

## Absztrakt

A projekt munka témája a napelem rendszerek tervezésének három lépése: a tető geometriai adatainak meghatározása, napelemek pozíciójának kiszámítása és a megtervezett rendszer szemléltetése. A tetők felmérése egy AR alkalmazás segítségével történik, ami a HoloLens 2-n fut. Ezzel a felhasználó képes adott tetőn területeket kijelölni, aminek adatai alapján az alkalmazás többi része számításokat végez. A panelek pozícióját megvalósító mohó algoritmus egy felhőszolgáltatáson keresztül érhető el, és ez képes a definiált területen belül sorba és egymás fölé helyezni az elemeket úgy, hogy azok között ne legyen átfedés, illetve figyelembe veszi azokat a területeket is, ahova nem helyezhető napelem például egy tetőn lévő akadály miatt. A kiszámolt koordináták alapján kerülnek megjelenítésre a napelemek hologramjai magán a tetőn, helyes dőlésszöggel.

## Kulcsszavak

HoloLens, Optimalizálás, 3D megjelenítés, Augmented reality

## Motiváció

Napelemrendszerek telepítését alapos tervezés előzi meg, amibe beletartozik a használandó tető felmérése, méreteinek, dőlésszögének és egyéb tulajdonságainak meghatározása, és annak megtervezése, hogy hova legyenek napelemek elhelyezve. Miután ez megtörtént a tervek bemutatásra kerülnek, általában a ház háromdimenziós modelljét létrehozva és annak tetőjén a napelemeket megjelenítve. Az AR eszközök megjelenésének köszönhetően azonban lehetőség nyílik arra, hogy mind a tető feltérképezése, mind pedig a tervek megjelenítése közvetlenül a helyszínen történjen.

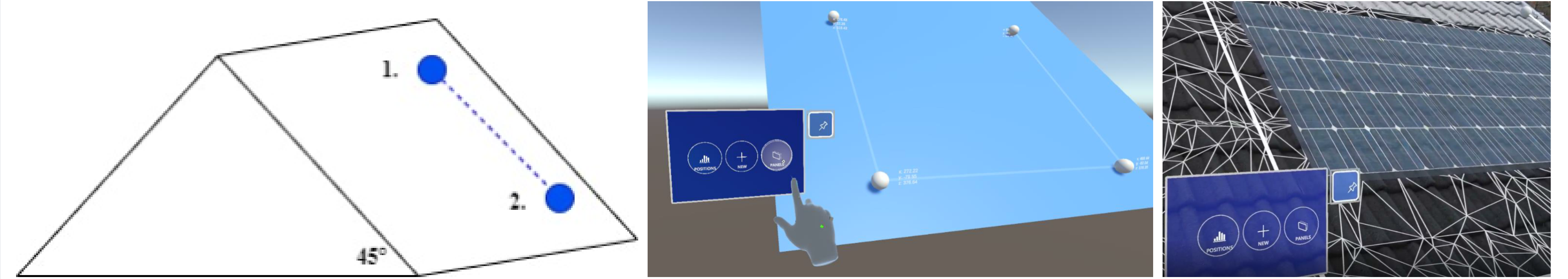
## Hasonló fejlesztések

Több módszer létezik arra, hogy egy adott tető méreteit és egyéb paramétereit feltérképezzük. Az adatgyűjtést meg lehet tenni például drónokkal, tetőn mozogni képes robotokkal, vagy különböző, tető magasságába felszerelhető lézerszkennerekkel is. Felmerül a manuális felmérés lehetősége is, vagy egyéb külső adatforrások használata (televízió, műholdképek, stb.). Számos megoldás létezik már a második lépés megvalósítására is, a napelemek optimális elhelyezésének kiszámítására, ami tulajdonképpen egy maximális lefedési probléma. A definiált diszkretizálás során a teljes tetőt egy ráccsal osztják fel, ami kijelöli, hogy hová helyezhető napelemek. Az optimalizálás célja emellett lehet a maximális kinyerhető energia elérése is. Itt figyelembe kell venni egyéb külső paramétereket is (árnyékolás, dőlésszög, stb.). A tervek megjelenítésére is léteznek már megoldások. Ezek általában egyszerű 3D ábrák mutatják be az elhelyezést, de van megoldás, amelyik műholdképekre tudja ezt vetíteni. AR megjelenítés terén a HoloLens 2 eszköz egyedülálló tulajdonságokkal rendelkezik a pontosság terén. Ennek programozása Unity keretrendszerben lehetséges MRTK segítségével.

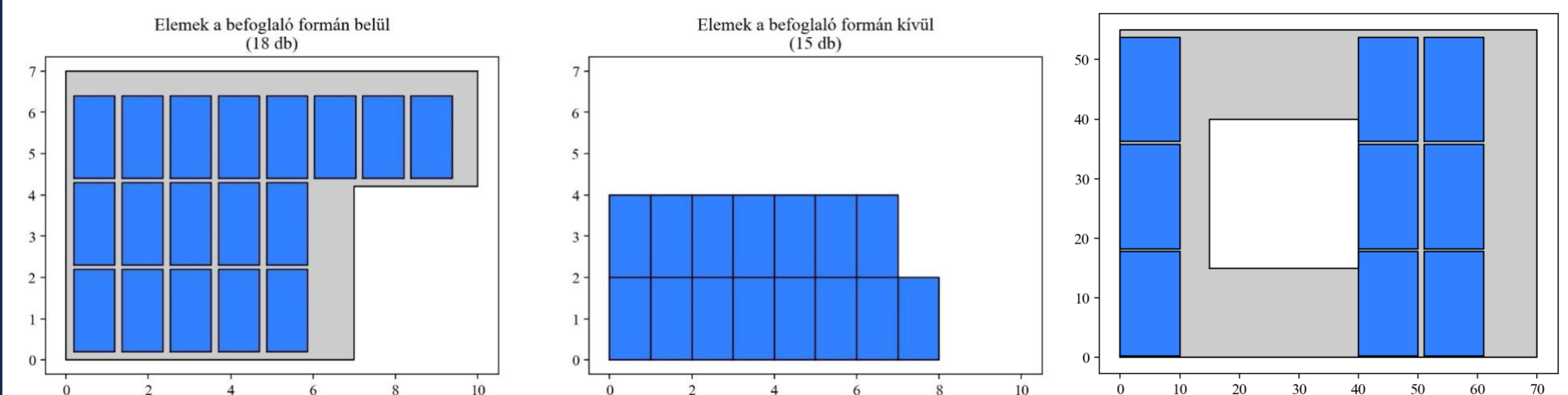
## Saját módszer bemutatása

A rendszer alapvetően két nagyobb részre bontható, amiknek kommunikálniuk kell egymással. Az első az Azure Functions-ben futó Python-ban írt kód, ami képes koordináták alapján alakzatokat létrehozni és ezeken az alakzatokon belül adott alakzatokat elhelyezni. A másik programrész pedig a C#-ban írt és Unity környezetben fejlesztett kiterjesztett valóság applikáció.

A tető paraméterek meghatározását a felhasználó végzi. Az általa kijelölt terület koordinátái az alkalmazáson belül kerülnek feldolgozásra és továbbításra a felhőben futó kód felé. A visszakapott válaszban érkező napelem koordináták visszaalakításra kerülnek, így a valós térben a megfelelő helyen és a megfelelő dőlésszöggel kerülnek megjelenítésre a napelem hologramok.



Az optimalizálás során el kell végezni a kijelölt helyre az optimális elrendezés megvalósítását. Az algoritmus véletlenszerű helyekre helyezte a megadott formákat, elsődlegesen a hátizsák problémának megfelelően azt a célt szolgálva, hogy a befoglaló forma határain belül maradván minél több és nagyobb súlyú elem legyen elhelyezve. Az alkalmazás napelemek elhelyezésért felelős kódja Albert Espín mohó algoritmusának átdolgozásával lett létrehozva. Ez a kód egy FaaS szintű felhőszolgáltatón, az Azure Functions-ön keresztül elérhető. Ezzel a kommunikáció http kérések segítségével valósul meg.



Az alkalmazás többi részének fejlesztéséhez a Unity játékmotor lett alkalmazva. Az AR alkalmazás fejlesztést segítő eszközök közül az MRTK-t és az OpenXR-t érdemes kiemelni, amelyek lehetővé teszik, hogy a fejlesztés nagyrészt a HoloLens 2 eszköz nélkül is lehetséges legyen.

## Eredmények értékelése

Az alkalmazás több, egymástól jól elkülöníthető részből áll, amik először külön, majd együtt működve kerültek tesztelésre. Ilyen tesztelendő egység volt:

- ▶ az elemek elhelyezkedését meghatározó algoritmus
- ▶ kiterjesztett valósággal kapcsolatos funkciók
  - ▶ tető geometriájának meghatározása és a térbeli koordináták kétdimenzióssá alakítása
  - ▶ napelem panelek megjelenítése
  - ▶ a hologramokkal való interakció
- ▶ felhőben futó kód és egységek közötti kommunikáció

A tető paramétereinek felmérése az elvárásoknak megfelelően működött. A fejlesztett program azon funkciója, ami során a felhasználó képes egy tetszőleges dőlésszögű tetőn tetszőleges sokszöget kijelölni lehetővé teszi, hogy pontos adatokkal dolgozzanak a rendszer további részei. A különböző nagyfelbontású légi felvételekhez és LiDAR adatokhoz képest ez a fajta tetőfelmérés olcsóbb és bizonyos magasságkorlátokig bármilyen tetőn elvégezhető.

Az elemek elhelyezésére vonatkozó tesztek azt mutatták, hogy sikerült úgy átalakítani a kiinduló algoritmust, hogy az nem véletlenszerű helyekre helyezi az elemeket, hanem sorba és egymás fölé, figyelembe véve a tiltott területeket. Formától függetlenül minden esetben működőképes volt.

A megjelenítés megtörténhet emulátorban, illetve ténylegesen a HoloLens eszközön is. Ezekre mutatnak példákat az alábbi képek. Mint látható, a célt sikerült elérni, a valóságban futásidőben lehet az AR segítségével megnézni az elkészült terveket.

