egyre több ilyen decentralizált termelésre van, és lesz a jövőben szükség, ami egy lépéssel közelebb hozza az önfenntartást, ami képes lenne hatalmas terheket levenni a központi hálózatról, továbbá a hálózat használatáért sem lenne szükséges fizetni, ha termelésünk elegendő, emellett, nem kéne tartani a bizonytalan eseményektől a hálózaton, amik befolyásolhatják a biztonságos működését egy adott létesítménynek. Ma is van lehetőség például napelem telepítésekor sziget-üzemi működésre, amely természetesen akkor működő képes, ha éjszakára, és alacsony termelési kvótájú időszakokra képesek vagyunk tárolni az energiát, valamilyen akkumulátorban.

A Margit-szigeti futópálya 2011-ben 72 darab egyenként 18W teljesítményű LED izzókat tartalmazó világítóoszloppal került felszerelésre⁴, Amellyel így egy egészen energiatakarékos ~1500W összteljesítményű világítási rendszert kapunk. Amennyiben ezt a rendszert estétől (19:00-tól), reggelig (6:00-ig) üzemeltetjük, ~17kWh energiát használunk fel, ez egy hónapra vetítve csupán ~510kWh. A lapjaink fentebb említett specifikációja alapján, egy lépéssel átlagosan 5W energiát termelhetünk futó körülmények között, ezen adatok alapján ha egy átlagos futó 1 órát fut 1Hz-es lépés gyakorisággal, akkor 1 óra alatt 3600 lépést tesz meg a pályán, ezzel 18kWh energiát termelve. A fentebb kiszámított 17kWh energiafelhasználás azt mutatja, hogy már egy ember képes lenne 1 óra folyamatos futással az egész futópálya energiaellátását fedezni, ha minden lépése a járólapunkra esne, azaz, ha a pálya egész felülete Pavegen lapokból állna.

5. Költséganalízis, kivitelezési taktika

Ahhoz, hogy megállapíthassuk hány darab Pavegen Tile-ra van szükségünk az általunk kitűzött termelési cél eléréséhez, egy több paraméteres analízist kell végezzünk.

- A kitűzött céltermelés 17kWh
- A gyártó által megadott adatok alapján, a V3 lapok darabonkénti MSRP ára 100-160 USD, ami átszámítva 41-66 ezer Forint közé tehető
- A lapok tervezett élettartama 5 év, és ezután minden alkatrészük újrahasznosítható
- A futópálya összesen burkolt rektorán felülete 7500m²

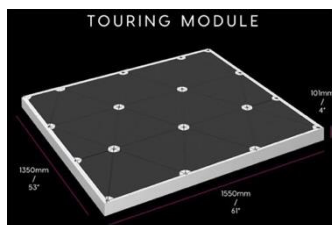
A költségtervezetnél több lehetőséget is megnéztünk, egyik esetben a minimumra törekszünk, második esetben hogyan alakulna a termelés ha adott szakaszokon lenne Pavegen lap, és harmadik esetben ha nagy költségvetéssel, az egész futófelület cseréje bekövetkezne. Számításaink során napi 500 futóval számoltunk, akik 1 óra folyamatos intenzív futást végeznek, 1 Hz lépésgyakorisággal:

Minden számítás során adott az 500 futó által megtett lépések száma, ami az 1 Hz lépésgyakoriság végett, 500*3600 lépés, ha 1 órát futnak. Ami 1.800.000 lépést jelent. A szükséges teljesítmények esetén 20% túlméretezéssel számolunk, az esetleges fel nem fedezett veszteségek, és bővítés lehetősége végett.

1. Táblázat
szükséges burkolat mennyisége, és költsége

	Minimum szükséges termelés elérése: 17kWh(20kWh)	Bizonyos szakaszok lefedése esetén: 1Mrd Ft költségvetésből (500 Millió Ft) 1699,2 kWh termelés	Teljes pályalefedettség esetén: 9000kWh termelés
Szükséges burkolat:	17m ² stratégiailag elhelyezve.	1416 m ² lefedése	7500m ² lefedése
Touring module(18db lap)	1350mm x 1550mm 9 modul szükséges	1350mm x 1550mm 677 modul szükséges	1350mm x 1550mm 3585 db modul szükséges
Költség:	(9*18*66000Ft)= 10.692.000Ft	(677*18*41000Ft)= 499.626.000Ft	(3585*18*41000Ft)= 2,646 Mrd Ft

A gyártó által készített ún. „Touring Module” egy könnyen telepíthető 1350mm x 1550 mm dimenziójú modulok, tökéletesen felhasználhatóak a mi esetünkben is. Egy ilyen modul 18 db lapot tartalmaz téglalap alakban elrendezve, így például egy folyosóra tökéletesen telepíthető. Számításaink során első esetben a minimumra törekedtünk, ami fedezné a futópálya folyamatos energia szükségleteit, ami naponta túlméretezéssel 20kWh.



*A gyártó által készített moduláris
kivitel, 18 lap, 2, 0925m²
járófelülettel*

Ha 1 óra futással számolunk 1 napra, 500 emberrel, a napi lefutott órák száma 500h. Feltételezünk egy 1Hz es lépés gyakoriságot, így az 500h alatt megtett lépések száma 1.800.000db. Ez minden esetben állandó, és a lapok termelése is állandó, így a megtermelt energiát az befolyásolja, hány darab, és hova kerül elhelyezésre a lapokból.

A maximális teljesítményből kiindulva, ami akkor releváns, ha a futófelület 7500m² területét végig Pavegen lapokkal burkolnánk le, egészen meghökkentő 9000kWh/Nap villamosenergia termelést kapnánk. ($\frac{\text{lépések száma} \cdot \text{lap teljesítmény}}{1000} = E_{\max}[\text{kWh}]$) Ennek az anyagköltsége is kirívóan hatalmas lenne, 2,646 Mrd Forint. (*Touring modulok száma * 18 * lap darab ár = Költség*). Ez a mennyiségű pénz talán soknak hangzik, de ez egy megtérülő befektetés a jövőbe, hiszen hatalmas mennyiségű energiát képesek lennénk megtermelni,

függetlenül az időjárástól, szinte láthatatlanul, ami egy belvárosi területen egészen nagy prioritás, hiszen nem szeretnénk a látképet napelemekkel, kollektorokkal, esetleg vertikális szélérőművekkel elrontani, emellett számításaink során az energiafelhasználást felülbecsültük, és a futók számát, és futási idejüket alá, így ez a megtermelt energia a jövőben még több is lehet. Ezen számítást követve tudjuk, hogy az így maximálisan kihozható energiatermelés 9000 kWh, ami a nekünk szükséges 20kWh 450-szorosa, Így logikusan adódik, hogy a változók közül a lapok által lefedett területtel tudunk változást elérni, tehát ha 7500 m² lefedettség 9000kWh energiát termel, akkor ennek a 450-ed része az általunk kimért 20 kWh teljesítményt megadja. Ez méreteken egy 17m² fedett területet jelentene, ami költségek tekintetében egy elfogadhatóbb 10.692.000 Ft-os beruházást jelentene. Harmadik esetként egy konkrét pályázati költségvetésből számoltunk, ahol az egész projekt kivitelezésére, munkaerővel, lapokkal, akkumulátorokkal, ezekhez szükséges erőforrásokkal, 1 milliárd forint jut. Ez esetben a költségvetés 50%-át a Pavegen harmadik generációs lapjaira fordítjuk, és ehhez alakítjuk ki a további szükséges projekt elemeket. Amennyiben 500 millió forint értékben van lehetőségünk lapokat vásárolni, az a fentebb már említett számítások alapján 1416 m² lefedésére elegendő. Ez is egy hatalmas terület, energiatermelés tekintetében hiszen így is képesek lennénk 1699,2 kWh energiát megtermelni a megadott számítási paraméterekkel.

Ha figyelembe vesszük a lapok 5 éves biztosított élettartamát, és a villamosenergia árakat, kiszámítható, hogy mekkora megtakarításokkal rendelkezünk az 5 éves élettartam végére, esetleg, hogy megtérül-e a telepítés, és kivitelezés, így minden következő ciklus telepítése kvázi „ingyen” történik.

2. táblázat
szaldó termeléshez viszonyított költségek

	20kWh/Nap termelés 5év:(3500kWh)	1699,2 kWh/ Nap termelés, 5év:(3101MWh)	9000 kWh/ Nap termelés 5év: (16425MWh)
Megtermelt energia ára(2022.11.1) 5 éves ciklusra(egyetemes A1:166,54Ft/kWh) ⁵	6.078.710 Ft	516.447.201 Ft	2.735.419.500 Ft
Szumma költségek(Lapok)	- 4.613.290 Ft	+ 16.447.201 Ft	+ 89.689.500 Ft

Ezen táblázatból leolvasható, hogy még a legrosszabb teljesítési paraméterekkel is számítva, a rendszer 3ból 2 esetben képes profitot termelni, így az 5 éves ciklus végén van költség keret újra lecserélni őket.

A projekt legfőbb célja az alternatív energia használata, amivel teljesen önfenntartóvá válhatunk, de nem szabad elfelejtkezni a környezetkímélő mutatókról sem. Nézzük hogyan alakul az 5 éves ciklus alatt a rendszerünk által kiváltott szén-dioxid mennyisége:

3. táblázat
megtermelt energia CO₂ kiváltása

	5 éves 36500kWh termelés esetében:	5 éves 3101MWh termelés esetében	5 éves 16425MWh termelés esetében
kiváltott CO ₂ mennyisége (1kWh=0,269kg CO ₂) ⁶	9818,5 kg ~10 tonna	834.169 kg ~834 tonna	61.059.479 kg ~61000 tonna

Ezen adatok alapján belátható, hogy a jelenlegi magyar villamosenergia-termelési rendszer helyett az alternatív energiaforrásunkat válasszunk, már ilyen kis lefedettségben is mint egy futópálya, nagy mennyiségű szén-dioxid kibocsátást válthatunk ki.

Következő kihívást a projektben az energia tárolása jelentette, ezzel következő fejezetben foglalkozunk.

6. Az energia tárolása 7,8,9,10

Az energia tárolásának módja is fontos tényező. Olyan akkumulátort kerestünk, ami szélsőséges körülmények mellett is funkcionál, rendelkezik a megfelelő kapacitással, nem kell sokat foglalkozni karbantartásával, és környezetbarát is, emellett pedig biztonságosak. Az akkumulátorok használata a központi hálózatról is képes egy nagyobb terhet levenni, teljes önfenntartást jelentene energiagazdálkodás szempontjából, telepítésük után nem jelentene gondot az energia beszerzése, ugyanis a megtermelt felesleges energiát így el tudnánk tárolni. Többféle akkumulátor használata is felmerült, de végül a LiFePO₄ akkumulátorfajta mellett döntöttünk.

4. táblázat
Li-Ion és LiFePO₄ tulajdonságainak összehasonlítása

	Lítium-ion	LiFePO ₄
Ciklus élettartam	500-1000 ciklus	1000-10 000 ciklus
Fajlagos energia	100-265 Wh/kg	90-160 Wh/kg
Működési hőmérséklet tartomány	-25° C – 60 ° C	-20° C - 60° C

Ezen típusú akkumulátorok számos előnnyel rendelkeznek egy Lítium-ion akkumulátorhoz képest is. Nagy kapacitásuk mellett sokkal biztonságosabbak, kevésbé tűz- és robbanásveszélyesek. Működési hőmérséklet tartományuk -20 és +60 Celsius fok között van, ilyen szélsőséges időjárás pedig nem fordul elő Magyarországon, ezért fenntartásuk sem fog bonyodalmat okozni.⁷ Mivel nem tartalmaznak mérgező anyagokat, nagyfokú veszélyes hulladéknak sem minősülnek. A LiFePO₄ akkumulátor kémiai összetétele és kisebb energiasűrűsége miatt azt jelenti, hogy biztonságosabb, gyulladásveszélye minimális. Élettartamuk is jelentősebb, nagyjából 1000 – 10000 ciklus. Igaz, a Lítium-ion akkumulátorok fajlagos energiája nagyobb, de ez hordozható eszközöknél jelent előnyt, számunkra ez lényegtelen. Emellett, egy lítium-kobalt akkumulátorhoz szükséges kobalt mérgező és bányászata jelentős etikai kérdéseket is felvet, egy LiFePO₄ akkumulátor pedig újrahasznosítható is. A tárolást 5 db párhuzamosan összekötött Volta's 5,12 KWh-s akkumulátorral oldanánk meg. Ezek CAN-busz portokon keresztül kommunikálnak, megosztva a cellaparamétereket. Egy ilyen akkumulátor 1 250 000 Ft-ba kerül, így az öt darab

6 250 000 Ft-ra jön ki. Ezek élettartama miatt elég lenne 10 évente cserélni őket, tehát 5 évre számolva az árak 3 125 000 Ft lenne. Az energiatárolása mellett, a hálózatba való visszatáplálás le lehetőségét is meg kell adni, így szükséges egy nagy teljesítményű inverter is. Inverternek a Huawei egyik eszközét használnánk, kedvező paraméterei, és kapacitáshoz mért alacsony ára miatt. ez 2 100 00 Ft-ba kerülne. Az akkumulátorok, és az inverter tárolására egy monolit vasbeton falakból épített transzformátorházat alkalmaznánk^{10,11}, előnyük, hogy ideális körülmények között előszerelt állomások, méretük pedig majdnem elhanyagolható. A 3,2x4,18x3,32 méter nagyságú blokkot a sziget nyugati oldalán, a Nyugdijasok rétje és a strand között helyeznénk el, ez egyszeri 5 000 000 Ft-ba kerülne. Az ezeket összekötő földkábelek ára az egész szigetet behálózva további 5 500 000 Ft beruházást jelentene, ez lefedi az egész sziget közvilágításához szükséges földkábelt. Ez azt jelenti, hogy az első öt évre ez **15 725 000 Ft + építési költséget** jelent, azonban a következő öt évben az állomást és a kábeleket nem kell újraépíteni, tehát akkor már a második, és harmadik esetben is képesek lennénk profitot termelni.

5. táblázat
Termeléshez viszonyított építési, és burkolatköltségek

	20kWh/Nap termelés 5év:(3500kWh)	1699,2 kWh/ Nap termelés, 5év:(3101MWh)	9000 kWh/ Nap termelés 5év: (16425MWh)
Megtermelt energia ára(2022.11.1) 5 éves ciklusra(egyetemes A1:166,54Ft/kWh) ⁵	6.078.710 Ft	516.447.201 Ft	2.735.419.500 Ft
Szumma költségek	- 7.738.290 Ft (egyszeri -10.500.000 és építési költség)	+ 13.322.201 Ft (egyszeri -10.500.000 és építési költség)	+ 86.564.500 Ft (egyszeri -10.500.000 és építési költség)

7. Szociális, turisztikai hatások

A sziget futópályája nagyon híres a futni vágyók körében, az év során számos futóversenynek ad otthont. Egy ilyen fejlesztéssel a mostaninál is nagyobb híre lehetne a pályának. Nem csak belföldi, hanem nemzetközi visszhangja is lenne egy ilyen volűmenű projektnek, feltehetőleg egy-egy megrendezett versenyen, aminek része a futópálya is, a mostaninál is nagyobb létszámra, és érdekeltségre tenne szert, ezáltal több márka lenne érdekelt a versenyek bármilyen formájú támogatásában. Ezen felül, biztosíthatjuk, hogy a hobbi futók köre is nőne, több embert elragadna a projekt újszerűsége, és kipróbálnák magunkat a sport világában. Sokan eljönnének a "látványosságot" kipróbálni és lehetséges, hogy ez által számos ember szeretne bele a futásba, mint sportágba. A megvalósult projekt ezen felül egy turisztikai célponttá is válna Budapesten belül, hiszen a járólapok egyelőre nagyon kevés helyen vannak folyamatos használatban. Sok ember figyelmét lehetne felhívni az öfenntartás, a környezettudatosság és a spórolás fontosságára, ami a mai világban egy kifejezetten releváns téma.

Napjainkban egyre nagyobb gondot jelent az egészségtelen életmód. Ez származik az egészségtelen táplálkozásból és a mozgás hiányából. A város lakói túlságosan belefásulnak a szürke hétköznapiakba. Valamivel meg kell ragadni az érdeklődésüket, hogy nyissanak valami

új felé amit eddig még nem próbáltak. Ezen projekt megvalósításával az energia zölden történő megtermelésén kívül, hozzájárulna még a város lakóinak ösztönzéséhez, hogy változtassák meg életmódjukat. Sokan vannak akik eddig kerültek a sportot, viszont ez a forradalmi futópálya rengeteg ember figyelmét keltene fel, és mozgásra ösztönözné azokat is akik eddig nem végeztek rendszeres testmozgást. Ha már csak egy személyt sikerül ösztönözni, hogy belekezdjen valamiféle új tevékenységbe, sokkal nagyobb esély van arra, hogy megszereti azt a tevékenységet és rendszerességgel fogja folytatni, ezzel ösztönözve ismerettségi körét is, ugyanis a sport fontos része az ember életének. A testmozgás fitten tartja a testet emellett a szellemi koncentrátságban is segít. Sokan vannak akik nem tudják levezetni a feszültségüket és ez előbb utóbb depresszióhoz vezethet, viszont a sport ilyen helyzetekben rengeteg embernek nyújtott már segítséget. Jelen esetben a futás segít a hétköznapi problémák elfeledésében, mivel ilyenkor az agy „kikapcsol”. Emellett a város egyik legszebb területén a természetben van lehetőségük mozogni az embereknek.

8. Nemzeti közvélemény

A korszerűsített futópálya további nagy előnye a főváros hírnevének öregbítése. Ilyen elektromos energiát termelő járólap egyelőre kevés országban található, így nagy hírnevet kapna a város. Emellett külföldi turistáknak plusz látnivalót kínálna e látványosság, mely növelné a Margit-Sziget látogatottságát, továbbá külföldi újságokba és weboldalakra kerülne fel a főváros, így reklámként is funkcionálna a város számára, mely vonzaná a turistákat.

A projekt megvalósításához az állami, vagy uniós pénzeket, esetleg a gyártó befektetésén kívül, pályázat formájában lehetne hozzájárulni. Manapság mindenhol nagy viszhangot kap a környezetszennyezés mentesen megtermelt villamosenergia és ezen törekvések támogatása mely nagyban növeli a pályázat sikerességét.

Összegzés

Napjainkban nagy kihívást jelent az egyre növekvő villamosenergia-szükségletünk fedezése, melyre alternatívát kell keressünk. Projektünk egy energiatermelő futópálya részleteinek a kidolgozására irányult. Ez az alternatív energiaforrás a Pavegen® energiatermelő járólapja. Megvalósítása a Margit-Szigeten valósulna meg. Az itt található futópálya futófelülete $\sim 7500\text{m}^2$. Minden járólap egy 500mm-es ekvilaterális háromszögből áll, amelynek a három csúcsában található illesztési pontnál 1-1 generátor helyezkedik el. A háromszögletű kialakítás segít maximalizálni a lépések által termelt energiát, mivel bárhova lépnek rajta, minden pillanatban 3 generátor termeli a villamos energiát.

Továbbá, színesebbé teszi a termék használatát a mobil eszközre letölthető alkalmazás, mely lehetőséget ad nyomon követni mennyi energiát termeltünk a lépéseinkkel, hol hány ember tartózkodik az adott időben. Az ismertetés utáni lépésben fel kellett mérnünk a futópálya energiaszükségletét, majd a járólapok energiatermelését. A Margit-szigeti futópálya LED izzókat tartalmazó fénytestekkel került felszerelésre 2011-ben, amely egy $\sim 1500\text{W}$ összteljesítményű világítási rendszert jelent. Amennyiben ezt a rendszert az napnyugtától,

napkeltéig üzemeltetjük, ~17kWh energiát használunk fel. A járólapok, egy lépéssel átlagosan 5W energiát termelnek futó körülmények között, ezen adatok alapján egy átlagos futó, futásával 18kWh energiát képes megtermelni.

A továbbiakban három opciót vetettünk fel. Az első mikor minimum szükséges termelés elérésére méreteztük a futópályát, azaz 17-20kWh-ra. Ebben az esetben a szükséges burkolat 17m². Ennek a költsége 10.692.000 Ft. A második esetben egy nagyobb szakasz beépítése volt a cél melyhez a szükséges összeg 500 millió forint. Ezzel a megoldással 1416 m² felületet borítottunk volna le. Ez a mennyiségű járólap 1700 kWh energiát termelt naponta. Az utolsó esetben a futópálya egész felületét újítottuk volna fel, mely 9000 kWh össztermelést jelentett volna. A megvalósításához szükséges összeg 2,646 Mrd Ft.

Majd összegeztük az öt éven belül megtérülő költségeket, szén-dioxid megtakarításokat, mely adatok a táblázatokban láthatóak. Nagy kérdést vetett fel az energia eltárolása mivel a napközben megtermelt energiát estére kell eltárolni. Végül a LiFePO₄ akkumulátorfajta mellett döntöttünk. Ennek a paramétereit a fenti táblázatban olvashatjuk. Végül kitértünk a projekt emberekre gyakorolt hatására, melynek eredményeként azt vontuk le, hogy ezen technológia ösztönzi a népeiséget a sportos, egészségesebb életmódra, és képes lenne nemzetközi hírnevet szerezni Budapestnek, ezzel turisztikai, és tudományos fellendülést hozva.

Hivatkozások:

- [1]: <https://group.met.com/en/mind-the-fyouture/mindthefyouture/when-will-fossil-fuels-run-out>
- [2]: <https://www.pavegen.com/about>
- [3]: <https://patents.justia.com/patent/8736088>
- [4]: <https://budapest.hu/Lapok/Takarékos-módon-vált-teljessé-a-margitszigeti-futópálya-világ%C3%ADtása.aspx>
- [5]: <https://www.mvmnext.hu/aram/servlet/download?type=file&id=15559>
- [6]: <https://greendex.hu/igy-elozne-a-magyar-aramszektor-az-eu-t/>
- [7]: <https://nrgreport.com/cikk/2022/01/10/uj-eletre-kelhetnek-a-litium-akkumulatorok/>
- [8]: <https://lithiumhub.com/lifepo4-batteries-what-they-are-and-why-theyre-the-best/>
- [9]: <http://m.hu.starlightbatterie.com/news/comparison-of-lifepo4-and-li-ion-batteries-44050596.html>
- [10]: <https://enertech.hu/enertech-eloszerelt-transzformatorallomasok>
- [11]: https://enertech.hu/transzformatorallomasok-dokumentumok?gclid=Cj0KCQjwqoibBhDUARIsAH2OpWhi_cLi-uq751vVBba_cms95SdYGHqGQAifv6j3rKg40DGL5Vc7UD8aAs1qEALw_wcB