

Szilvási Marcell

## Terepfelmérés és modellezés egyvonalas létesítmény megtervezéséhez

*A Miskolci Egyetem sportközpontja területére tervezett rekortánborítású futókör megtervezése. A terepi geodéziai adatgyűjtés egy totál mérőállomás és a hozzá tartozó prizma segítségével történt meg. Az adatfeldolgozás és a terepi modellezés a Microsoft Excel, majd a Golden Software Surfer programmal történt. Három különálló nyomvonalterv készült el, amelyeknek vannak előnyei, hátrányai. Ezen tervek különböző nyomtáv szélességeihez költségkalkuláció is készült árajánlatokra támaszkodva.*

**Kulcsszavak:** totál mérőállomás, földmérés, felszínmodellezés, Surfer, futópálya

### 1. Bevezetés

A Miskolci Egyetem teljes sportközpontja körül korábban futókört terveztek, azonban technikai akadályok miatt annak kivitelezése meghiúsult. Ezt újragondolva rövidebb távú nyomvonal létrehozását szeretnék elérni a sportvezetők. A leendő pálya alakját a helyszíni terep, a kerítés határai, valamint a műszaki objektumok helyzete szabja csak meg. A pályát rekortánborítással tervezik lefedni, annak korszerű és sportolóbarát tulajdonságai miatt. Ennek a cikknek a tartalma a tervezés első fázisa, amely jó alapot biztosít egy későbbi kivitelezési pályázat sikeres elnyeréséhez. A terepi felmérésben TDK-munka keretében hallgatók segédkeztek. Ennek során elsajátították a műszerhasználatot, a terepi felmérési praktikákat, az adatfeldolgozás rejtelmait és a szakszoftverek használatát. Későbbi tanulmányaik során pedig jól jöhet az a tapasztalat, amely egy munkafolyamat összetett leírásából és előadásából származik.

### 2. Terepfelmérés

Az elsődleges feladat a terepi adatgyűjtés volt, hogy a tervezéshez nélkülözhetetlen magassági felszínmodell létrejöhessen. A méréseket egy Leica TS06 totál mérőállomással [2] és a hozzá tartozó lézeres prizma segítségével végeztük. A műszer ugyan lehetőséget biztosít a szabad felületekről való mérésre is, de a növényzettel borított felület nem teszi ezt lehetővé túl nagy elnyelő képessége és lehetséges folyamatos mozgása miatt. Valamint a műszer optikájának van az a tulajdonsága, hogy a pár méterre és az akár több kilométerre lévő objektumokat is ki lehet vele élesíteni. Azonban ezáltal nehéz megkülönböztetni benne a különböző távolságokra lévő,

ám hasonló kinézetű felületeket, ebből kifolyólag össze lehet téveszteni őket. Ezen jelenségek kiküszöbölésére kiváló megoldást ad a prizmarúdra rögzített prizma való irányzás, amely egyértelműsíti a mérendő pont helyét, valamint jobb lézerefény-visszaverő képessége miatt még erősebb jeleket is kap a műszer. Az első ábrán látható a mérendő környezet egy része, valamint a mérőállomás a távolabb lévő prizmával egyetemben. Az időjárási körülmények szemmel láthatóan tökéletesek voltak. Szerencsére a szél sem fújt, ami megnehezítette volna a prizmarúd függőleges tartását. Ez a hibaforrás főként a  $x$  és az  $y$  koordinátánál okozhat gondot, a  $z$  esetében csupán milliméteren belüli eltérés lenne tapasztalható.

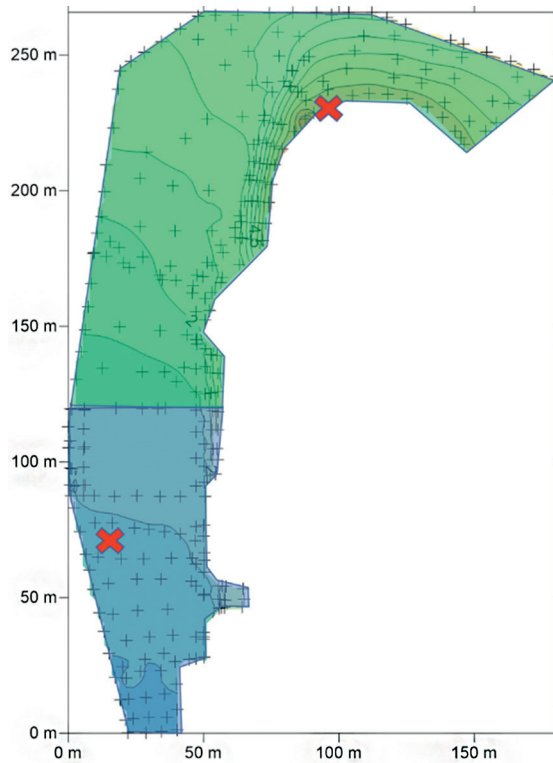


1. ábra

*Terepi felmérés a mérőállomással prizmarúd segítségével [a szerző]*

A rendelkezésre álló terület közel 1,6 hektár. Az elején ki kell választani az ideális helyet a mérőműszer számára, ahonnan a teljes felméréndő terület jól belátható. Sajnos ilyen pozíció csak a helyszín közvetlen szomszédságában lévő sportcsarnok tetején lett volna, ahová különböző engedélyek híján nem lehetett feljutni. Ezért két különálló műszerállást kellett kialakítani, ahonnan a teljes terület felmérhető volt. Ezek helyét az 2. ábrán piros keresztjek jelölik, és az azokból felmért zónák helyét a zöld, illetve a kék szín mutatja meg.

A műszer tájékozása mindkét esetben helyi rendszerben történt. Ez annyit jelent, hogy a műszer egy helyi koordináta-rendszer origójában van ( $y=0$ ,  $x=0$ ) és a kezdő 0 irány jelen esetben közel észak felé lett irányzás után beállítva. A mérés során a területet először a szélei mentén határoltuk felmért pontokkal, majd pedig a közttes részeket sűrítettük be további felmért pontokkal. A közel sík részeken ritkábban, a meredekebb zónákon sűrűbben történt a pont rögzítés. Összesen 340 pontot mértünk le. A két zóna (zöld és kék) határán egy egyenes mentén több rögzített pontot mindkét műszerállásból lemértünk azért, hogy össze lehessen illeszteni a két mérési adatrendszert.



2. ábra

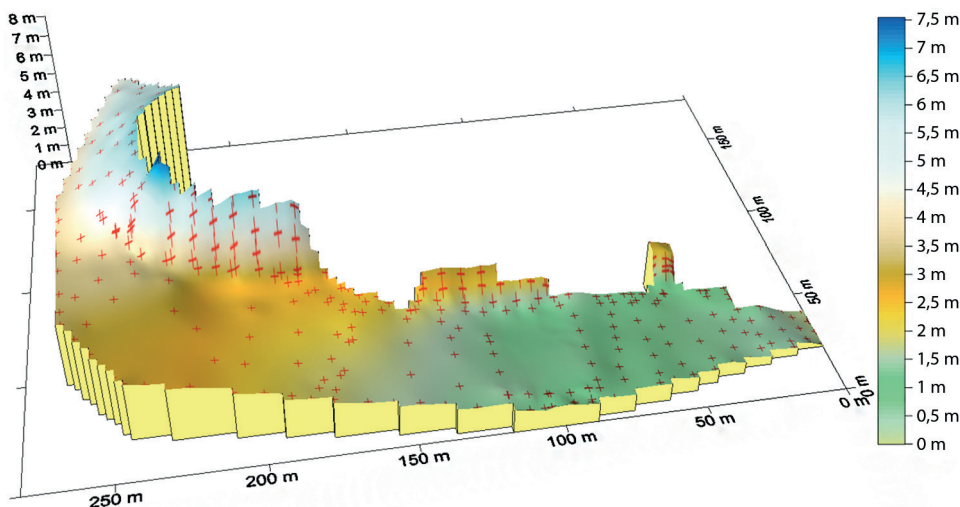
A két műszerállásból (piros X-ek) felmért pontok és az általuk bezárt terület szintvonalakkal [a szerző]

### 3. Adatfeldolgozás, modellezés

A két önálló felmérésből adódó pontsokaság önmagában megállja a helyét, ám ezeket össze kell csatolni az együttes kiértékeléshez. Az illesztőpontok segítségével ki lehet számolni, mekkora a két műszerállás közötti  $y$  és  $x$  koordináta távolsága, illetve hány fokkal kell elcsavarni az egyik adatrendszert a másikhoz képest. A csavarást a helyi rendszer origójához mérten kell érteni. Minden pontnak van alapirányszöge, amely megadja, hogy az origóba párhuzamosan eltolt helyi rendszernek az  $x$  tengelye hány fokot zár be az origóból az adott pont irányába mutató vektorral, ha az óramutató járásával megfelelően forgatjuk el. Ezt az alapirányszöveget a teljes pontrendszernek addig kell konstans értékkel növelnie vagy csökkentenie az iterációs folyamat során, amíg meg nem kapjuk a kívánt csatlakozását a két független felmért rendszernek, megfelelő ellenőrzésekkel biztosítva. Minden pontnak a távolsága az origótól kiszámolható a Püthagorasz-tétellel, amelyben az  $x$  és  $y$  koordináta négyzetösszegéből vonunk gyököt. Ez a távolság nem fog változni a csavarás során, viszont szükséges az új koordináták

kiszámolásához, ahol poláris pontmeghatározással kapjuk meg a végeredményt. Ezen lépés után, hogy az első térnegyedbe kerüljön minden koordináta (ne legyenek negatív értékek), az irányonkénti minimumértékekkel kell eltolni pozitív irányba minden pontot. A z magassági koordináta egységesítése is hasonló módon történik, viszont itt nem kell az elcsavarodási szöggel számolni, így egyszerűbb az eljárás.

Az előállt egységes adatrendszert a Surfer szoftverben [5] megnyitva felületet lehet elkészíteni interpoláció segítségével. Jelen esetben a krigelés módszerét választottam. A programban lévő eljárás mindig téglalap alakú területet próbál meg kiszámolni nemcsak inter-, hanem extrapoláció segítségével. Ahol nincs mért adatunk, oda nem szabad eredményeket közölni, ezért a nem bemért területeket levágtuk a kapott felületről. Az elkészült felületmodell 3D képe a 3. ábrán látható, a piros keresztet a bemért pontok helyét jelölik rajta. A futópálya nyomvonalának tervezése során az x-y koordinátapár az elsődleges adat. A magassági értékeket a z koordináta tartalmazza, amelynek a térbeli változását szükséges tudnunk az ideális, felhasználóbarát futókör létrehozásához. Ugyanis egy túl meredek szakasz beiktatásával a kivitelezési munkálatok nehezebbek, és a könnyed sportolási lehetőségre vágyók kedve is csökkenne a leendő pálya használatával kapcsolatban.

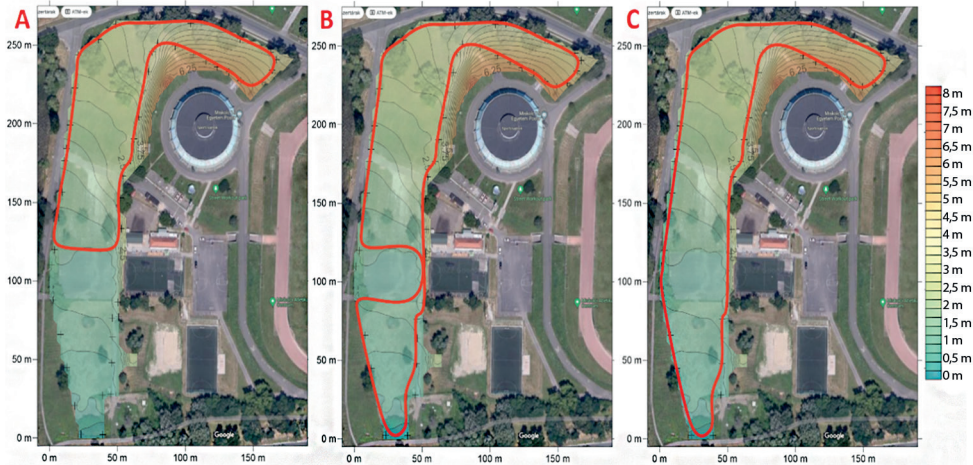


3. ábra  
A felmért terület 3D-modellje [a szerző]

## 4. Nyomvonaltervezés

A leendő futópálya nyomvonalát a terület külső körvonala mentén érdemes megtervezni több okból kifolyólag. Akkor lesz a lehető leghosszabb, ha a külső peremen helyezkedik el, illetve ott a legkevésbé zavaró a területen végzett egyéb tevékenységet folytatók számára a futók jelenléte. A futópálya műszaki kivitelezését akadályozhatja néhány már meglévő tereptárgy.

Az egyik egy körülkerített kosárlabdapálya pont a két felmért zóna határán. Ez nem okoz túl nagy gondot, mivel a két oldalán el lehet vezetni a nyomvonalat, azonban az egyik oldalán a kerítés és közte van egy kis, régi betongarázs. Ezt persze a sportközpontvezetők szerint le is lehet bontani, mert a kihasználtsága nem túl nagy. Ettől függetlenül pluszmunkát és nagyobb beruházási költséget jelentene ennek a kivitelezése. A kosárlabdapálya másik oldalán egy domboldal tövében aszfaltút van, amely épp ideális futópályaalapot, viszont ha egy gépkocsi rámeleg a rekortánborításra [4], akkor az tönkretelheti azt. Az egyes kompromisszumokat figyelembe véve három nyomvonal tervezése történt meg, amelyek a 4. ábrán láthatóak.



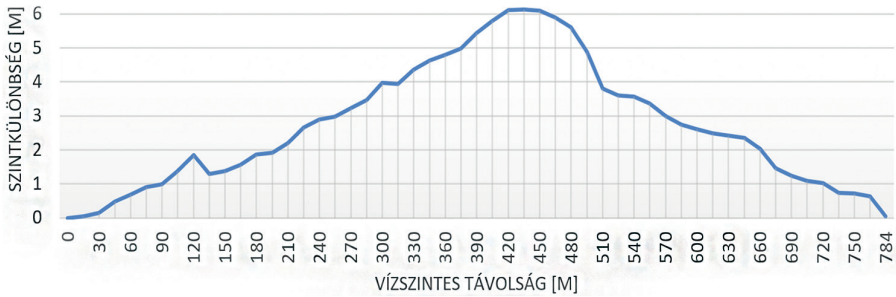
4. ábra

Az A, a B és a C terv nyomvonala pirossal jelölve a felülnézeti helyszínrajzokon [a szerző]

Az „A” terv a legrövidebb a maga 571 m hosszúságával, de kivitelezése egyszerű, mert nem érinti egyik műszaki akadály sem. A „B” terv nyomvonala nem érinti a garázst, hanem a kosárlabdapályát kerüli meg, ám így kétszer is érinti az aszfaltozott utat a pálya. A „C” terv kivitelezéséhez már a garázs lebontása is szükséges, vagy legalábbis a mellette való elhaladás biztosítása, viszont ez letisztultabb nyomvonallú, bár kicsit rövidebb, mint az előző variáció. Mindegyik változatban benne van az északi részen található emelkedő, amely izgalmassá teszi a futók edzését, valamint elhaladnak változatos fákkal és cserjékkel borított területek mellett is. Kellően nyugodt körülmények között lehetne a sportolási tevékenységet folytatni a szép egyetemi campus [3] ezen elkülönített területén.

Az 5. ábrán láthatók a „C” terv nyomvonalaának a szintkülönbségei a pálya egyes szakaszaira vetítve. A körcsarnok környékén hirtelen meredekebb emelkedő van. Átlagosan ez is csak 4%-os meredekségű, ami nem túlzó egy átlagos futónak sem, főleg hogy csak 50 m hosszúságú. A nyomvonal többi része közel síknak mondható, szinte észre sem volt vehető a terepszemlén a domborzat lassú emelkedése.

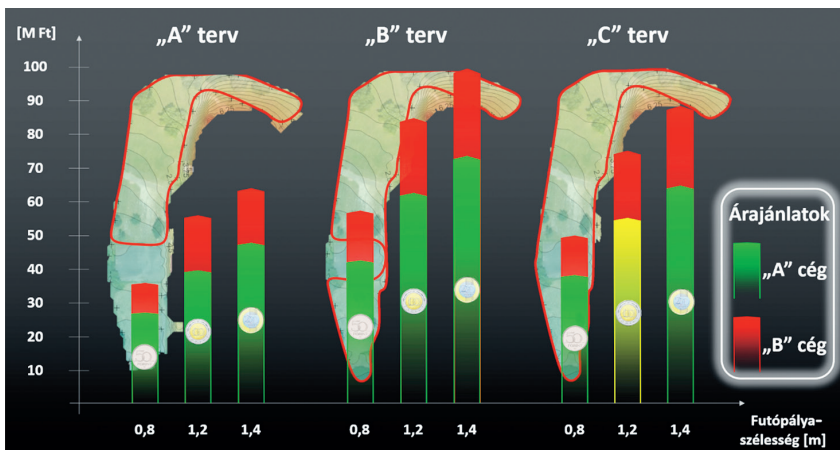




5. ábra  
A „C” terv magassági nyomvonalterve a megtett távolság alapján [a szerző]

## 5. Költségkalkuláció

Az elkészült tervekhez két cégtől érkezett be árajánlat a teljes kivitelezésre különböző pálya-hossz- és -szélességi paraméterekre (6. ábra). A fő költséget a leborítandó felület szabja meg, így az „A” terv rövidebbé karcsúsítja a költségeket, de ha már valamibe pénzt ölünk, akkor érdemes a teljes rendelkezésre álló helyet kihasználni. A pálya szélessége még kérdéses faktor. Ugyanis ha rend van a pályán, és minden futó ugyanolyan irányban használja, akkor lecsökken a találkozások száma, egyedül az előzéseknél okoz gondot, ha keskeny a futópálya. Ellenben ha mindkét irányban fogják használni egyszerre az emberek, akkor már közepes terhelésnél is kényelmetlen lehet a sok találkozás. Ezt a problémát megoldhatja a szélesebb változat, azonban költségoldalon ez súlyos szorzótényezővé válik. Szóba kerülhet olyan megoldás is, hogy csak a pálya egyes szakaszai lennének kiszélesítve, így az előzés itt könnyen megtehető. A mesterséges objektumokkal tarkított helyeken egyébként sem könnyen megoldható a széles nyomvonal.



6. ábra  
Költségtervezet különböző pályaparaméterekre 2022 őszén [a szerző]

## 6. Összefoglalás

A tanulmány során felmértem földi geodéziai módszerekkel egy növényzettel borított területet további térinformatikai adatfeldolgozáshoz. A digitális terepmodellre különböző nyomvonalú futópályák tervei készültek el. Elsődlegesen a „C” terv 1,2 m széles változatát javaslom, amelyet az „A” cég előzetes kalkulációval számolva 56 millió forintért vállalt volna el 2022 őszén. Az árajánlat csak 2 hétig volt akkor érvényes, a magas infláció miatt. Miskolc városában egy központi parkban (Népkert) 84 millió forintból valósult meg [1] egy szintén rekortánborítású futókör 2022 nyarán. Ennek hossza 1 km, és saját mérés alapján 1,4 m széles. Ennek alapján reálisnak tűnik a kapott árajánlat egy kicsit rövidebb és keskenyebb pályának a megvalósítására. A műszaki kivitelezés elindítása esetleges apróbb változtatások után már csak a fenntartó döntésén múlik.

### Felhasznált irodalom

- [1] Borsod-Abaúj-Zemplén vármegyei hírportál. Online: [www.boon.hu/helyi-kozelet/2022/04/fekete-volt-salakszinu-lett-a-miskolci-nepkerti-futokor](http://www.boon.hu/helyi-kozelet/2022/04/fekete-volt-salakszinu-lett-a-miskolci-nepkerti-futokor)
- [2] Leica TS06 total station instrument description. Online: <https://totalstations.co/leica-flexline-ts06-flexible-total-station>
- [3] A Miskolci Egyetem honlapja. Online: [www.uni-miskolc.hu/hirek/1958/ismet\\_a\\_miskolci\\_lett\\_magyarország\\_legszebb\\_campus](http://www.uni-miskolc.hu/hirek/1958/ismet_a_miskolci_lett_magyarország_legszebb_campus)
- [4] Mi az a rekortán burkolat? Online: [www.gumitegla.hu/blog/mi-az-a-rekortan-burkolat/](http://www.gumitegla.hu/blog/mi-az-a-rekortan-burkolat/)
- [5] Surfer szoftverleírás. Online: [www.goldensoftware.com/products/surfer](http://www.goldensoftware.com/products/surfer)

---

### *Field Survey and Modelling for Designing a Line Facility*

*Designing a synthetic running track planned for the sports centre of the University of Miskolc. The field geodetic data collection was done with the help of a total station and the corresponding prism. The data processing and modelling were done with Microsoft Excel and then with the Golden Software Surfer program. Three separate trail plans were prepared, which have advantages and disadvantages. For these plans, cost calculations for different widths were also made based on price offers.*

**Keywords:** *total station, surveying, surface modelling, Surfer, running track*

---

Szilvási Marcell, MSc  
egyetemi tanársegéd  
Miskolci Egyetem  
Műszaki Föld- és Környezettudományi Kar  
Geodéziai és Bányaméréstani Intézeti  
Tanszék  
[marcell.szilvasi@uni-miskolc.hu](mailto:marcell.szilvasi@uni-miskolc.hu)  
[orcid.org/0009-0000-4900-2654](https://orcid.org/0009-0000-4900-2654)

Marcell Szilvási, MSc  
Assistant Lecturer  
University of Miskolc  
Faculty of Earth and Environmental Sciences  
and Engineering  
Department of Geodesy and Mine Surveying  
[marcell.szilvasi@uni-miskolc.hu](mailto:marcell.szilvasi@uni-miskolc.hu)  
[orcid.org/0009-0000-4900-2654](https://orcid.org/0009-0000-4900-2654)

---

## Köszönetnyilvánítás

Köszönet illeti a terepi felmérésben és a későbbi adatfeldolgozásban részt vevő 3 elsőéves Műszaki Földtudományi BSc-s hallgatót (Holoda Erik Máté, Juhász Ákos és Nyiri Balázs).