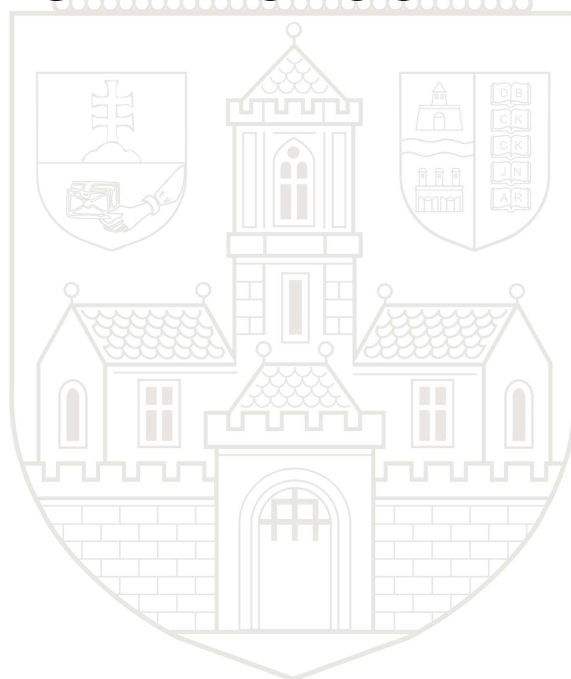




SZAKDOLGOZAT



ÓE-KVK

Hallgató neve:

Havasi György

2021.

Hallgató törzskönyvi száma:

T009220/FI12904/K

Kötelezően választható tantárgycsoport: **Elosztott villamos energia
termelés
Napelemes rendszerek
Megújuló erőművek létesítése és üzeme**



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Óbudai Egyetem
Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar
Villamosenergetikai Intézet

SZAKDOLGOZAT FELADATLAP

Hallgató neve: Havasi György

Szaktervezési szám: SZD21090213456850

Törzskönyvi szám: T009220/FI12904/K

Neptun kódja: XXXXXXXXXX

Szak: Napelemes rendszerek létesítése (szakmérnök)

Specializáció:

A dolgozat címe: 24 MW-os naperőmű tartószerkezete

A dolgozat címe angolul: Support structure of a 24 MW solar power plant

A feladat részletezése: 1. Naperőmű tartószerkezetek típusai

2. A projekt

3. A tartószerkezet kiválasztása

4. A kivitelezés feladatai

Intézményi konzulens neve: Dr. Holcsik Péter

A kiadott téma elévülési határideje: -

Beadási határidő: 2021. 12. 15.

A szaktervezési feladat: Nem titkos.

Kiadva: Budapest, 2021. 12. 15.

P.H

.....
Intézetigazgató

A dolgozatot beadásra alkalmasnak találom:

.....
belső konzulens

.....
külső konzulens



HALLGATÓI NYILATKOZAT

Alulírott hallgató kijelentem, hogy a szakdolgozat saját munkám eredménye, a felhasznált szakirodalmat és eszközöket azonosíthatóan közöltem. Az elkészült szakdolgozatban található eredményeket az egyetem és a feladatot kiíró intézmény saját céljára térítés nélkül felhasználhatja, a titkosításra vonatkozó esetleges megkötések mellett.

Budapest, 2021. 12. 15.

.....
hallgató aláírása

Tartalomjegyzék.....	1.
Bevezető.....	3.
1. Naperőművek.....	4.
1.1 Naperőművek csoportosítása elhelyezés szerint.....	6.
2. A projekt.....	10.
2.1. A projekt tárgya.....	10.
2.2. A kivitelezés helye.....	11.
2.3. A teljesítés határideje.....	11.
2.4. A műszaki előkészítés folyamata.....	12.
3. A tartószerkezet kiválasztása.....	13.
3.1 A tartószerkezettel szemben támasztott követelmények.....	13.
3.2 A napelemmel szemben támasztott követelmények.....	14.
3.3 Talajmechanikai szakvélemény.....	14.
3.4 A tartószerkezet meghatározása.....	15.
3.5 A terhek.....	19.
3.6 Erőtani számítások.....	21.
3.7 Igénybevételek.....	21.
3.8 Alakváltozások.....	23.
4. A kivitelezés feladatai.....	24.
4.1. A munkaterület.....	24.
4.2. A depó kialakítás.....	25.
4.3. A kerítés.....	26.
4.4. A cölöpözési munkálatok.....	27.
4.5. A szerkezetépítési munkálatok.....	28.
4.6. Villámvédelmi és elektromos bekötések.....	30.
4.7. A belső utak.....	35.

4.8. A transzformátorok telepítése.....	39.
4.9. Az inverterek telepítése.....	41.
4.10. A napelemek installálása.....	42.
4.11. A hulladékkezelés.....	48.
Összefoglaló.....	50.
Summary.....	51.
Mellékletek.....	51.

BEVEZETŐ

Hazánkban, az utóbbi években egyre nagyobb teret hódítanak a naperőművek. Magyarország energiastratégiája hozzávetőlegesen további 4,5 GW naperőmű-kapacitás megépítését irányozza elő 2030-ig. (<https://www.portfolio.hu/uzlet/20210715/uj-naperomuvek-magyarorszagon-tulkinalat-es-hiany-is-van-egyszerre-492710>) Ennek megvalósítása óriási kihívás mind a befektetőknek, mind a rendszerüzemeltetőknek.

2012-től közel 600 MW naperőmű kivitelezésében vettem részt főként projektvezetőként Európában, Dél- és Közép-Amerikában, Ázsiában, Afrikában. Feladatom a cölöpözés, szerkezetépítés és modul installálás helyszíni irányítása volt.

2020. nyaratól Magyarországon dolgozok a Green Plan Energy Kft-nél. A feladatom az Ajkán épülő 24 MW teljesítményű naperőmű műszaki előkészítési és kivitelezési munkáinak irányítása.

A műszaki előkészítés során a szerződés mellékletét képező műszaki specifikáció figyelembevételével kellett az alapanyag beszállítókat és a kivitelezőket kiválasztanom.

Korábbi munkáim során a napelemes tartószerkezetek kivitelezése volt a fő profilom, így jelen projekten kiemelt figyelmet kellett szentelnem a napelemes szerkezet megvalósulásának.

A napelemes tartószerkezet beszállítójával szemben támasztott elvárásokat a műszaki specifikáció tartalmazta:

- termék garancia 10 év
- ISO 9001 szabvány szerint tanúsított minőségbiztosítási rendszer
- legalább 5 éves gyártói háttér
- legalább 1000 MW beépített teljesítményű PV erőműpark létesítése

A feladatom a műszaki és gazdasági kondíciók összesítése, a felsővezetői döntés előkészítése.

1. NAPERŐMŰVEK

A naperőmű egy gyűjtőfogalom, amely a napenergiát felhasználó erőműfajtákat tömöríti. Többféle naperőmű létezik. A működési elve mindegyiknek egységes, mely szerint a Naptól származó sugárzást energiáját alakítják elektromos árammá.

A naperőművek főbb alkotóelemei:

- tartószerkezet
- napelem
- elektromos kábelek
- inverterek
- transzformátorok

A napelemes rendszer tervezését az engedélyeztetési folyamat előzi meg.

- Az engedélyeztetési eljárás szolgáltatóktól (ELMŰ, ÉMÁSZ, E.ON, stb.) függően más és más.
- A szolgáltató az igénybejelentést követően megküldi a Műszaki Gazdasági Tájékoztatót (MGT), amiben leírja, hogy milyen feltételek mellett engedélyezi a napelemes rendszer kivitelezését.
- Csatlakozási Tervdokumentációt (CST) elkészíteni.
- Termelői kábel vezetékjogi engedélyt megszerezni.
- Építési engedély megszerzése.

Az engedélyeztetést követően a beruházó az igényeinek megfelelően tudja megversenyeztetni a beszállítókat és kivitelezőket. Így elkerülhető, hogy a tervező egy számára kedvező juttatásokat biztosító márkát vagy műszaki megoldást részesítsen előnyben. A tervező csak tanácsadói szerepet kap, amivel a beruházó számára lehető legjobb ár/érték arányú megoldást lehet megvalósítani.

A napelemes rendszer lehet szigetüzemű, közüzemi villamos hálózathoz csatlakozó és hibrid üzemű.

A sziget üzemű rendszer önmagában önállóan képes működni. Csak annyi energia áll rendelkezésre amennyit megtermel, illetve amit a rendszer akkumulátorokban tud tárolni. Jellemzően olyan helyeken használják ahol nincs kiépítve a közüzemi hálózat (távol eső tanyák). Az energiát a napelemek termelik, amit aztán akkumulátorban tárolnak. Onnan töltésvezérlő elektronikával állítják elő a kis, 12-24 V egyenfeszültséget, vagy inverterrel a hagyományos, 230 V-os váltakozó feszültséget.

A hálózatra termelő rendszer esetében elengedhetetlenül szükséges a kiépített közüzemi villamos hálózat. Nincs szükség akkumulátorra így költséghatékonyabb. A hálózatra termelő rendszerek méretükből adódóan lehetnek:

- 50kW teljesítmény alatt háztartási méretű kiserőmű
- 50-500kW teljesítmény között kiserőművek
- 500kW teljesítmény felett nagyerőmű

(<https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a0700273.kor>)

A háztartási méretű kiserőművek esetén a napelemmel megtermelt energiát inverterrel alakítják át váltakozó árammá, amivel a háztartásban található villamos készülékek működnek. Az inverter rá van kötve az áramszolgáltató kisfeszültségű rendszerre (230 V). A termelt energiát kétirányú mérőórával mérik. A mérő órák jellemzően a megtermelt energia hatásos részét mérik, a meddő teljesítmény arányát nem. Az energiaátvitel jósága nagymértékben függ a kiértékelő algoritmustól, illetve az alkalmazott mérési kapcsolástól. A betáplált és vételezett energiát évente számolja el a termelő és a vételező.

Kis erőművek esetén a megtermelt és átalakított váltakozó áramot transzformátor állomáson keresztül csatlakoztatják a középvezetési hálózatra (22 kV, 35 kV).

Nagy erőművek esetén jellemzően több transzformátort kötnek be esetleges kapcsolóállomás beiktatásával az alállomásba, majd onnan a nagyfeszültségű rendszerbe (132 kV, 220 kV)

A hibrid üzemű rendszerek szigetüzemű energiaellátásra is képesek a folyamatos áramellátás érdekében. A hálózatra termelő napelemes rendszerek esetén az energiátároló szerepét maga a hálózat tölti be. Áramszünet esetén biztonság védelmi okokból napelemes rendszer nem táplálhat vissza energiát, illetve intenzív napsütés esetén többlettermelés alakul ki, ilyenkor az áramszolgáltató korlátozhatja a hálózatba

visszatáplálást. Mindkét esetben a megtermelt energia kárba vész. Megoldásként a rendszereket energiatárolóval (akkumulátorral) látják el. A visszaszabályozott időszakban, ha az aktuális termelés nagyobb, mint a felhasználás, akkor a megtermelt energiát az akkumulátor feltöltésére fordítja a rendszer. Amikor a napelem kevesebb energiát termel az akkumulátorban tárolt energiát használjuk és a hálózati áramot csak megnövekedett fogyasztáskor használunk.

1.1. Naperőművek csoportosítása elhelyezés szerint

A naperőművek elhelyezését tekintve megkülönböztetünk szárazföldi és vízen lebegő rendszereket.

A szárazföldi telepítésű erőművek lehetnek tetőre és szabadföldre telepíthetők:

A tetőre telepített háztartási méretű kiserőműveket általában lakossági és kisvállalkozói felhasználás jellemzi. Zömében sátoztetős háztetőkön kerül kialakításra. A tartószerkezet fémből, alumíniumból, horganyzott- vagy rozsdamentes-acélból készül. A tető tájolása, és dőlése befolyásolja az elhelyezést. Lapos tetőre telepítés esetén a tartószerkezet elhelyezésével lehet biztosítani a megfelelő tájolást és dőlést. Kis erőműveket üzemcsarnokok, ipari létesítmények sík tetejére, megfelelő dőléssel és tájolással lehet kialakítani.

Szabadföldi erőművek esetében figyelembe kell venni, hogy egy fix szerkezetű 1 MW teljesítményű naperőmű helyigénye kb.: 2 ha. Napkövető rendszerek esetén a területigény akár 20%-kal kevesebb is lehet.

A beépítendő napelem méretének és teljesítményének ismeretében lehet a fogadó szerkezetet megtervezni. A rendszer optimalizálása után a stringek ismeretében az inverterek és a transzformátorok meghatározhatóak attól függően, hogy kis- (220 V) közép- (22 kV, 35 kV) vagy nagy-feszültségű hálózatba (132 kV, 220 kV) történik a betáplálás.

A napelemes szerkezetet statikailag méretezni kell. A méretezést a talajmechanikai szakvélemény figyelembevételével, szélterhelésre és hőteherre végzik el. A részletes

talajvizsgálati jelentés és geotechnikai tervezési beszámoló tartalmazza a talajfeltárásokat, a terület geológiai és geotechnikai információinak az értékelését. Próbacölöpözés alapján vizsgálják a bevert cölöp teherbírását (ellenállását) nyomásra és húzásra különböző beverési mélységek esetén. A cölöpellenessokra kapott értékeket a számított igénybevétel tükrében értékelik. A tartószerkezet, illetve az alapozási koncepció ennek tükrében kerül megtervezésre.

A megfelelő tájolás és dőlés mellett a domborzati viszonyokat is meg kell vizsgálni. A domborzatot geodéziai eszközökkel 3D-ben felméri. A felmérést drónnal vagy terepjáróra szerelt jeladóval végzik. Így pontos képet lehet kapni a terület tagoltságáról, ami alapján egy talajkövető rendszer megvalósítható. Nagyon fontos, hogy a méretezett cölöpök a statikailag meghatározott tűréseken belül mozogjanak. Ezért van az, hogy egy területen belül többféle cölöphosszal találkozunk. A parkokon körbe, a nagyobb szélteher miatt hosszabb cölöpöket alkalmaznak, míg a terület belső részén rövidebb. A talajmechanikai jellemzés figyelembevételével is változnak a cölöphosszok. Egy dombtetőn, ahol az eróziós folyamatok lemosták a humusz nagy részét, ott általában rövidebb cölöp elegendő, hiszen az altalaj nagyon kemény. A domboldalon, ill. a völgyben már hosszabb cölöpökre van szükség, mert magasabb a fedő humuszréteg, ami statikailag nem sokat tart. A cölöphosszok tekintetében, ha a földből kiáll 1,5-1,7 m, akkor a földben is minimum ennyinek kell lenni. Ha lazább talajba kerül a szerkezet, akkor a földben akár 2,5-3 m is lehet. Ilyenkor már gazdaságossági szempontból, fűrt betonozott cölöpöket alkalmaznak. De ha a talaj nagyon sziklás, köves akkor is fűrt betonozott cölöp lehet a megoldás. Lazább talajon 2 lábas rendszert, keményebb talajon 1 lábas rendszert alkalmaznak (<https://www.pv-stahlbau.de/en/products/>).

Az alapozás tekintetében cölöpölt vagy talajcsavaros rendszerről beszélhetünk, melyek statikai méretezéstől függően 1 vagy 2 lábas rendszer lehet. A cölöpölt rendszer esetében alapokat cölöpverő géppel ütik le a megfelelő mélységbe. Költséghatékonysága miatt elterjedtebb. Hátránya, hogy a leütött cölöpöket nem lehet roncsolás mentesen kihúzni. A talajcsavaros rendszer esetében nagy teljesítményű speciális fűrógépet alkalmaznak. Nagy előnye a pontosság és a precizitás. A csavarok bármikor kitekerhetők és áthelyezhetők.

Tájolás tekintetében lehet É-D vagy K-Ny irányú. Hazánkban az É-D irányú rendszer a járatos a szerkezet dőlése általában 30° (<http://www.ingyennapelem.hu/vallalati-megoldasok/naperomuvek-tervezese>). A K-Ny tájolású, úgynevezett háztető alakú szerkezetet tőlünk délebbre Dél-Franciaországban, Afrikában, stb., telepítenek, melyek 10° dőlésűek.

Modulrögzítés tekintetében megkülönböztetünk egymástól klipszes és sínes rendszert. A modulokat vertikálisan és horizontálisan is lehet rögzíteni. A klipszes rendszer esetében a modulokat modulrögzítő karmokkal fixálják a szerkezeten. A sínes rendszer alkalmazásakor a modulrögzítő sínek közé tolnak be 4-6 db modult. Csak sínek alján és tetején vannak a modulok rögzítve. Szerelés tekintetében jóval gyorsabb megoldás a klipszes rögzítéssel szemben. Kisebb modulok (1000 mm x 2000 mm) esetén, 20° - 25° dőlésnél a modul rögzítése sínekben történik. Főleg tőlünk délre, ahol alacsonyabb a szerkezet dőlése. Minden esetben a modulgyártó hozzájárulása szükséges. Nálunk a klipszes rendszer az elterjedtebb.

A minél jobb területi kihasználás érdekében már egyre elterjedtebb az olyan szerkezet, amire egymás fölé vízszintesen 4-6 db modul van felépítve vagy függőlegesen 2-3 db, akár 100 m hosszon. Az ilyen szerkezetek csak sík területen valósíthatóak meg. Tagoltabb domborzat esetén rövidebb asztalokat terveznek. A cölöpökre kerülő modulhordó szerkezet, fix kivitel esetén Déli tájolású, a dőlése 25° - 30° között van Magyarországon. A modul aljának minimum 60 cm-en kell lennie a szükséges karbantartási munkálatok miatt (fünyírás).

Eddigiekben csak a fix rendszerekről beszéltünk. Egyre nagyobb teret hódítanak a napkövető (tracker) rendszerek. A szerkezet tengelye É-D tájolású, és ahogy a neve is jelzi, keletről nyugatra leköveti a nap járását. A fix rendszerekhez viszonyítva drágább, de kb. 25%-kal nagyobb a hozama. Napkövető rendszereknél elterjedtebb az 1 modulos rendszer. Napjainkban nagy teljesítményű (500 W-700 W) napelemeket a tengelyre merőlegesen szerelnek fel. Az asztalok hossza itt is megközelíti már a 100 m-t.

Korábban megkülönböztettünk egy illetve két tengelyes rendszert. Az egy tengelyes rendszer esetében az asztalok K-Ny irányba követik le a nap járását, É-D irányba fix többnyire vízszintes. Két tengely esetében a nap állása pontosan lekövethető K-Ny és É-

D irányba. Jelenleg elterjedtebb az egytengelyes rendszer, de itt is több rendszert különböztetünk meg. Az alap, amikor egy sorban egy motor van középen elhelyezve. A területtől függően egy motor mozgathat több párhuzamos sort.

Nagyobb parkok esetében egy tengelyre szerelhetnek több modult is. Míg az egy modulós rendszernél a tengely 1,5 m-1,7 m magasan van, addig a többmodulós rendszernél 2,5-2,7 m-en is lehet. Nyilván sokkal robosztusabb szerkezetről beszélünk, hiszen a cölöpök hossza 5-6 m hosszú is lehet. Ezeknek a szerkezeteknek a szerelése nagyon költséges. A napkövető rendszerek a fixhez viszonyítva jóval drágábbak, de kb. 25%-kal nagyobb a hozamuk.

A naperóművek elhelyezését tekintve meg kell említeni a vízen lebegő eróműveket. Világszerte egyre több országban telepítenek vízfelületre naperóművet. Többnyire műanyag stégekbe építik, tengerre, vízi eróművek gyűjtőtáviraira, tűzivíztározók, mezőgazdasági víztározók befedése. A hagyományos, szárazföldi rendszerektől kb.: 20 %-kal drágább a telepítése, viszont nem foglal el termő területet. További előnye, hogy a nagy vízfelületeken a párolgási veszteség csökkenti, illetve a folyamatos hűtés miatt magasabb a hatásfokkal működnek a parkok. A hatásfokot növeli, hogy itt már többnyire bifaciális (kétoldalú) napelemeket alkalmaznak, amivel a visszaverődő fénysugarak is hasznosulnak.

2. A PROJEKT

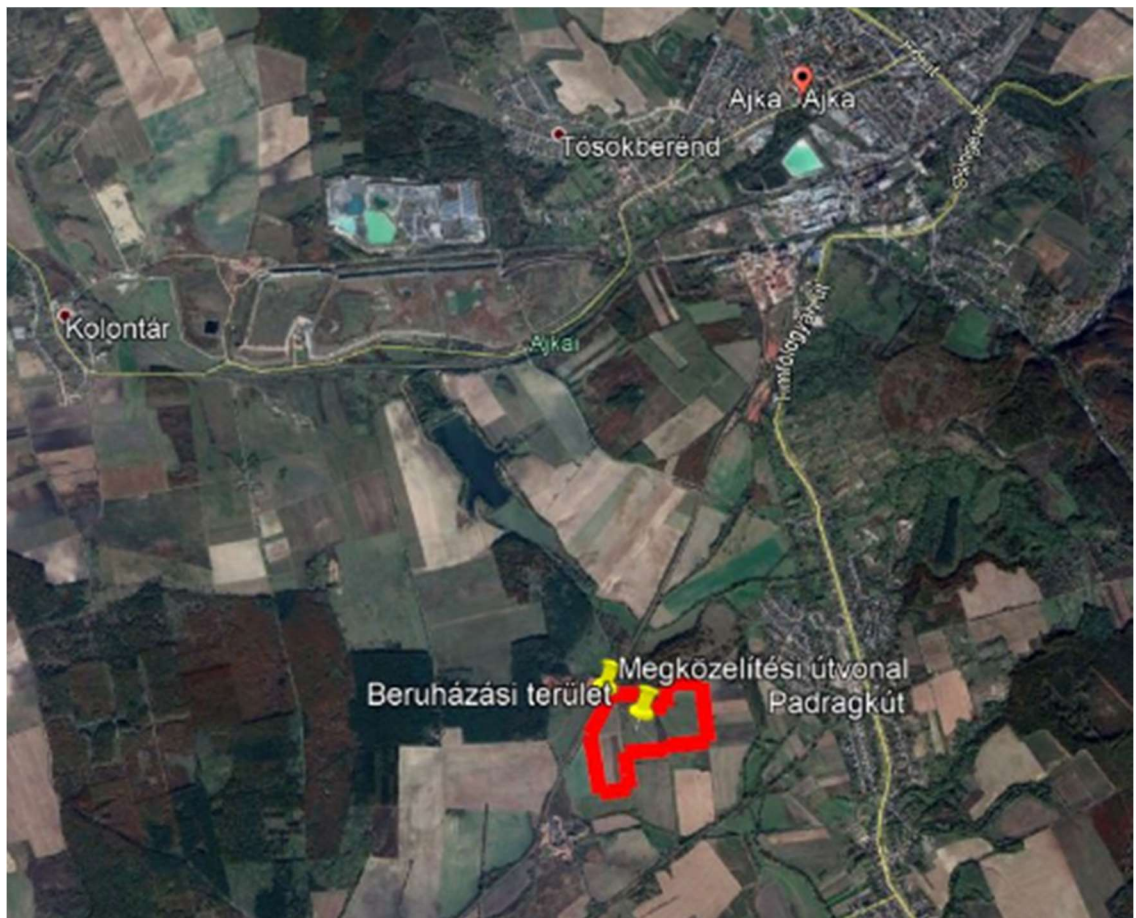
2.1. A projekt tárgya

A Magyar Kormány stratégiáját követve (<https://2010-2014.kormany.hu/download/4/f8/70000/Nemzeti%20Energiastat%C3%A9gia%202030%20teljes%20v%C3%A1ltozat.pdf>) a környezetbarát zöldenergiában meglévő lehetőségek kihasználásával PV Erőmű valósul meg Ajka – Halimba – Szóc - Padragkút térségében, amely kapcsolódva az energiaszállítás magasfeszültségű rendszerébe 19,95 MW összteljesítményű AC oldali napelem-park kiépítését és rendszerbe állítását teszi lehetővé.

A fővállalkozói szerződés mellékletét képező műszaki specifikáció adja az előkészítési folyamat alapját. A specifikációban meghatározott irányelvek figyelembevételével kell összeállítani a végleges műszaki tartalmat, ami alapján a tervező, az ide vonatkozó jogszabályok és szabványok figyelembevételével elkészíti a kiviteli tervet. . A kiviteli tervek terv zsűrijét követő visszajavítások és azok Megrendelő általi jóváhagyását követően kezdődhet meg a kivitelezés.

2.2. A kivitelezés helye

A naperőmű területe Ajka központjától 10 km távolságra van a Szóc felé vezető bányászati magánútról közelíthető meg.



1. ábra A tervezett napelempark kivitelezési helyszíne (forrás: maps.google.com)

2.3. A teljesítés határideje

A kiviteli munka határideje a munkaterület átadás átvételét követő hónap első munkanapjától számított 16. hónap utolsó napja. A befejezési határidőbe az átadás-átvételi eljárás időtartama beleszámít.

2.4. A műszaki előkészítés folyamata

A fővállalkozói szerződés mellékletét képező műszaki leírás tartalmazza a kiviteli tervek és a fotovoltaikus erőművek műszaki kialakításával kapcsolatos követelményeket. Az előkészítés során a szerződés alapján kell a végleges műszaki tartalmat összeállítani a kivitelezési folyamatok időrendjének figyelembevétel. Ahhoz, hogy a kivitelezést mielőbb megkezdődjön, a tervezési – engedélyeztetési munkákat is a kivitelezés szerinti időrend szerint kell ütemezni. Első ütemben a kerítés, belső út, szerkezet készül el.

Második ütemben az elektromos munkálatok, inverterek, transzformátorok, belső kábelhálózat, irányítástechnika és felügyeleti rendszer majd a védelmi rendszerek.

Amint összeáll a végleges műszaki tartalom egy-egy szakágra, a generál tervező az ide vonatkozó jogszabályok és szabványok alapján elkészíti a kiviteli tervet. Ebben az időszakban is módosításra, pontosításra szorul a műszaki tartalom.

Az elkészült kiviteli terveket be kell nyújtani a terv zsűrinek. A terv zsűri dönti el, hogy a kiviteli tervekben szereplő műszaki tartalom számukra megfelelő-e, illetve milyen módosításokat kérnek.

A kivitelezés csak jóváhagyott tervek alapján történhetnek.

3. A TARTÓSZERKEZET KIVÁLASZTÁSA

A fővállalkozói szerződés melléletét képező műszaki specifikáció tartalmazza a megrendelő elvárásait. Ezen elvárások figyelembevételével kell a végleges műszaki tartalmat összeállítani.

3.1. A tartószerkezettel szemben támasztott követelmények

A napelem panelek vízszinteshez képest mért dőlésszögét és a napelem panelsorok távolságát az árnyékképződési és üzemeltetési szempontok figyelembevételével kell megtervezni.

Figyelembe kell venni a „ β ” nap (déli) állásszögének értékét december 21-én a telepítési helyszínen, de alapvetően az éves termelési volumen maximalizálást, mint fő szempontot, valamint a területigény gazdasági optimumát szükséges szem előtt tartani a tervezés során.

A napelem sorok között gépi fűkaszáláshoz és a paneleket tisztító berendezés közlekedéséhez megfelelő helyet biztosítani szükséges

A megvalósítandó fotovoltaiikus (PV) erőmű beépített teljesítménye 23,94 MW

A napelem panelek tájolása: Dél.

A tartószerkezet rendszerének valamennyi eleme egyazon gyártótól kell, hogy származzon, amelyeknek egymással kompatibilisnek kell lennie (pl. komplett gyártói rendszer).

Tartószerkezet: fix rendszerű, terepkövető.

Rögzítés technika: a talajmechanikai jellemzők alapján statikai tervet szükséges készíteni, amelynek figyelembevételével szükséges a rögzítési technikát meghatározni.

Tartószerkezet anyaga: tűzi horganyzott acél, rozsdamentes acél, vagy alumínium. Az előre gyártott tűzi horganyzott elemek esetén helyszíni átalakítás (a horganyzott felület sérülésével, integritásának csökkenésével járó módosítás) nem megengedett (a cölöpözés során sérült felületek utólagos kezelése megengedett). A szerkezet hegesztése csak a gyártó művi horganyzás előtt engedélyezett.

Kötőelemek: rozsdamentes (acél, alumínium, illetve annak ötvözte).

Rögzítő szerkezete (napelemek rögzítésére): alumínium, tűzihorganyzott acél.

Szabványos EPH összeköttetések kialakítása szükséges a tartószerkezeti elemek valamint a PV panelek kerete között.

Statikailag ellenőrzött szerkezet és rendszer.

CE tanúsítvány (teljes rendszerre, vagy minden elemére).

A napelemasztal földfelszíntől mért legközelebbi pontjának (alsó él) földfelszíntől mért minimális távolsága 60 cm.

A tartószerkezet szerelését a gyártói utasításoknak megfelelően szükséges elvégezni.

Termék garancia: minimum 10 év.

3.2. A napelemmel szemben támasztott követelmények

Szilícium félvezető (wafer) alapú, minimum 4 busbaros (áramelvezető kontaktusrács) cella kivitel.

Szerkezeti felépítése: alumínium keretes üveg elő- és műanyag hátlap.

A front üveg magas transzparenciájú és áteresztő képességű, úgy nevezett „low iron” alacsony vas tartalmú, edzett, anti-reflex bevonattal ellátott szolár üveg.

Panel befoglaló méretek:

- felület: 1,5-1,8 m²
- vastagság: 28-40 mm

Panel egyéb jellemző műszaki paraméterei:

- névleges teljesítménye: minimum 280 Wp
- panel hatásfok minimum: 17 %;

EVA lamináló fóliával gyártott.

Teljesítmény garancia: legalább 25 év, lineáris.

Termék garancia: minimum 10 év, azzal a feltétellel, hogy a garanciális időszak kezdete a leszállítást követő 90. nap, vagy a felszerelés dátuma.

Szállítás: raklapokon halmozva, kötegelve, mechanikai védelemmel.

3.3. A talajmechanikai szakvélemény

A terület domborzatilag erősen tagolt, talajösszetétel tekintetében dolomitos, agyagos, homokos terület, korábban bányaterület volt.

A talajmechanikai szakvélemény két részből tevődik össze:

a talajvizsgálati jelentés a talajfeltárásokat ismerteti:

- statikus nyomószondázás
- talajmechanikai fúrás
- víztartalom meghatározás
- szemeloszlás vizsgálat

geotechnikai tervezési beszámoló a terepi vizsgálatokból számított cölöpalapozási koncepciót tartalmazza.

A területen 16 pontban geotechnikai fúrások során mintavételezés történt. A feltárások igazolják, hogy a terület esőzések során csak lánc talpas eszközökkel járhatóak, gumikerekes járművek csak pár napos szárazság után használhatóak.

A területen 46 pontban lett próbacölöpözés elvégezve. Ezeket a cölöpöket aztán próbaterhelésnek vetik alá. A tesztek során nyomásra, húzásra, kihajlásra vizsgálják a cölöpöket.

(1. számú melléklet)

Az EUROCODE 7. szabvány előírásai és ajánlásai alapján meghatározták egy C 155x60x3 profilú bevert cölöp teherbírását (ellenállását) nyomásra és húzásra különböző beverési mélység esetén (-1,5; -2,0; -2,5; -3,0; -3,5).

A cölöppenállásokra kapott értékeket a számított igénybevételek tükrében:

- az ellenállás a mélységgel arányosan növekszik,
- a talajrétegződés heterogén képet mutat,
- a húzási ellenállás a cölöpök palástjának felületétől közel egyenes arányban függ,
- az esetenkénti felszín közeli laza réteget, már -1,0 m mélység körül kemény állapotú talajréteg követ.

A talajmechanikai és próbaterhelési vizsgálat alapján elmondható, hogy a terepszinttől számított 1,7 m alapozási szint a terület nagy részén megfelelő.

Azokon a területeken ahol a talaj adottságok kedvezőtlenebbek, ott az alapozási szint 2,0-2,5 m mélységben veendő fel. A nagyon tömör agyagos kavics / homok területen az 1,5 m mélység elérését követően a profil deformációjának túréson belül maradása a mérvadó.

A talaj összetételi és terheléses vizsgálatok alapján elkészül a jegyzőkönyv. A jegyzőkönyvben szereplő adatok alapján lehet meghatározni a profil szelvény méretet és a cölöpözési mélységeket.

3.4. A tartószerkezet meghatározása

Az alapkoncepciónál figyelembe vettem a műszaki specifikációban meghatározott napelem műszaki elvárásokat.

A szükséges teljesítmény eléréséhez a 285W-os napelemből 83.832 db elhelyezését kellett megoldani.

A specifikációban meghatározott elvárásokat figyelembe véve 6 szerkezetgyártó cégtől kértem ajánlatot. Az ajánlatokat az alábbi kondíciók figyelembevételével értékeltem:

- műszaki tartalom
- szállítási feltételek
- ajánlati összeg
- fizetési feltételek

A beérkezett ajánlatok alapján a szerelési költséget kalkuláltam ki. Erre azért van szükség, mert a szerkezet árat nem szabad önmagában vizsgálni, mindenképp figyelembe kell venni a díj oldalt is.

A szerkezeti anyagra a tájékoztató árat gyártó a talajmechanikai jelentés és a modul mérete és teljesítménye alapján adta. A gyártók a saját statikai számításuk kalkulálják ki a szerkezetet. Szerkezettől függően változott a cölöpök mennyisége, ami nagymértékben befolyásolta a végösszeget.

A szerelési költség meghatározásához szükséges:

- a modul mennyisége
- a modul teljesítménye
- a cölöpök száma
- asztal / cölöp
- asztal / modul
- rögzítő elemek

A fenti adatok ismeretében kiszámoltam, hogy mennyi MW / óra ráfordítással készül el a cölöpözés, szerkezet építés, modul installálás. Ez azt jelenti, hogy 1 MW napelemes szerkezet mennyi órából építhető fel. A gyorsabb szerkezetek 800 óra / MW, az időigényesebb szerkezetek 1.100-1.200 óra / MW ráfordítással költséghatékosak. A 24 MW szerelése 19.000 óra és 28.000 óra. 3 hónapos átfutással számolva, heti 6 napon, 8 órás munkarendben, a szerelést legkevesebb 33 fő, legtöbb 49 fő tudja elvégezni szerkezettől függően. A munkaerő ismeretében kalkulálható a szerelés költsége. A feladatok ismeretében a gépi órák is kalkulálhatóak. Az érkező anyag lerakodása, a területen történő anyagterítés, cölöpözés, stb. Az átfutás függvényében a gépi órák

mennyiségéből számolható, hogy mennyi munkagépre van szükség a projekten. Az anyag és a díjtétel összességében megadta a bekerülési költséget.

(2. számú melléklet)

A szállítási és fizetési feltételek gyártótól függően változik. A többség csak akkor kezdi el a szerkezet gyártását, ha a teljes összeg 60-70 % átutalásra kerül, a fennmaradó részt pedig a szállítás megkezdése előtt kell kifizetni. A szerkezet gyártása 3 – 5 hónapot vesz igénybe. Tengerentúli szállítók (Kína), hiába olcsó és a fizetés is rugalmasabb, de a szállítás nagyon időigényes. Európában szinte mindenhol előre utalás párosul a rövidebb kiszolgálással.

A legkedvezőbb kondíciókkal a PRAXIA, spanyol szerkezetgyártó küldött ajánlatot. A további tervezési munkákat ezzel a szerkezettel kalkuláltuk.

A PRAXIA tartószerkezetet acélszerkezetű tartószerkezeti rendszer elemeinek felhasználásával állították össze. A rendszer egylábas kialakítású, 25°-os lejtésű szerkezet. Az egyes elemek vékonyfalú „C” profilokból kialakított gerendatartók, amik egymással csavarozott kapcsolatokkal vannak összekötve. A helyszíni kapcsolatok állítási lehetőséget biztosítanak az elemek összeszerelésénél. A függőleges tartószerkezetek a pillérek, amik egyben a cölöpök is, és amiket a talajba sajtolnak be a talajvizsgálati jelentésben megadott mélységig. A napelem panelek alumínium lefogató elemekkel és acél csavarokkal vannak lerögzítve a tartószerkezethez. A naperőmű teljes tartószerkezete egy típus tartószerkezeti alapegység egymás mellé sorolásából áll össze.

(3. számú melléklet)

A szerkezet PRAXIA 1 lábas rendszer, 4 modul elhelyezése egymás felett vízszintesen, modul rögzítő klipsz- szel.

3 féle napelemasztallal kalkuláltam a domborzati viszonyok figyelembevételével:

- 230 db 4x7 modul, 5 cölöp / asztal
- 257 db 4x14 modul, 10 cölöp / asztal
- 750 db 4x21 modul, 15 cölöp /asztal

Mindösszesen:

- cölöp 14.970 db 3.200mm hosszú

- modul 83.832 db 285 W-os

Az asztalok elhelyezését követően az alábbi elrendezési terv született.

(4. számú melléklet)

A területen közel 42.000 fm szerkezet csak nagyon zsúfoltan fér el. Jól látható, hogy a terület nagyon zsúfolt, minden rendelkezésre álló területet maximálisan kihasználtunk, de olyan területre is kellett volna szerkezetet telepíteni, ahova a domborzati viszonyok nem teszik lehetővé csak nagy földmunka árán.

A napelem tekintetében a megrendelővel történt egyeztetést követően a specifikációban kiírt 285W-os modul helyett 335W-os modul került elfogadásra. A 285w-os modul napjainkra nehezen beszerezhető az iparág gyors fejlődéséből adódóan, hasonló méretű, de 335w-os modul árban sem jelentett jelentős többletet. A korábbi 42.000 fm szerkezet 36.000 fm-re csökkent.

(5. számú melléklet)

A panelek összefoglaló adatai:

- A napelem típusa: Trunsun DuDrive TSHM-120L 335Wp
- Fajtája: monokristályos.
- Tömege: 19,5 kg
- Súly: $195\text{ N} = 0,195\text{ kN}$
- Szélessége (valós méret): 1000 mm
- Hosszúsága (valós méret): 1686 mm
- Magassága (peremkeret): 35 mm

A végleges szerkezet terepkövető rendszer, ami a terület domborzati töredezettségét egy bizonyos tűrésen belül leköveti. Ennek érdekében 3 típusú asztalt terveztünk. A legkisebb asztal 18 m hosszú, 36 db modul van felszerelve rá. A domborzatilag legkritikusabb, legtöredezettebb részekben építjük fel. A legnagyobb asztalok 54 fm hosszúak és 108 db modul fogadására alkalmasak. Ezek az asztalok a sík területeken

kapnak helyet. A lankásabb területeken 36 fm-es asztalok épülnek, ezeken 72 db modul van.

- 293 db 4x9 modul, 6 cölöp / asztal
- 205 db 4x18 modul, 12 cölöp / asztal
- 431 db 4x27 modul, 18 cölöp / asztal

Mindösszesen:

- cölöp 12.760 db
- modul 71.856 db 335 W-os

A sorok közötti távolságot az határozza meg, hogy egy panel még részben se kerüljön egy másik panel árnyékmasszkjának takarásába. Ezt a terepviszonyok figyelembevételével 3,5-7,0 m sortávval biztosítják. A hó árnyékoló hatásának kivédésére pedig a napelem egységek nem a talaj felszínétől, hanem attól feljebbi pontból indulnak. A földhöz legközelebb elhelyezkedő napelemtábláknak a földfelszínhez közelebbi éle a földfelszíntől 0,65 m távolságra van.

A végleges cölöphosszokat a talajmechanikai szakvélemény alapján a terhek erőtanai számításaival a tervező határozza meg.

3.5. A terhek

A terhek az Eurocode szabványsorozat szerint vannak felvéve:

- önsúlyteher
 - tartószerkezet
 - napelem
- hóteher
 - normál hóteher
 - kivételes hóteher
- szélteher
 - szélnyomás
 - szélszívás

Önsúlyteher:

- szabvány: MSZ EN 1991-1-1:2005

EC-1: A tartószerkezetet érő hatások:

- általános hatások,
- sűrűség,
- önsúly,

- hasznos terhek

Karakterisztikus értékek:

- a szerkezet súlya
- a napelem súlya: 195 kN

Hóteher:

- szabvány: MSZ EN 1991-1-3:2016

EC-1: A tartószerkezetet érő hatások:

- általános hatások,
- hóteher,

A normál hóteher karakterisztikus értéke:

$$s = C_e \cdot C_t \cdot \mu_i \cdot s_k = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 0,8 \cdot 1,25 = 1,00 \text{ kN/m}^2 ; \rightarrow s = 0,80 \text{ kN/m}^2$$

Ahol:

- A felszíni hóteher karakterisztikus értéke: $s_k = 1,25 \text{ kN/m}^2$
- A szél hatását figyelembe vevő tényező: $C_e = 0,8$
- A hőmérsékleti tényező: $C_t = 1,0$
- A hóteher alaki tényezője, figyelembe véve, hogy a napelemek hajlásszöge $= 25^\circ \leq 30^\circ$: $\mu_i = 0,8$

A kivételes hóteher karakterisztikus értéke:

$$S_{kiv} = C_e \cdot C_t \cdot \mu_i \cdot s_{Ad} = C_e \cdot C_t \cdot \mu_i \cdot C_{esl} \cdot s_k = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 0,8 \cdot 2,0 \cdot 1,25 = 1,60 \text{ kN/m}^2$$

Ahol:

- A felszíni hóteher karakterisztikus értéke: $s_k = 1,25 \text{ kN/m}^2$
- A kivételes felszíni hóteher: $S_{Ad} = C_{esl} \cdot s_k$
- A kivételes hóterhek tényezője: $C_{esl} = 2,0$

Szélteher:

- szabvány: MSZ EN 1991-1-4:2007

EC:1: A tartószerkezetet érő hatások:

- általános hatások,
- szélteher,

3.6. Erőtani számítások

A tartószerkezet önsúlyát a program automatikusan számolja.

A napelem panel önsúlya: 0,195 kN

Vonal menti teher a szélső szelemeneken: $1 \times (0,195/1,686)/2 = 0,058 \text{ kN/m}$

Vonal menti teher a közbenső szelemeneken: $2 \times (0,195/1,686)/2 = 1,116 \text{ kN/m}$

Normál hóteher:

Vízszintes felületen megoszló teher: $S_{\text{normál hó}} = 0,8 \text{ kN/m}^2$

Vonal menti teher a szélső szelemeneken: $0,8 \times 1,0 \times \cos 25 / 2 = 0,363 \text{ kN/m}$

Vonal menti teher a közbenső szelemeneken: $0,8 \times 1,0 \times \cos 25 = 0,725 \text{ kN/m}$

Kivételes hóteher:

Vízszintes felületen megoszló teher: $S_{\text{kivételes hó}} = 1,6 \text{ kN/m}^2$

Vonal menti teher a szélső szelemeneken: $1,6 \times 1,0 \times \cos 25 / 2 = 0,725 \text{ kN/m}$

Vonal menti teher a közbenső szelemeneken: $1,6 \times 1,0 \times \cos 25 = 1,450 \text{ kN/m}$

Szélnyomás

Panel felületén megoszló teher: $q_p(z) = 0,38 \text{ kN/m}^2$

Vonal menti teher a szélső szelemeneken: $+2 \times 0,38 \times 1,0/2 = +0,380 \text{ kN/m}$

Vonal menti teher a közbenső szelemeneken: $+2 \times 0,38 \times 1,0 = +0,760 \text{ kN/m}$

Szélszívás

Panel felületén megoszló teher: $q_p(z) = 0,38 \text{ kN/m}^2$

Vonal menti teher a szélső szelemeneken: $-2,6 \times 0,38 \times 1,0/2 = -0,50 \text{ kN/m}$

Vonal menti teher a közbenső szelemeneken: $-2,6 \times 0,38 \times 1,0 = -1,00 \text{ kN/m}$

3.7. Igénybevételek

Az AXIS végeselem programmal a szerkezeten fellépő igénybevételek és alakváltozások meghatározásra kerültek:

- Az alapozás szempontjából a nyomó és húzóerők a fontosak, mert ezek alapján lehet az alapozási mélységet meghatározni, illetve ellenőrizni a tervezett megoldásokat.
- A földbe leütött függőleges rúdelemek jelen esetben több szerepűek. Egyben képezik az alapozási szerkezetet és a tartószerkezet részét.

Alapozásra jutó nyomó-húzó erők:

- Maximális kihúzó erő az „A” zónában: $R_{z,max} = 11,34 \text{ kN} (\uparrow)$
- Maximális nyomó erő az „A” zónában: $R_{z,min} = 19,28 \text{ kN} (\downarrow)$
- Maximális kihúzó erő a „B” és „C” zónákban: $R_{z,max} = 14,31 \text{ kN} (\uparrow)$
- Maximális nyomó erő az „B” zónában: $R_{z,min} = 23,72 \text{ kN} (\downarrow)$
- Maximális nyomó erő az „C” zónában: $R_{z,min} = 20,26 \text{ kN} (\downarrow)$

A szelemen mértékadó hajlító feszültsége:

- „A” zónában: $S_{max} = 20,76 \text{ kN/cm}^2$. $S_{min} = 13,05 \text{ kN/cm}^2$

Smértékadó = $20,76 \text{ kN/cm}^2 < 35,0 \text{ kN/cm}^2 = f_{yd}$. Megfelel !

- „B” zónában: $S_{max} = 22,41 \text{ kN/cm}^2$. $S_{min} = 14,69 \text{ kN/cm}^2$

Smértékadó = $22,41 \text{ kN/cm}^2 < 35,0 \text{ kN/cm}^2 = f_{yd}$. Megfelel !

A gerendák mértékadó hajlító feszültsége:

- „A” zónában: $S_{max} = 24,39 \text{ kN/cm}^2$. $S_{min} = 23,43 \text{ kN/cm}^2$

Smértékadó = $24,89 \text{ kN/cm}^2 < 35,00 \text{ kN/cm}^2 = f_d$. Megfelel !

- „B” zónában: $S_{max} = 32,39 \text{ kN/cm}^2$. $S_{min} = 30,55 \text{ kN/cm}^2$

Smértékadó = $32,39 \text{ kN/cm}^2 < 35,00 \text{ kN/cm}^2 = f_d$. Megfelel !

A pillérek mértékadó hajlító feszültsége:

- „A” zónában: $S_{max} = 19,27 \text{ kN/cm}^2$. $S_{min} = 17,47 \text{ kN/cm}^2$

Smértékadó = $19,27 \text{ kN/cm}^2 < 35,50 \text{ kN/cm}^2 = f_{yd}$. Megfelel !

- „B” zónában: $S_{max} = 20,04 \text{ kN/cm}^2$. $S_{min} = 18,04 \text{ kN/cm}^2$

Smértékadó = $20,04 \text{ kN/cm}^2 < 35,5 \text{ kN/cm}^2 = f_{yd}$. Megfelel !

3.8. Alakváltozások

Szelemenek lehajlása - „A” zóna:

- A legnagyobb relatív elmozdulás mértéke: $\Delta l = 9,416 - 5,698 = 3,718 \text{ mm}$
- A hozzá tartozó rúdhossz: $l = 1234 \text{ mm}$

$$\Delta l = 3,718 \text{ mm} < 4,936 \text{ mm} = 1234/250 = 1/250 . \text{ Megfelel!}$$

Szelemenek lehajlása - „B” zóna:

- A legnagyobb relatív elmozdulás mértéke: $\Delta l = 6,603 - 2,208 = 4,395 \text{ mm}$
- A hozzá tartozó rúdhossz: $l = 1234 \text{ mm}$

$$\Delta l = 4,395 \text{ mm} < 4,936 \text{ mm} = 1234/250 = 1/250 . \text{ Megfelel!}$$

Gerendák lehajlása - „A” zóna:

- A legnagyobb relatív elmozdulás mértéke: $\Delta l = 27,74 - 0,232 = 27,51 \text{ mm}$
- A hozzá tartozó rúdhossz: $l = 2753 \text{ mm}$

$$\Delta l = 27,74 \text{ mm} \cong 27,53 \text{ mm} = 2753/100 = 1/100;$$

Gerendák lehajlása - „B” zóna:

- A legnagyobb relatív elmozdulás mértéke: $\Delta l = 28,317 - 0,283 = 28,034 \text{ mm}$
- A hozzá tartozó rúdhossz: $l = 2753 \text{ mm}$

$$\Delta l = 28,034 \text{ mm} \cong 27,53 \text{ mm} = 2753/100 = 1/100;$$

3.9. Eredmények

Alapozás

A tartószerkezet alapozása a pillérek talajba történő beverésével, lesajtolásával történik. A terhelési oldalról számított maximális értékek:

- Maximális nyomó erő az „A” zónában: $R_{z,\min} = 19,28 \text{ kN} (\downarrow)$
- Maximális kihúzó erő az „A” zónában: $R_{z,\max} = 11,34 \text{ kN} (\uparrow)$
- Maximális nyomó erő a „B” zónában: $R_{z,\min} = 23,72 \text{ kN} (\downarrow)$
- Maximális kihúzó erő a „B” és „C” zónákban: $R_{z,\max} = 14,31 \text{ kN} (\uparrow)$
- Maximális nyomó erő az „C” zónában: $R_{z,\min} = 20,26 \text{ kN} (\downarrow)$

A pillérek szelvénye: C 165/60/15/3

A egységnyi palástszélesség a merevítő lehajtás nélkül: $\cong 16,5 + 2 \times 6 = 28,5 \text{ cm}$

A geotechnikai szakvéleményben feltételezett rúd szelvénye: C 155/60

A egységnyi palástszélesség a merevítő lehajtás nélkül: $\cong 15,5 + 2 \times 6 = 27,5 \text{ cm}$

A két szelvény méretei a beverési ellenállás és a kihúzással szemben dolgozó felület vonatkozásában közel azonosak, ezért a geotechnikai tervezési beszámolóban megadott ellenállási értékek használhatók tárgyi pillérek esetében is.

Az összehasonlítás a biztonság javára van, mert az alkalmazott cölöp és a számításba vett cölöp felületének aránya $28,5/27,5 = 1,036 > 1$.

A tartószerkezeti elemek, cölöpök, szelemenek, csavarok a gyártó és a saját ellenőrző erőtan számítások szerint megfelel.

A tartószerkezet alapozása a pillérek talajba történő beverésével történik. A Napelempark területén 3 féle cölöpözési mélységre van szükség:

- 1,7 m leütési mélységgel
- 2 m leütési mélységgel
- 2,5 m leütési mélységgel

(6. számú melléklet)

Egy tartószerkezeti alapegység a következő részekből áll:

- 6 db haránt alapkeret 2,56 m tengelytávolsággal kiosztva. A két szélső mezőben merevítő hosszkapcsolókkal.
- 5 db hosszirányba futó szelemen, egymástól 1,014 m tengelytávolságra kiosztva. A szelemenek merőlegesen ülnek rá az alapkeretek gerendáira és ahhoz csavaros kapcsolattal rögzülnek

(7. számú melléklet)

A nagyobb teljesítményű napelem alkalmazásával, egy sokkal letisztultabb elrendezést tudunk megvalósítani. Ezzel a koncepcióval jelentősen csökkent a földmunka igény és az erdős, cserjés terület jó része háborítatlan maradt.

(8. számú melléklet)

4. A KIVITELEZÉS FELADATAI

4.1. A munkaterület

Szerződés szerint a munkaterületet a megrendelő biztosítja. A bejárásról tapasztaltuk, hogy a terület domborzatilag erősen tagolt, több helyen erdős, cserjés részekkel, jelenleg munkavégzésre alkalmatlan.

Jogszabály írja elő, hogy a munkaterületen lőszermentesítési vizsgálatot kellett végezni. Speciális szakcég a területet detektorral bejárja, II. világháborúból maradt fel nem robbant lőszer után. A lőszermentesítésre kijelölt területeken nagymértékű fém

szennyezettséget, mágneses anomáliát, valamint egyéb a lőszermentesítést nagymértékben befolyásoló körülményeket tapasztaltak. A mentesítés során lőszer-robbanószerkezet nem került elő, illetve arra utaló jeleket, tárgyakat nem találtak.

A létesítendő napelempark korábbi bánya területen helyezkedik el. A domborzatilag rendkívül tagolt terület talajösszetétele dolomitos, agyagos, homokos, mezőgazdasági szempontból használhatatlan. A 38 ha. terület maximális kihasználtságára van szükség a DC oldali 24 MW megvalósításához. A park 3 blokkból épül fel. Keleti oldalon egy 7 MW-os, középen egy 5 MW-os, Nyugaton egy 12 MW-os részből áll össze.

4.2. A depó kialakítás

A kivitelezés alatt 150 kamion anyag érkezik a területre. Ekkora mennyiségű anyag fogadásához, tárolásához elkülönített deponáló területet kell kialakítani. A helyszíni bejárások után megállapodtunk a Megrendelővel, hogy a kivitelezést a 3. mezőn kezdjük el, ami terület hátsó, Keleti részén helyezkedik el. A kiviteli munkákat az 1. mezőn fejezzük be, ami a terület Ny-i részén helyezkedik el.

(9. számú melléklet)

A depó területét, a bejárat mellett, a terület É-Ny-i sarkán jelöltük ki, ami egy $2.300 \text{ m}^2 + 1.000 \text{ m}^2$ es rész. A terület dózeres simítását követően, dolomitos lefedés történt. Itt helyezkednek el az iroda, tartózkodó, raktár konténerek és a portaszolgálat.



2. ábra. Depó kialakítás

A depó terület kialakítása után megérkezett a kerítés anyag. Legelőször a terület körbekerítéséről kell gondoskodni. A depó terület kialakítását követően megkezdődhetett az alapanyag szállítása. Naponta 3-4 kamion anyag érkezik.



3. ábra Alapanyag tárolás

4.3. A kerítés

A tervezett kerítésrendszer alap kerítésből és arra ráépülő elektromos kerítésből áll. Az alap kerítés Van Merksteijn gyártmányú, 3D Tábla, hegesztés előtt horganyzott, huzalos típusú, előre gyártott, táblás rendszerű kerítésrendszer.

Huzal méret:

- vízszintes és függőleges keresztmetszet 3,9 mm
- húzószilárdság: 600 - 750 N/mm²
- Minimum szilárdság az összekötési pontokon: ≥ 5 kN.

Háló méret: ca. 50 x 200mm

A 3300 m hosszú kerítésrendszer összesen 1341 db kerítésoszlopot tartalmaz.

A műszaki előírás szerint a kerítés oszlopokat a terület talajösszetétele miatt nem elegendő leütni. 1m mélyen 20 cm átmérőjű furatokban betonagyba kell beállítani.



4. ábra A kerítés kialakítás

4.4. A cölöpözési munkálatok

A napelem tartószerkezet megérkezését követően a terület É-K-i részén megkezdődnek a cölöpözési munkálatok.

A cölöpöket a cölöpözési tervben szereplő helyre és mélységre kell leütni. A tervdokumentáció melléklete az EOV helyes dwg állomány, amely alapján a cölöpözés koordináta pontjai meghatározható. A cölöpözési pontokat beépített GPS berendezéssel ellátott cölöpverő gép segítségével határozzuk meg.

Amennyiben leütéskor olyan szinten sérül a cölöp, hogy a gerendát nem lehet rá felrögzíteni, a cölöpök tetejét le kell vágni és horgany festékkel le kell kezelni.



5. ábra A cölöpözési munkák

4.5. A szerkezetépítési munkálatok

A területen közel 13.000 db cölöp lesz leütve és 36.000 fm szerkezet kerül felépítésre. A szerkezeti elemeket M10 csavar kötéssel rögzítjük egymáshoz.

A cölöpökhöz először a kereszttartó gerendákat rögzítjük, majd a diagonális merevítőkkal állítjuk be a 25°-os dőlést.

A kereszttartók beállítása után a C-sín fogadó elemeket szereljük fel.



6. ábra Alapkeret szerelés

Az alapkeretek fixálása után a modul fogadó C sínek felszerelése történik. A síneket szintén M10 csavarokkal 5 sorban, terv szerinti távolságban rögzítjük. Az egymást követő C-síneket toldó elemmel rögzítjük egymáshoz, így a terhelés az egész sor mentén oszlik el.

A csavarokat minden esetben a szerelési leírásban szereplő nyomatékra húzzuk.



7. ábra C-sín szerelés

4.6. Villámvédelmi és elektromos bekötések.

A szerkezet építéssel párhuzamosan a villámvédelmi rendszer és elektromos hálózat kiépítése is folyamatos.

Az EPH rendszer kiépítésére 10 mm –es horganyzott köracélt használunk.



8. ábra Villámvédelmi köracél

A horganyzott köracélt 30 cm mélyen ültetjük a földbe. Az árkot láncos árokmaró géppel ássuk ki. Sokkal termelékenyebb és precízebb, mint a kanalas árokásás.



9. ábra Kábeldobok daruzása

A KIF és a KÖF kábelek 2600 mm-es kábeldobokon érkeznek, melyek 4 t feletti súlyú tekercsek

A KIF kábel NAYY-J 0,6/1kV 4x120mm² és 4x150 mm² C szigetelésű, alumínium erű, erőátviteli kábel.

A KIF kábelek jó része az asztalok között húzódik ezért folyosókat kell nyitva hagyni a szerkezetek között.



10. ára KIF kábelárok az asztalok között

A KÖF kábelek NA2XS (F) 2Y 12/20kV 1x240/25 (RM) – PE szig, alumínium erű, középész. XLPE kábel.

A KÖF kábelek a belső utak szélén vannak lefektetve 1,1 m mélyen homokágyba.



11. ábra KÖF kábelfektetés



12. Kábelárok jelölés

4.7. A belső utak

A belső út stabilizált burkolatot kap, melynek pályaszerkezete:

- 30 cm 0/56 dolomit zúzalék
- 1 rtg. nem szőtt GRK3 kategóriájú geotextíl
- tömörített talaj

A terület bejárhatósága miatt a belső utak építését el kell kezdeni. Első lépésként a belső út nyomvonalában a meglévő termőföldet kell eltávolítani 30 cm mélységben. A geotextíl és a dolomit zúzalék csak a villámvédelmi és elektromos átkötések után fektethető le.



13. ábra Belső úttükör kialakítás

Az elektromos hálózat kiépítését követően a belső utak végleges kialakítása történik a geotextíl lefektetése után a dolomitfedéssel.



14. ábra Belső út kialakítás



15. ábra Belső út

4.8. Transzformátorok telepítése

A területre 16 db háromfázisú, olajszigetelésű 1.600 kVA névleges teljesítményű transzformátort telepítünk. A transzformátor BK 005 XXL típusú, külső kezelőterületű, betonházas kivitelű előre gyártott elemekből készül. Az állomás gyári körülmények között kerül készre szerelésre és a beépített berendezésekkel együtt kerül leszállításra. A betonházas állomás olyan konstrukcióval rendelkezik, hogy bármely fal egy esetleges sérülése esetén az utólag cserélhető.

A transzformátorok átmenetileg a depó területén vannak letárolva.



16. ábra Transzformátorok a depóban

A belső utak és a transzformátor alapok elkészítése után a transzformátor állomások is a helyükre kerülhetnek.

A telepítésnél nincs szükség betonalapozásra vagy bármilyen építészeti szakipari munkára. A transzformátorállomás telepítése egy előkészített alapgödörbe történik. Az alapgödör méretei 5500x3100x800 mm. A kiásott alapgödör alján egy 10 cm vastag, vízszintes, egyenletes tömörítésű kavicságyat kell kialakítani. Az alapozási munkák ezzel befejezetteknek tekinthetők.



17. ábra Transzformátor alap



18. ábra A transzformátor a helyén

4.9. Az inverterek telepítése

A parkban 199 db HUAWEI SUN2000-100KTL-M1 és 1 db HUAWEI SUN2000-60KTL-M1 típusú string invertert telepítünk.



19. ábra Az inverterek telepítése

4.10. A napelemek installálása

A területen közel 72.000 db Trunsun típusú, 335 W-os monokristályos napelem kerül beépítésre. A napelemek konténerben érkeznek. 1 konténerben 845 db napelem van. Összesen 85 kamion napelem érkezik augusztus közepétől folyamatosan a területre.

A napelemeket az elkészült tartószerkezetre, köztes és vég szorítókkal M8 csavarokkal rögzítjük.

#CUT

MONO




Perc Technology

DuDrive Series TSHM-120L

High Efficiency Monocrystalline Half-cut Cell Solar Module with Perc Technology
320-340W



Higher Module Efficiency
Brings 5-10W power gain due to half-cut production system



More Energy Yield
Lower NMOT and better temperature coefficient by lower cell series resistance, helps boost energy yield



Lower Operating Temperature, More Reliable
Lower operating temperature and hot spot temperature during the sunny day, making the module prevail during the sunny days

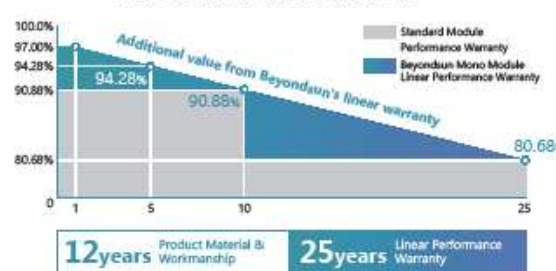


Better Shading Tolerance
Thanks to Paralleling circuit design, more power generated under shading condition and during morning & evening time



Better Micro Crack Resistance
Minimize the impact by micro crack by limiting cell damage and potentially extending area by half-cut module architecture

LINEAR PERFORMANCE WARRANTY



Year	Standard Module Performance Warranty (%)	Beyondsun Mono Module Linear Performance Warranty (%)
1	94.28%	94.28%
5	94.28%	94.28%
10	90.68%	94.28%
25	80.68%	80.68%

12years Product Material & Workmanship

25years Linear Performance Warranty



Beyondsun
TRUNSUN SOLAR

About Beyondsun
As a leading enterprise in China's photovoltaic industry, Beyondsun owns a vertically-integrated supply chain of PV products. Backed by proven track record of outstanding product quality and customer service, Beyondsun's products have been shipped to over 30 countries around the world, supporting all kinds of renewable energy generation systems.

www.beyondsunpv.com
www.trunsunsolar.com

20. ábra A napelem adatlap

A panelek összefoglaló adatai:

- Típusa: Trunsun DuDrive TSHM-120L 335Wp
- Fajtája: monokristályos. 6/49
- Tömege: 19,5 kg
- Súlya: 195 N = 0,195 kN
- Panelek közötti távolság: 14 mm
- Szélessége (valós méret): 1000 mm
- Szélessége (hálózati méret): $1000+14 = 1014$ mm
- Hosszúsága (valós méret): 1686 mm
- Hosszúsága (hálózati méret): $1686+14 = 1700$ mm
- Magassága (peremkeret): 35 mm
- A panel terhelhetősége: - szélteher: 2400 Pa = 2,40 kN/m²
- Hóteher: 5400 Pa = 5,40 kN/m



21. ábra A napelem kirakodás

A kamionból villás rakodógéppel rakodjuk ki a napelemeket



22. A napelemek tárolása

A napelemeket jól megközelíthető helyen, a beépítés helyszínéhez lehető legközelebb tároljuk le.



23. A napelemek terítése

Kirakodást követően a napelemeket be kell hordani a sorok közé előre meghatározott távolságra.



24. ábra A bemodulozott asztalok

A beérkező napelemeket a lehető legrövidebb időn belül fel kell szerelni.

4.11. A hulladékkezelés

A területen a keletkező hulladékot szelektálva gyűjtjük. Big-beg zsákokba külön-külön rakjuk az átlátszó fóliát és a műa. pántszalagot. A papír kartont konténerben, a fa raklapokat pedig egymásba forgatva.



25. ábra Hulladékkezelés

ÖSSZEFOGLALÓ

A projekt műszaki előkészítése 2020. nyarán kezdődött. A kiviteli tervek elkészítését követően 2021. márciusától folyamatos a helyszíni kivitelezés.

Jelenleg a szerkezet közel 100%, modulozás 60% felett, elektromos munka 70%-os készültségi szinten van. A minőségbiztosítási munkálatok és a belső elektromos hálózat mérési jegyzőkönyvek elkészítése is folyamatban vannak. Az irányítástechnikai rendszer, monitoring és felügyeleti rendszer, vagyonvédelmi rendszer besabályozása, felprogramozását követően a hálózati csatlakozás és próbaüzem következik. A műszaki átadást 2022 márciusában tervezzük.

Ahhoz, hogy az egymástól eltérő munkanemek párhuzamosan haladjanak 30-40 fő folyamatos munkavégzésére van szükség

Fontos megjegyezni, hogy a park Ajka, Halimba, Szóc, Padragkút térségben, korábbi bánya területen helyezkedik el. A domborzatilag rendkívül tagolt terület talajösszetétele dolomitos, agyagos, homokos, mezőgazdasági szempontból használhatatlan.

Nagyságrendet tekintve a beruházás során 3,5 km belső úton 150 db 40 lábas konténer anyag érkezik a területre.

SUMMARY

The technical preparation of the project started in summer 2020. Following the finalisation of the construction plans, on-site works will start in March 2021.

Currently, the structure is almost 100% complete, modulation over 60% and electrical work 70% complete. Quality assurance works and internal electrical network measurement reports are also in progress. After the control system, monitoring and surveillance system, security system have been calibrated and programmed, the connection to the mains and trial operation will follow. The technical handover is scheduled for March 2022.

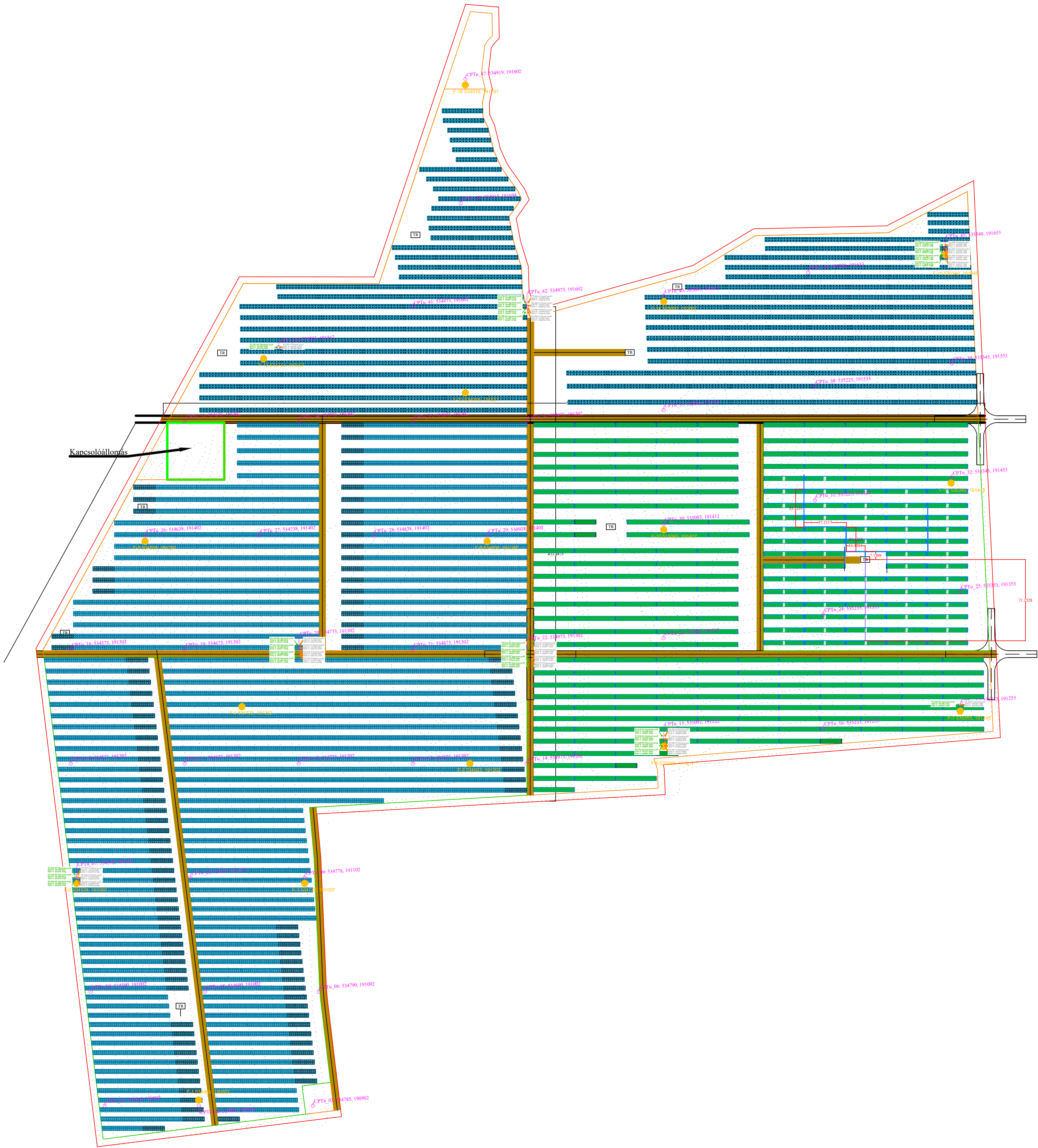
In order for the different work packages to run in parallel, 30 to 40 people will be required to work continuously

It is important to note that the park is located in the area of Ajka, Halimba, Szóc, Padragkút, in the former mining area. The soil composition of this extremely rugged area is dolomitic, clayey, sandy and unusable for agriculture.

In terms of scale, the project will involve the delivery of 150 40-foot containers of material to the site via 3,5 km of internal road.

Mellékletek

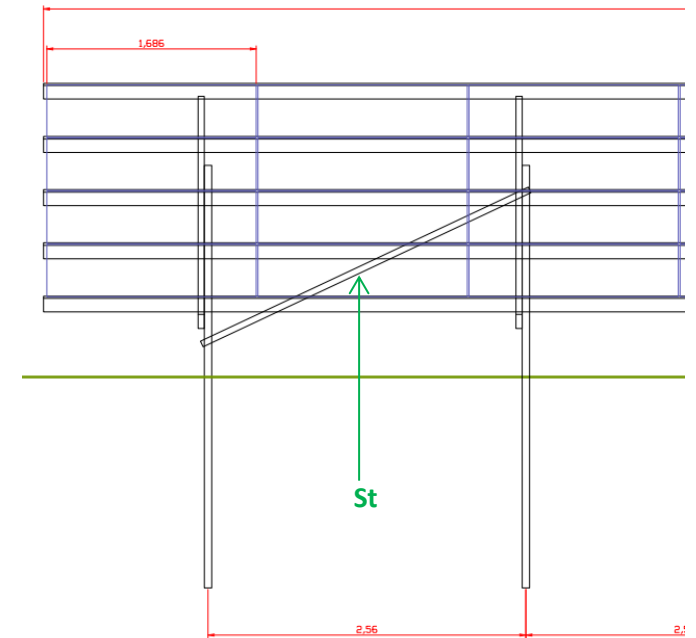
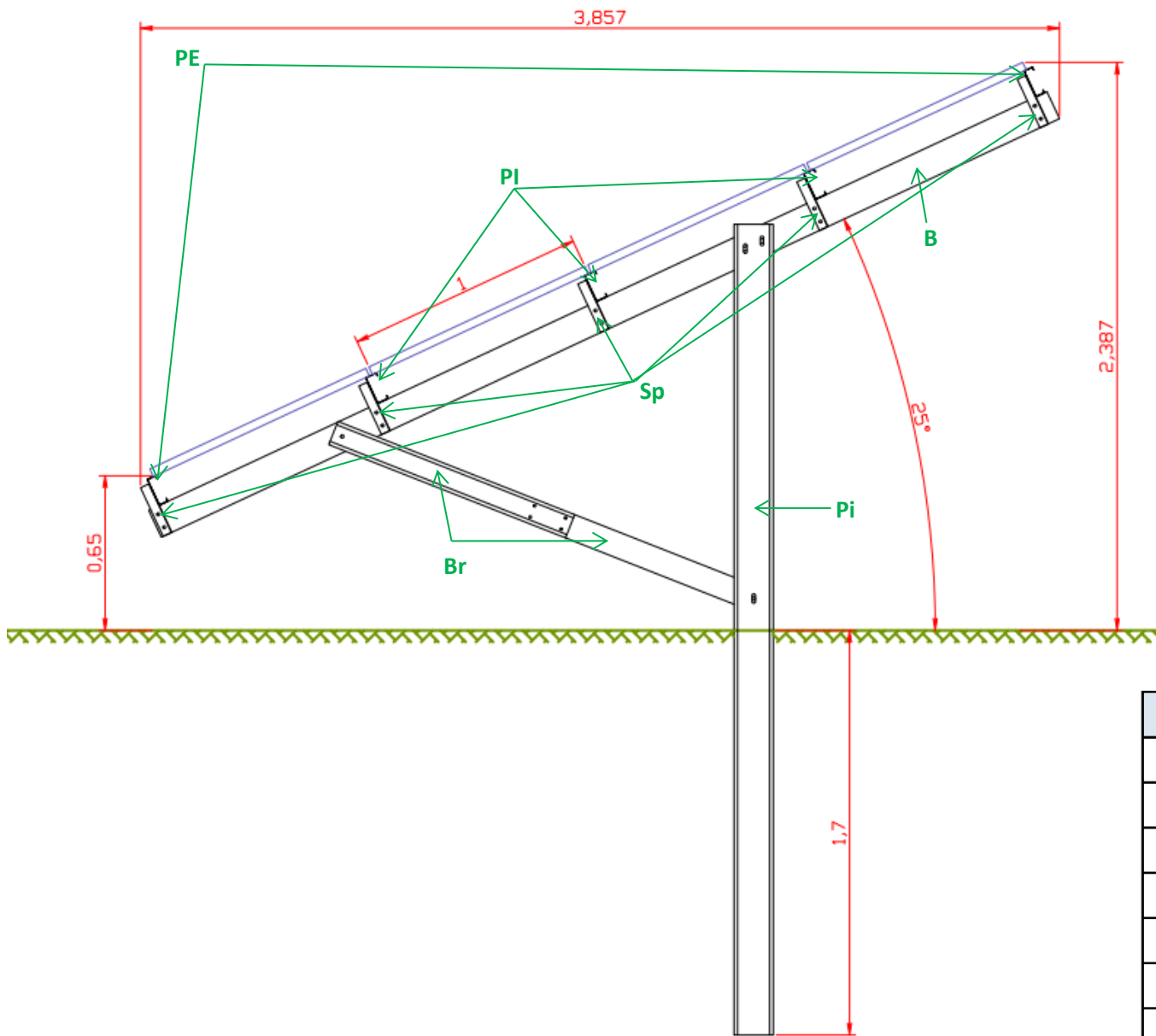
1. számú_melléklet_Próbaterhelési_helyszínrajz
2. számú_melléklet_PRAXIA_szerelési_kalkuláció
3. számú_melléklet_PRAXIA_Structure_profiles
4. számú_melléklet_Ajka_20MW_tervezés_REV8
5. számú_melléklet_Ajka_20MW_tervezés_REV16
6. számú_melléklet_Cölöpkiosztási_terv
7. számú_melléklet_Tartószerkezeti_rajzok
8. számú_melléklet_Áttekintő_elrendezési_rajz
9. számú_melléklet_Depó_elrendezés



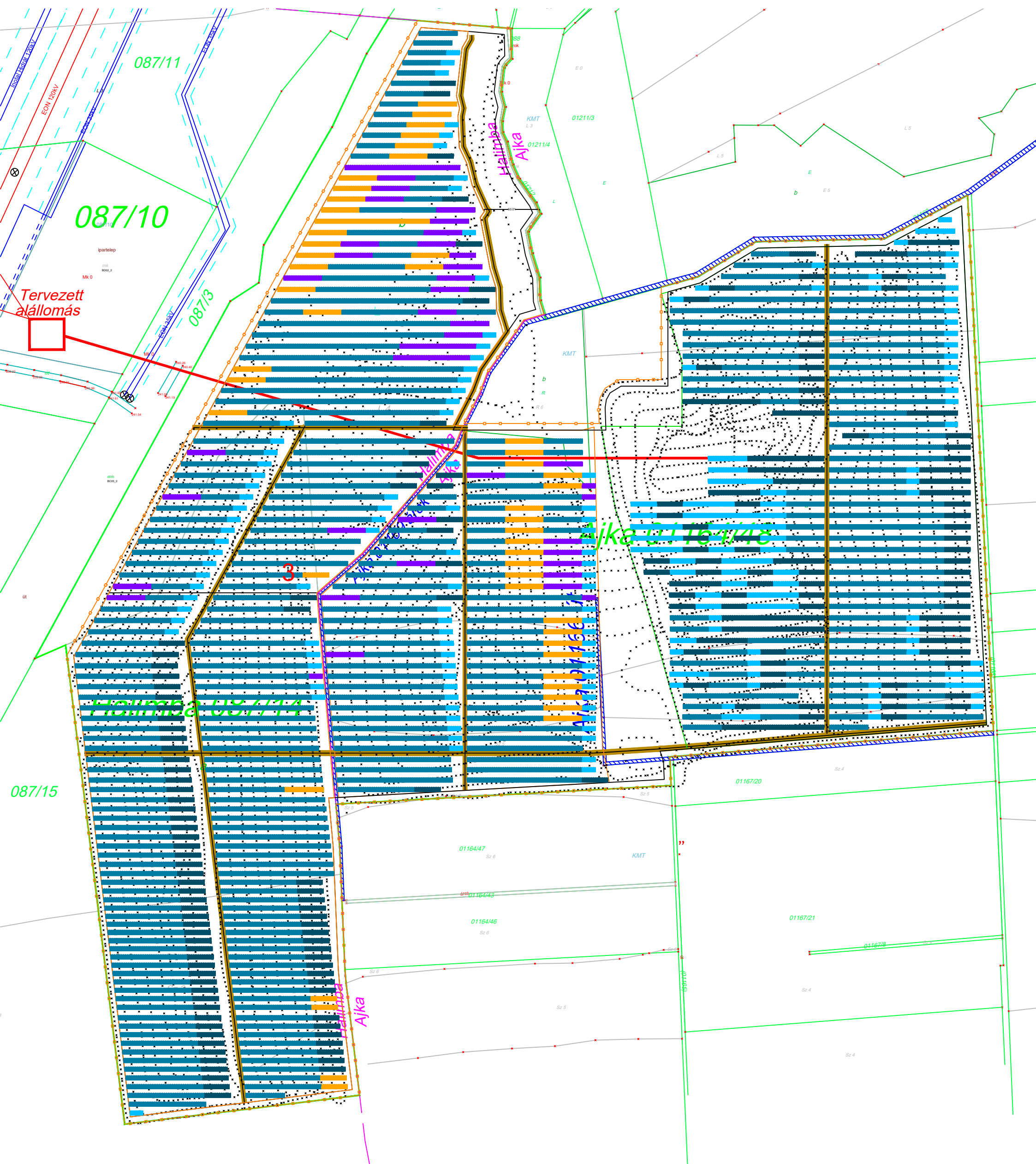
Az EOY koordináták a Kivitelező által ellenőrizendők a kitzelési alappontokhoz képest.
The EOY coordinates must be checked by the Contractor, according to the site-marking base points.

Cölöp jele	Próbaterhelés típusa	Profil	Profil hosszúság	EOV X	EOV Y
PC-001-NY	Nyomott próbaterhelés	C-115x50x3	2.0 m + 0.5 m szabad vég	191567.0000	534753.5000
PC-001-H	Húzott próbaterhelés	C-115x50x3	2.0 m + 0.5 m szabad vég	191567.0218	534756.5000
PC-002-NY	Nyomott próbaterhelés	C-115x50x3	1.5 m + 0.5 m szabad vég	191606.5214	534971.2760
PC-002-H	Húzott próbaterhelés	C-115x50x3	1.5 m + 0.5 m szabad vég	191606.5431	534974.2759
PC-003-NY	Nyomott próbaterhelés	C-115x50x3	2.0 m + 0.5 m szabad vég	191603.5214	534971.2760
PC-003-H	Húzott próbaterhelés	C-115x50x3	2.0 m + 0.5 m szabad vég	191603.5431	534974.2759
PC-004-NY	Nyomott próbaterhelés	C-170x75x2,5	1.5 m + 0.5 m szabad vég	191600.5214	534971.2760
PC-004-H	Húzott próbaterhelés	C-170x75x2,5	1.5 m + 0.5 m szabad vég	191600.5431	534974.2759
PC-005-NY	Nyomott próbaterhelés	C-170x75x2,5	2.0 m + 0.5 m szabad vég	191597.5214	534971.2760
PC-005-H	Húzott próbaterhelés	C-170x75x2,5	2.0 m + 0.5 m szabad vég	191597.5431	534974.2759
PC-006-NY	Nyomott próbaterhelés	C-115x50x3	1.5 m + 0.5 m szabad vég	191656.7162	535337.1096
PC-006-H	Húzott próbaterhelés	C-115x50x3	1.5 m + 0.5 m szabad vég	191656.7380	535340.1096
PC-007-NY	Nyomott próbaterhelés	C-115x50x3	2.0 m + 0.5 m szabad vég	191653.7162	535337.1096
PC-007-H	Húzott próbaterhelés	C-115x50x3	2.0 m + 0.5 m szabad vég	191653.7380	535340.1096
PC-008-NY	Nyomott próbaterhelés	C-170x75x2,5	1.5 m + 0.5 m szabad vég	191650.7162	535337.1096
PC-008-H	Húzott próbaterhelés	C-170x75x2,5	1.5 m + 0.5 m szabad vég	191650.7380	535340.1096
PC-009-NY	Nyomott próbaterhelés	C-170x75x2,5	2.0 m + 0.5 m szabad vég	191647.7162	535337.1096
PC-009-H	Húzott próbaterhelés	C-170x75x2,5	2.0 m + 0.5 m szabad vég	191647.7380	535340.1096
PC-010-NY	Nyomott próbaterhelés	C-115x50x3	1.5 m + 0.5 m szabad vég	191306.5214	534771.2760
PC-010-H	Húzott próbaterhelés	C-115x50x3	1.5 m + 0.5 m szabad vég	191306.5431	534774.2759
PC-011-NY	Nyomott próbaterhelés	C-115x50x3	2.0 m + 0.5 m szabad vég	191303.5214	534771.2760
PC-011-H	Húzott próbaterhelés	C-115x50x3	2.0 m + 0.5 m szabad vég	191303.5431	534774.2759
PC-012-NY	Nyomott próbaterhelés	C-170x75x2,5	1.5 m + 0.5 m szabad vég	191300.5214	534771.2760
PC-012-H	Húzott próbaterhelés	C-170x75x2,5	1.5 m + 0.5 m szabad vég	191300.5431	534774.2759
PC-013-NY	Nyomott próbaterhelés	C-170x75x2,5	2.0 m + 0.5 m szabad vég	191297.5214	534771.2760
PC-013-H	Húzott próbaterhelés	C-170x75x2,5	2.0 m + 0.5 m szabad vég	191297.5431	534774.2759
PC-014-NY	Nyomott próbaterhelés	C-115x50x3	1.5 m + 0.5 m szabad vég	191302.4945	534974.4321
PC-014-H	Húzott próbaterhelés	C-115x50x3	1.5 m + 0.5 m szabad vég	191302.5163	534977.4321
PC-015-NY	Nyomott próbaterhelés	C-115x50x3	2.0 m + 0.5 m szabad vég	191299.4945	534974.4321
PC-015-H	Húzott próbaterhelés	C-115x50x3	2.0 m + 0.5 m szabad vég	191299.5163	534977.4321
PC-016-NY	Nyomott próbaterhelés	C-170x75x2,5	1.5 m + 0.5 m szabad vég	191296.4945	534974.4321
PC-016-H	Húzott próbaterhelés	C-170x75x2,5	1.5 m + 0.5 m szabad vég	191296.5163	534977.4321
PC-017-NY	Nyomott próbaterhelés	C-170x75x2,5	2.0 m + 0.5 m szabad vég	191293.4945	534974.4321
PC-017-H	Húzott próbaterhelés	C-170x75x2,5	2.0 m + 0.5 m szabad vég	191293.5163	534977.4321
PC-018-NY	Nyomott próbaterhelés	C-115x50x3	1.5 m + 0.5 m szabad vég	191226.5444	535091.2692
PC-018-H	Húzott próbaterhelés	C-115x50x3	1.5 m + 0.5 m szabad vég	191226.5662	535094.2691
PC-019-NY	Nyomott próbaterhelés	C-115x50x3	2.0 m + 0.5 m szabad vég	191223.5444	535091.2692
PC-019-H	Húzott próbaterhelés	C-115x50x3	2.0 m + 0.5 m szabad vég	191223.5662	535094.2691
PC-020-NY	Nyomott próbaterhelés	C-170x75x2,5	1.5 m + 0.5 m szabad vég	191220.5444	535091.2692
PC-020-H	Húzott próbaterhelés	C-170x75x2,5	1.5 m + 0.5 m szabad vég	191220.5662	535094.2691
PC-021-NY	Nyomott próbaterhelés	C-170x75x2,5	2.0 m + 0.5 m szabad vég	191217.5444	535091.2692
PC-021-H	Húzott próbaterhelés	C-170x75x2,5	2.0 m + 0.5 m szabad vég	191217.5662	535094.2691
PC-022-NY	Nyomott próbaterhelés	C-115x50x3	2.0 m + 0.5 m szabad vég	191253.7162	535351.2760
PC-022-H	Húzott próbaterhelés	C-115x50x3	2.0 m + 0.5 m szabad vég	191253.7380	535354.2759
PC-023-NY	Nyomott próbaterhelés	C-115x50x3	1.5 m + 0.5 m szabad vég	191105.0214	534576.2760
PC-023-H	Húzott próbaterhelés	C-115x50x3	1.5 m + 0.5 m szabad vég	191105.0431	534579.2759
PC-024-NY	Nyomott próbaterhelés	C-170x75x2,5	1.5 m + 0.5 m szabad vég	191102.0214	534576.2760
PC-024-H	Húzott próbaterhelés	C-170x75x2,5	1.5 m + 0.5 m szabad vég	191102.0431	534579.2759
PC-025-NY	Nyomott próbaterhelés	C-170x75x2,5	2.0 m + 0.5 m szabad vég	191099.0214	534576.2760
PC-025-H	Húzott próbaterhelés	C-170x75x2,5	2.0 m + 0.5 m szabad vég	191099.0431	534579.2759

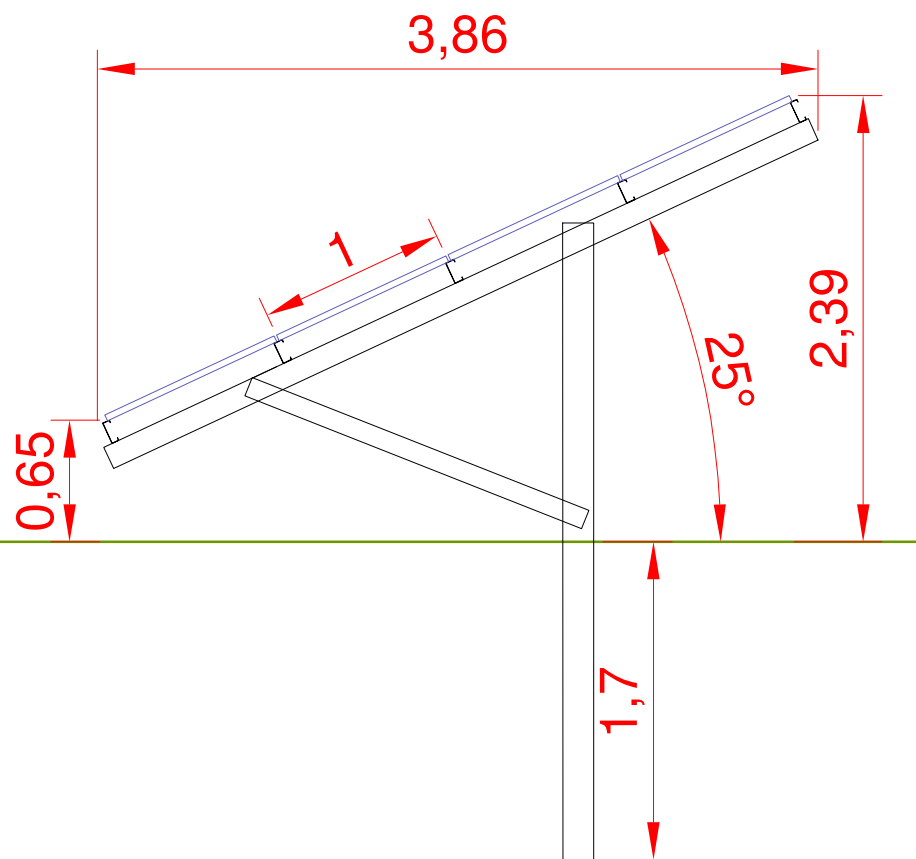
	24,071760	MW									
Modul	335	w									
Modul	71856	db									
Láb/asztal	19	db									
Modul/asztal	108	db									
Asztal	665	db									
Praxia Energy 1V - 4 Module senkrecht	Össz. Egység	mp/egység/fő	Egység/perc/fő	Egység/óra/fő	Csapatlétszám	Gépkezelő	Egység/perc/csoport	Egység/óra/csoport	Összes gépidő	Összes Munkaóra	
Anyagok fogadása lerakodása rendezése	150	5200	0,011538462	0,692307692	2	1	0,0	1,38	108,33	216,7	
Szelemen bilincs előszerelése	63800	40	1,5	90	1		1,5	90,00	0,00	708,9	
Modul lefogató előszerelése	179640	15	4	240	1		4,0	240,00	0,00	748,5	
Láb terítése	12760	120	0,5	30	3	1	1,5	90,00	141,78	425,3	
Lábleütés	12760	200	0,3	18	2	1	0,6	36,00	354,44	708,9	
Láb festése	12760	40	1,5	90	2		3,0	180,00	0,00	141,8	
Kereszt tartó terítése	12760	40	1,5	90	2	1	3,0	180,00	70,89	141,8	
Diagonál terítése	25283	40	1,5	90	2	1	3,0	180,00	140,46	280,9	
Szelemen fogadó terítése	63207	18	3,333333333	200	2	1	6,7	400,00	158,02	316,0	
Szelemen toldó terítése	63207	18	3,333333333	200	2	1	6,7	400,00	158,02	316,0	
Diagonál szerelése	25283	120	0,5	30	2	0	1,0	60,00	0,00	842,8	
Kereszt tartó szerelése	12760	150	0,4	24	2	0	0,8	48,00	0,00	531,7	
Szelemen fogadó szerelése	63800	40	1,5	90	2	0	3,0	180,00	0,00	708,9	
Szelemenek elosztása (raklap)	665	1200	0,05	3	1	1	0,1	3,00	221,78	221,8	
Szelemenek terítése	26613	300	0,2	12	3	1	0,6	36,00	739,26	2217,8	
Alsó szelemen beállítása (asztal)	665	1200	0,05	3	2		0,1	6,00	0,00	221,8	
Lézeres szelemen beállítás	665	1200	0,05	3	2		0,1	6,00	0,00	221,8	
Szelemenek szerelése (asztal)	665	1200	0,05	3	2		0,1	6,00	0,00	221,8	
Modul terítés egység=raklap	2874	600	0,1	6	1	1	0,1	6,00	479,04	479,0	
Modul felszerelés	71856	400	0,15	9	3		0,5	27,00	0,00	7984,0	
Merevítő felszerelése	665	2000	0,03	1,8	2		0,1	3,60	0,00	369,6	
Modul szkennelés	71856	7,5	8	480	4	0	32,0	1920,00	0,00	149,7	
Szemét kihordása, hulladék gazdálkodás	2874	500	0,12	7,2	3	1	0,4	21,60	133,07	399,2	
Nyomatékolás	665	1800	0,033333333	2,0	2		0,1	4,00	0,00	332,7	
Ellenőrzés, javítás	665	1800	0,033333333	2,0	2		0,1	4,00	0,00	332,7	
								Össz. gépidő	2705,1	19239,9	óra
								Gépidő cölöpözés nélkül	2350,6	799,3	óra/MW



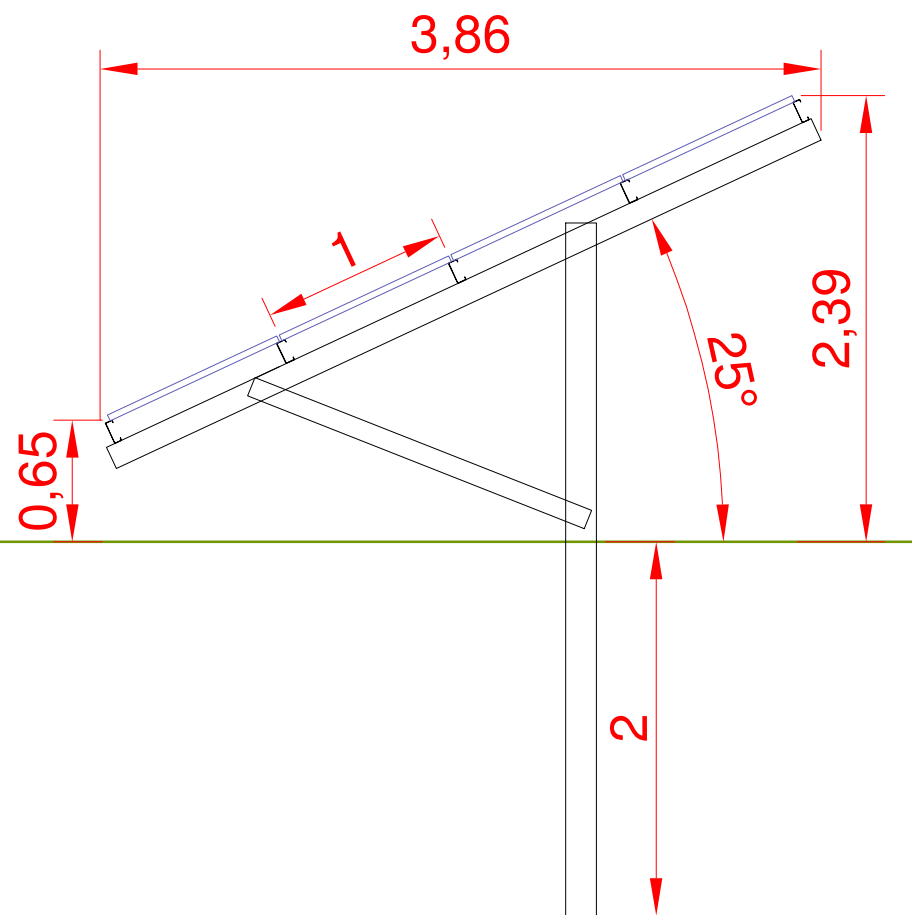
Reference	Piece	Profile (mm)	Steel
Pi	Pile	C-165x60x15x3	S355JR
B	Beam	C-125x50x15x2,1	S350GD
PE	Exterior Purlin	C-140x40x15x1,6	S350GD
PI	Interior Purlin	C-140x50x15x2,1	S350GD
Sp	Support	L-40x40x2	S350GD
St	Strap	L-50x50x3	S350GD
Br	Braces	C-105x50x15x2,1	S350GD



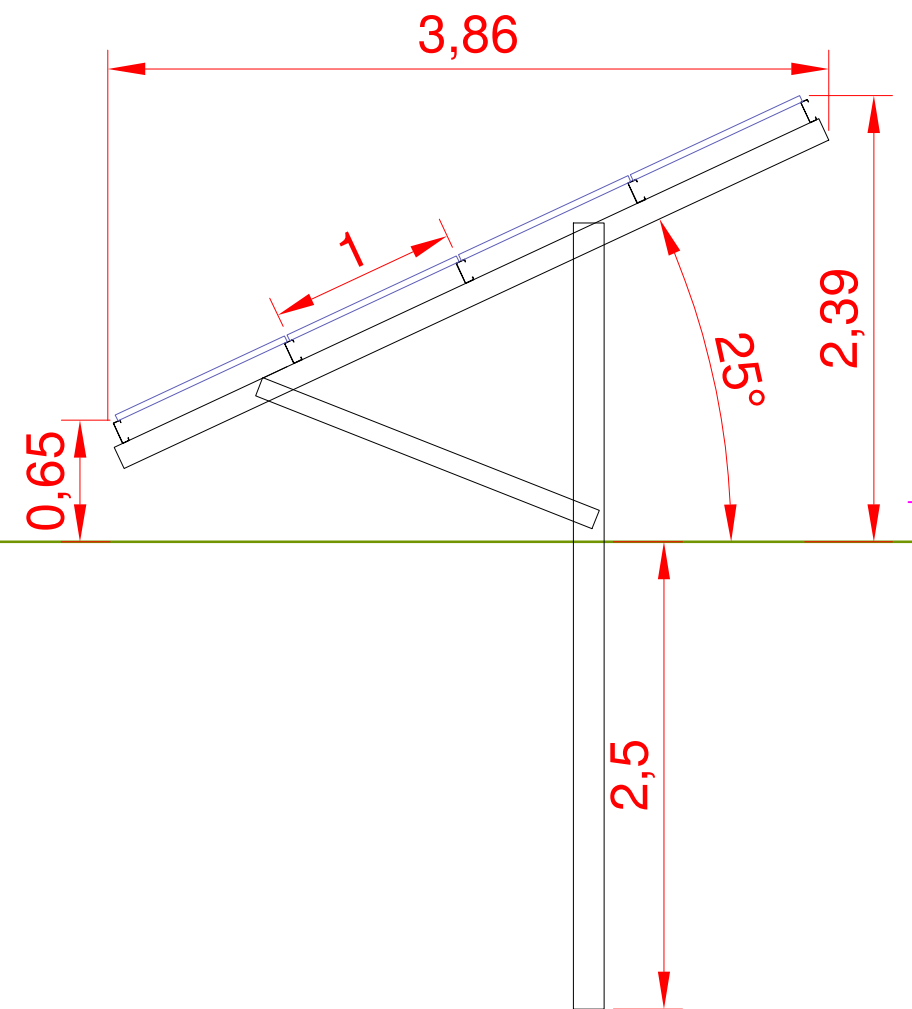




1,7 méteres beverési
cölöpmélység



2 méteres beverési
cölöpmélység



2,5 méteres beverési
cölöpmélység

Kiviteli terv

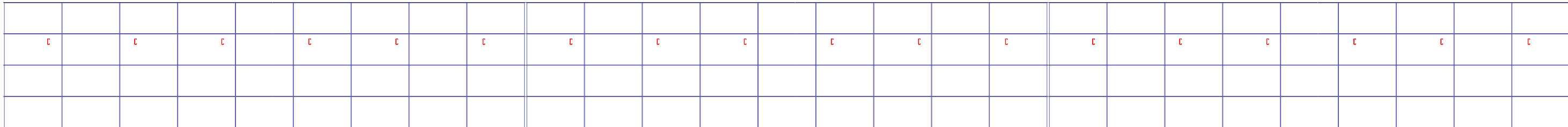
Tartószerkezeti rajzok LAP 1 / 4

Helyszín, megnevezés	19,96MVA névleges teljesítményű napelemes kiserőmű Ajka hrsz.: 01164/48 és Halimba hrsz.: 087/14	Munkaszám AJK20	Generál tervező Green Plan Energy KFT. 3700 Kazincbarcika, Csók István út 46. e-mail: info@greenplan.hu
Terv Rajzszám	Tartószerkezeti rajzok - oldalnézetek AJK20_A_E_TSZ_RA_2	Készítés dátuma 2021.01.15	Tervező Nap Labor Kft. 2097 PBJ Fő út 4/A T: +36-26-336-407 e-mail: info@sunlab.hu
Beruházó	Komm Hull Villamosenergia Kereskedő Kft. H-1031 Budapest, Szentendrei út 207-209.	Verzió dátuma, száma: 2021.02.23., R01	Tervező Borsi Balázs, villamosmérnök 13-14535
Tervező Praxia Energy S.L.	Tervező	Tervező	Tervező segéd

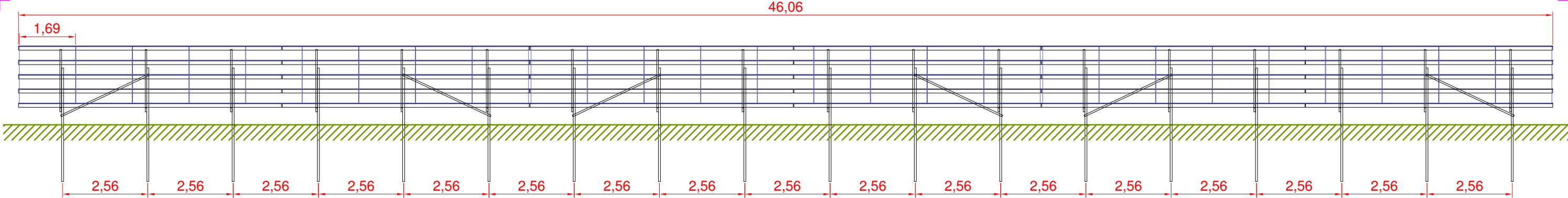


Gyártói
adatszolgáltatás rajzai

Felülnézet



Előlnézet



4 x 27 -es napelem
asztal kialakítása

Kiviteli terv

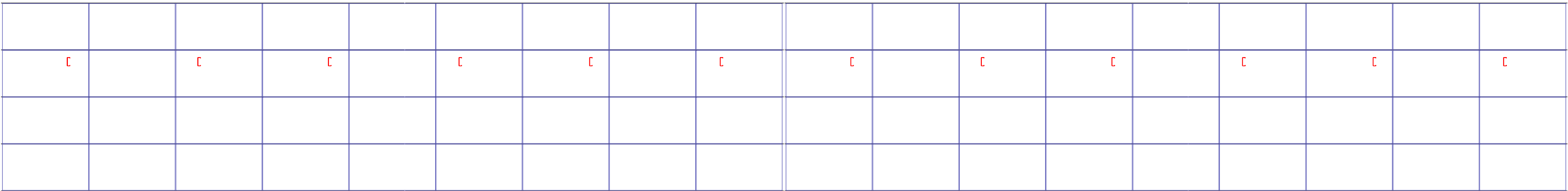
Tartószerkezeti rajzok LAP 4 / 4

Helyszín, megnevezés		19,96MVA névleges teljesítményű napelemes kiserőmű Ajka hrsz.: 01164/48 és Halimba hrsz.: 087/14		Munkaszám AJK20	Generál tervező Green Plan Energy KFT. 3700 Kazincbarcika, Csók István út 46. e-mail: info@greenplan.hu
Terv Rajzszám		Tartószerkezeti rajzok - 4x27-es asztal AJK20_A_E_TSZ_RA_2		Készítés dátuma 2021.01.15	
Beruházó		Komm Hull Villamosenergia Kereskedő Kft. H-1031 Budapest, Szentendrei út 207-209.		Verzió dátuma, száma: 2021.02.23., R01	Tervező Nap Labor Kft. 2097 PBJ Fő út 4/A T: +36-26-336-407 e-mail: info@sunlab.hu
Tervező Praxia Energy S.L.	Tervező	Tervező	Tervező Veres Gábor, villamosmérnök 13-14535	Tervező segéd Borsi Balázs, villamosmérnök	

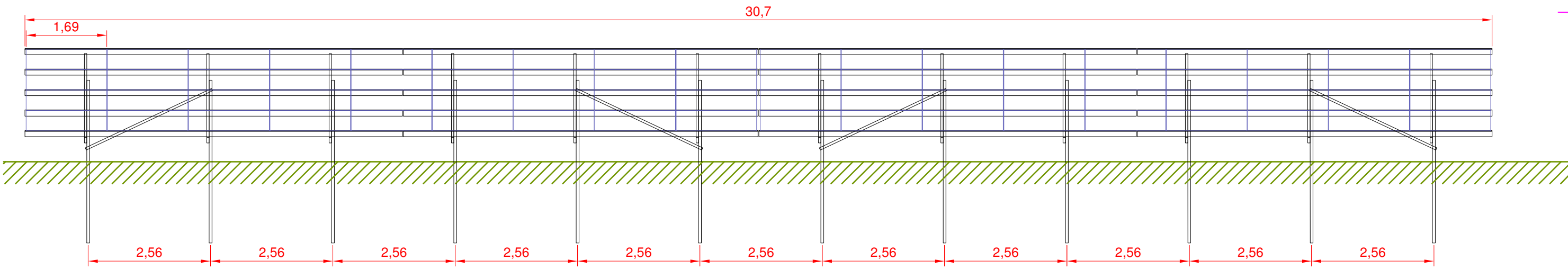


Gyártói
adatszolgáltatás rajzai

Felülnézet



Előlnézet



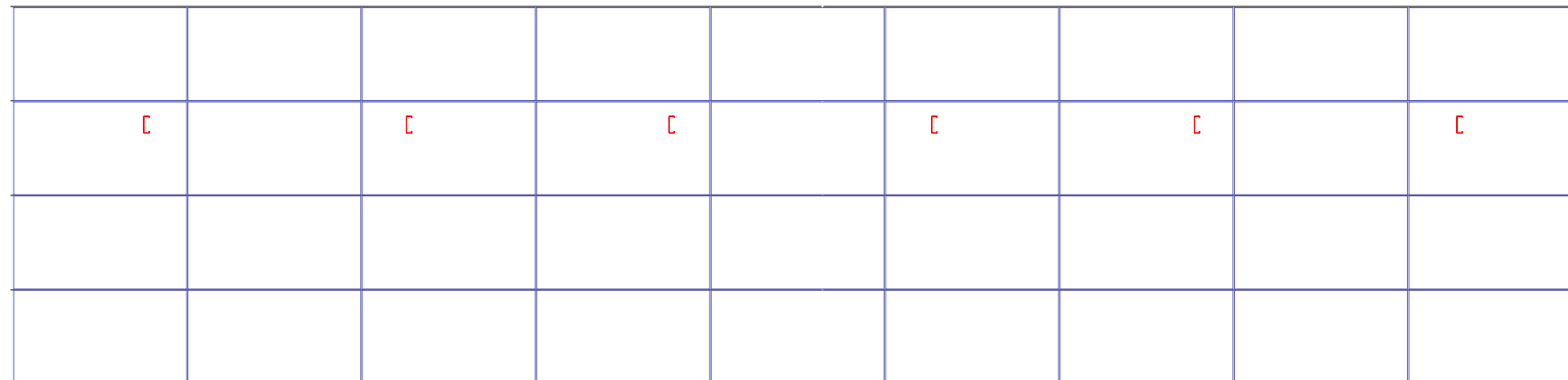
4 x 18 -as napelem
asztal kialakítása

Kiviteli terv

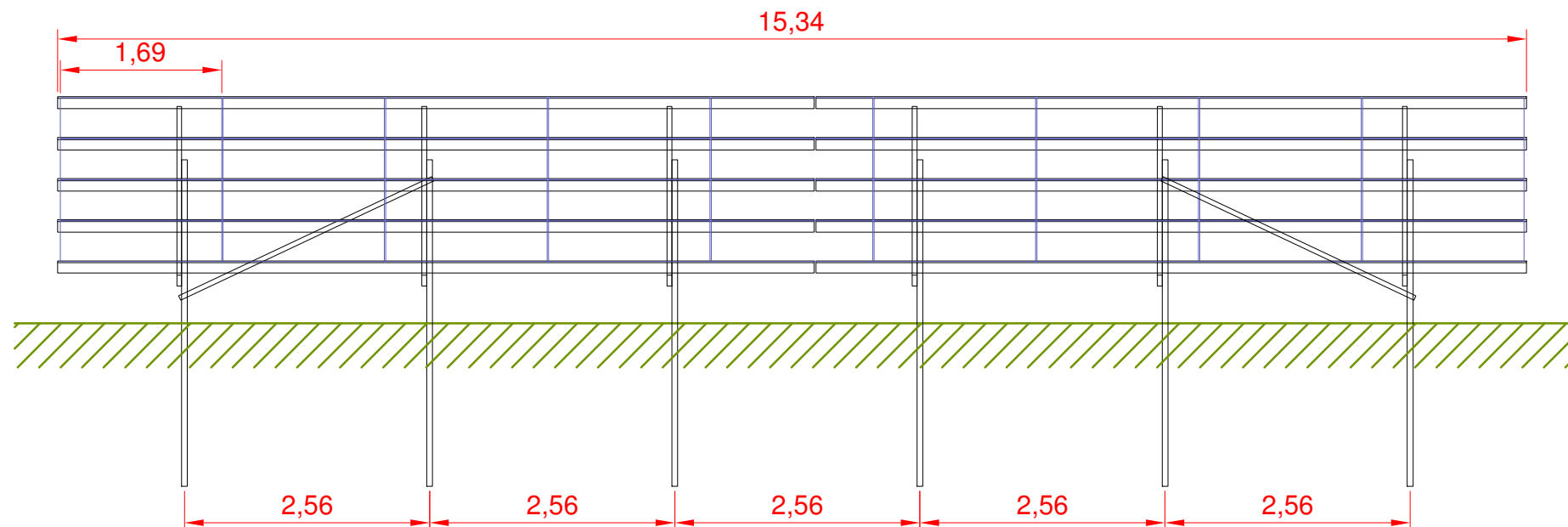
Tartószerkezeti rajzok LAP 3 / 4

Helyszín, megnevezés	19,96MVA névleges teljesítményű napelemes kiserőmű Ajka hrsz.: 01164/48 és Halimba hrsz.: 087/14		Munkaszám AJK20	Generál tervező Green Plan Energy KFT. 3700 Kazincbarcika, Csók István út 46. e-mail: info@greenplan.hu
Terv Rajzszám	Tartószerkezeti rajzok - 4x18-as asztal AJK20_A_E_TSZ_RA_2		Készítés dátuma 2021.01.15	
Beruházó	Komm Hull Villamosenergia Kereskedő Kft. H-1031 Budapest, Szentendrei út 207-209.		Verzió dátuma, száma: 2021.02.23., R01	Tervező Nap Labor Kft. 2097 PBJ Fő út 4/A T: +36-26-336-407 e-mail: info@sunlab.hu
Tervező Praxia Energy S.L.	Tervező	Tervező	Tervező segéd Veres Gábor, villamosmérnök 13-14535	Tervező segéd Borsi Balázs, villamosmérnök

Felülnézet



Előlnézet

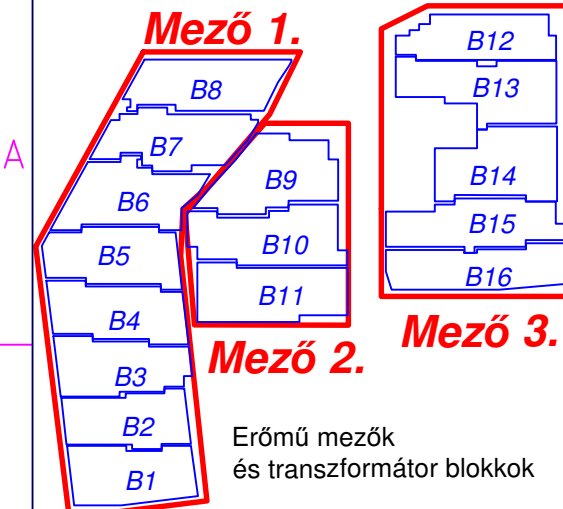
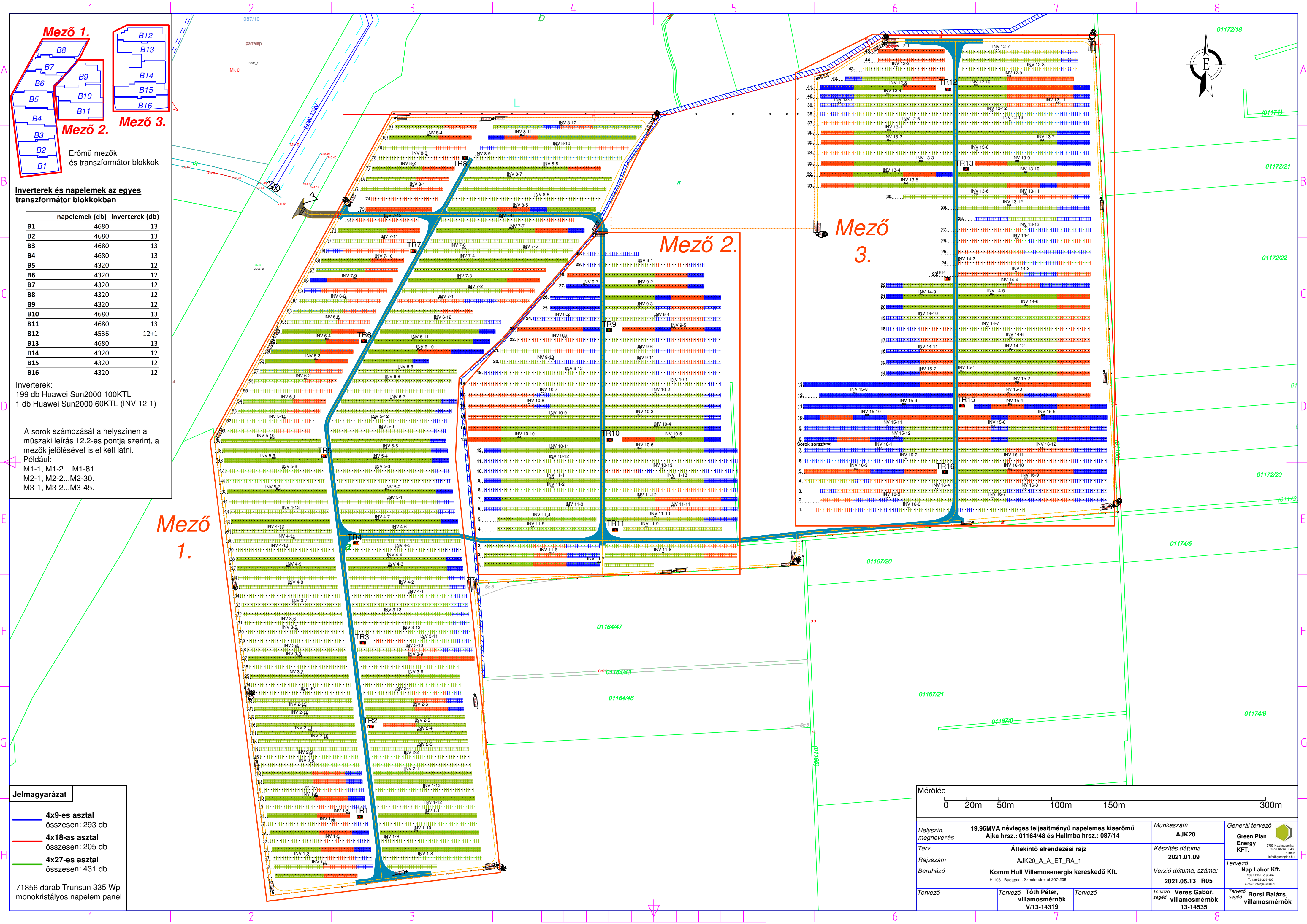


**4 x 9 -es napelem
asztal kialakítása**

Kiviteli terv

Tartószerkezeti rajzok LAP 2 / 4

Helyszín, megnevezés	19,96MVA névleges teljesítményű napelemes kiserőmű Ajka hrsz.: 01164/48 és Halimba hrsz.: 087/14	Munkaszám AJK20	Generál tervező Green Plan Energy KFT. 3700 Kazincbarcika, Csók István út 46. e-mail: info@greenplan.hu
Terv Rajzszám	Tartószerkezeti rajzok - 4x9-es asztal AJK20_A_E_TSZ_RA_2	Készítés dátuma 2021.01.15	Tervező Nap Labor Kft. 2097 PBJ Fő út 4/A T: +36-26-336-407 e-mail: info@sunlab.hu
Beruházó	Komm Hull Villamosenergia Kereskedő Kft. H-1031 Budapest, Szentendrei út 207-209.	Verzió dátuma, száma: 2021.02.23., R01	Tervező Borsi Balázs, villamosmérnök 13-14535
Tervező Praxia Energy S.L.	Tervező	Tervező	Tervező segéd



Inverterek és napelemek az egyes transzformátor blokkokban

	napelemek (db)	inverterek (db)
B1	4680	13
B2	4680	13
B3	4680	13
B4	4680	13
B5	4320	12
B6	4320	12
B7	4320	12
B8	4320	12
B9	4320	12
B10	4680	13
B11	4680	13
B12	4536	12+1
B13	4680	13
B14	4320	12
B15	4320	12
B16	4320	12

Inverterek:
199 db Huawei Sun2000 100KTL
1 db Huawei Sun2000 60KTL (INV 12-1)

A sorok számozását a helyszínen a műszaki leírás 12.2-es pontja szerint, a mezők jelölésével is el kell látni.
Például:
M1-1, M1-2... M1-81.
M2-1, M2-2...M2-30.
M3-1, M3-2...M3-45.

Jelmagyarázat

4x9-es asztal

összesen: 293 db

4x18-as asztal

összesen: 205 db

4x27-es asztal

összesen: 431 db

71856 darab Trunsun 335 Wp monokristályos napelem panel

Mérőlécc	020m50m100m150m300m		
Helyszín, megnevezés	19,96MVA névleges teljesítményű napelemes kiserőmű Ajka hrsz.: 01164/48 és Halimba hrsz.: 087/14	Munkaszám AJK20	Generál tervező Green Plan Energy KFT. 3700 Kazincbarcika, Csók István út 46. e-mail: info@greenplan.hu
Terv	Áttekintő elrendezési rajz	Készítés dátuma 2021.01.09	Tervező Nap Labor Kft. 2007 FSU 16-04-04 T.: +36 26 336 407 e-mail: info@naplab.hu
Rajzszám	AJK20_A_A_ET_RA_1	Verzió dátuma, száma: 2021.05.13 R05	
Beruházó	Komm Hui Villamosenergia kereskedő Kft. H-1031 Budapest, Szentendrei út 207-209.	Tervező Veres Gábor, villamosmérnök 13-14535	Tervező Borsi Balázs, villamosmérnök

The image is a detailed technical site plan for a residential development. It features a large central area with blue hatching, likely representing a parking lot or a specific type of ground cover. To the left, there is a green hatched area labeled "DEPÓ ~2300 m²". To the right, another green hatched area is labeled "DEPÓ ~2300 m²". The plan includes various roads and paths, some marked with yellow and green lines. A red rectangle is located in the upper left corner. The text "087/10" is written in large green letters at the top left. The text "Halimba 087/14" is written in large green letters at the bottom left. The text "Ajka 01166 út" is written vertically in large green letters on the right side. The text "Ajka 01164" is written in large green letters at the bottom right. The plan also includes various technical details, such as dimensions, elevations, and labels for different areas and features.