



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Alba Regia Műszaki Kar
Geoinformatikai Intézet

SZAKDOLGOZAT

Útépítés mérnökgeodéziai munkái

OE-AMK
2021

Hallgató neve: Gebauer Enikő Krisztina
Hallgató törzskönyvi száma: T000434/FI12904/A-G



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Óbudai Egyetem
Alba Regia Műszaki Kar
Geoinformatikai Intézet

SZAKDOLGOZAT FELADATLAP

Hallgató neve: Gebauer Enikő Krisztina
Szakedolgozat száma: SZD20120110301774
Törzskönyvi száma: T000434/FI12904/A-G

Neptun kódja: XXXXXXXXXX

Szak: földmérő és földrendező mérnök
Specializáció: Geoinformatika specializáció

A dolgozat címe: Útépítés mérnökgeodéziai munkái

A dolgozat címe angolul: Engineering surveying works for road construction

A feladat részletezése: Mutassa be egy útépítési beruházás geodéziai igényeit. Térjen ki az alappont sűrítés munkafolyamatára, valamint a CKT felület minősítésére. Ismertesse a gépvezérlések megoldási lehetőségeit, geodéziai igényeit.

Intézményi konzulens neve: Dr. Tóth Zoltán

A kiadott téma elévülési határideje: 2023. május 15.

Beadási határidő: 2021. 12. 15.

A szakedolgozat: Nem titkos.

Kiadva: Székesfehérvár, 2021. 11. 03.



[Handwritten signature]

Intézetigazgató

A dolgozatot beadásra alkalmasnak találom:

[Handwritten signature]

belső konzulens

külső konzulens



HALLGATÓI NYILATKOZAT

Alulírott szigorló hallgató kijelentem, hogy a szakdolgozat/diplomamunka saját munkám eredménye, a felhasznált szakirodalmat és eszközöket azonosíthatóan közöltem.

Egyéb jelentős segítséget nem vettem igénybe.

Az elkészült szakdolgozatban/diplomamunkában található eredményeket az egyetem és a feladatot kiíró intézmény saját céljára térítés nélkül felhasználhatja, a titkosításra vonatkozó esetleges megkötések mellett.

Kelt: GYŐR, 2021.12.10

.....
hallgató aláírása

Tartalomjegyzék

1.Bevezetés	4
2. Projekt bemutatása	5
3. Alapponthálózat	6
3.1 Alapponthálózat jellemzői	6
3.1.1 Alappontokkal szemben támasztott követelmények	7
3.1.2 Állandósítási módok	8
3.2 Meglévő alapponthálózat.....	12
3.3 Alapponthálózat sűrítés	13
3.4 Vízsintes alapponthálózat	15
3.5 Magassági alapponthálózat	16
4. Használt műszerek és szoftverek	20
5. Minősítési feladatok	26
6. Kitűzési feladatok.....	28
7. Gépvezérlés	30
7.1 Bazaltbeton finisher.....	30
7.2 Háromdimenziós modell.....	31
7.3 Kalibráció.....	32
7.4 Finisher vezérlés.....	37
8. Összegzés/	40
9. Mellékletek.....	43
10. Irodalomjegyzék.....	50

1.Bevezetés

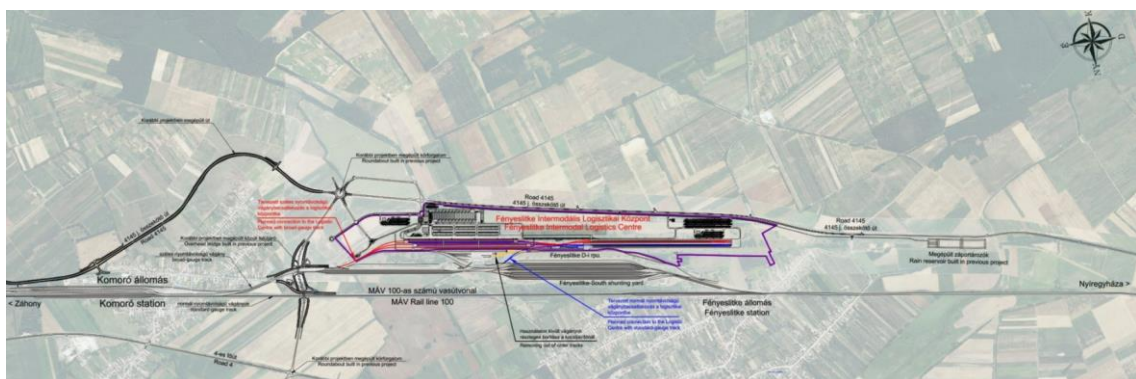
Napjainkat a nagy építőipari beruházások és a látványosnál látványosabb épületek, építmények, valamint ipari létesítmények jellemzik. Minden nagy volumenű projektnél elengedhetetlen a geodéziai jelenlét.

Munkám folyamán és órai keretek között betekintést nyerhettem különböző mérnökgeodéziai feladatok elvégzésébe. Az általam bemutatott beruházás egy ipartelep, ahol darupálya, konténertároló és számos parkoló épül meg. A cégem az utak és parkolók bazaltbeton burkolatát készíti el. Az ezzel kapcsolatos geodéziai munkák (kitűzések, minősítés) elvégzése mellett a bazalt finisher gépvezérlése volt a feladat. A gépvezérlés segítségével sokkal hatékonyabban dolgozhatunk nagy pontosság mellett. Kevesebb munkaerő igénybevitelével rövidebb idő alatt magas fokú minőség elérésére ad lehetőséget.

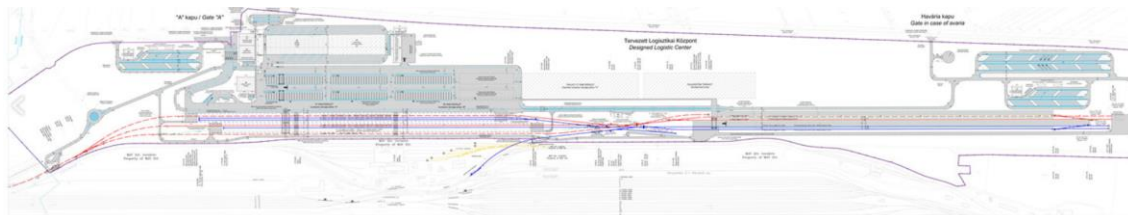
Úgy gondolom ez egy érdekes téma, mivel a gépvezérlés még viszonylag gyerekcipőben jár és számos olyan probléma merülhet fel egy projekt során, amelyre még nincs egyértelmű megoldás és kihívást jelent a szakma számára. Ez egy olyan beruházás, amelyből számos tudás, tapasztalat meríthető a projekt sokrétűsége miatt. A felmerülő problémák a későbbiekben induló hasonló technikán alapuló kivitelezések megtervezésében, a technológia fejlesztésében, az ütemezésekben, és a tervezésekben egyaránt segítséget jelenthetnek.¹

2. Projekt bemutatása

A projekt észak-kelet Magyarország területén található Nyíregyházától ötven kilométerre északi irányban Fényeslitke település iparterületénél. A beruházás egy vasúti átpakoló terminál lesz elsősorban, mivel Oroszországban használatos 1520 milliméteres vasúti nyomtáv és a magyarországi 1435 milliméteres nyomtáv egyaránt megtalálható lesz az East-Weast Gate kombiterminálon. Ez a létesítmény köti össze az ázsiai tehervonat forgalmat a hazaival. Ezen kívül még megtalálható lesz a területhez tartozó darupálya, amely a tehervonatokról történő átrakodás elengedhetetlen kelléke lesz. A terminál számos utat, parkolót, konténertárolót és néhány épületet foglal magába. Az építési terület körülbelül négy kilométer hosszan nyúlik el észak-déli irányban. Az alábbi képen láthatóak a projekt tervezett objektumai, útjai, parkolói és lerakóhelyek. A nyolcvanöt hektáros területen még megépülésre kerülnek összeszerelő és gyártóüzemek, és raktárak. A sínpárok felett haladó teherdaruk kezelését a magyar fejlesztésű MaxWhere szoftver segíti majd, amely lehetőséget biztosít a távolból történő irányításukra. A program képes valós időben háromdimenziós modellt alkotni a terminál területén folyó munkálatokról, mozgásokról.^{[1][2]}



2.1. ábra Áttekintő helyszínrajz műholdképpel
(Forrás: <https://eastwestil.com/tervek/>, 2021.11.28.)



2.1. ábra Kombiterminál helyszínrajz
(Forrás: <https://eastwestil.com/tervek/>, 2021.11.28.)

3. Alapponthálózat

Az alapponthálózat minden nagy volumenű beruházás alappillére. Ezért úgy kell megtervezni, hogy a beruházás teljes időtartama alatt a lehető legtöbb alappont megmaradjon sérülésmentesen. Nemcsak a pont helyének megtervezése fontos, hanem annak az állandósítási módját is ki kell választanunk a terepi körülmények, az ott végzett munkafolyamatok és az állandósítási lehetőségek figyelembevételével.

3.1 Alapponthálózat jellemzői

Az alapponthálózat jellemzése előtt néhány fogalom tisztázása szükséges. A geodéziai pontok meghatározását két lépéssel végezhetjük el. Az első az, hogy létrehozunk olyan pontokat melyekhez a későbbiekben viszonyítani fogjuk a második lépésben meghatározandó pontokat, amik számunkra fontosak lesznek. Az első lépés alapján létrehozott pontokat alappontoknak nevezzük, a második módon meghatározott pontokat pedig részletpontoknak hívjuk. Ezeket a pontokat még tovább oszthatjuk a dimenziójuk szerint. Mind a részletpontok, mind az alappontok csoportján belül beszélhetünk térbeli, vízszintes, és magassági pontokról. A dimenziójukon belül még a rendőségük alapján is tovább oszthatóak.

Az alappontokat a terepen jól azonosítható és időtálló módon állandósítjuk. Az alappontok meghatározását nagy pontossággal kell elvégezni az adott vonatkozó

rendszerben. Erre azért van szükség, mivel egy munkaterületen egységes keretet, összhangot biztosít a területen folyó egyéb geodéziai feladatok számára is.

A részletpontok a felszínen egy létesítmény kontúrjának, telekhatár és művelési ág határ és útburkolat töréspontok ábrázolására szolgáló pontok. A részletpontok koordinátáinak meghatározását az alapponthálózatok segítségével hajtjuk végre.

3.1.1 Alappontokkal szemben támasztott követelmények

- Állandó módon jelölt: Ez annyit jelent, hogy a terepen kézzelfoghatóan megtalálható. A végleges állandósításra azért van szükség, hogy a munkaterületen végzett összes munkafolyamathoz szükséges geodéziai feladatok elvégzéséhez megőrizzük. Az alappontokat elhelyezhetjük egy építményen is, de ilyen esetben egyértelműen jelölnünk kell, hogy melyik részét tekintjük alappontnak. A terepen állandósított pontokat nagy körültekintéssel kell elhelyezni, hogy a munkafolyamatok ne tegyenek kárt benne, így biztosított legyen a mozdulatlansága. A vesztett pontok a terepen állandósításra nem kerülő pontok, mivel az állandósításukra a terep nem alkalmas, vagy sűrűn helyezkednének el.
- Mozdulatlan legyen: Talán ez a legfontosabb szempont az összes közül. A mozdulatlanságra úgy tekintünk, hogy hosszabb időtartamon keresztül mozgás ne következzen be az alapponton. Ez az időszak általában a használat intervallumának felel meg. Nyilván minimális mozgás bekövetkezik, de ezek elfogadhatóak abban az esetben, ha a meghatározandó részletpontjain hibahatárát nem haladják meg. Az alappontok elmozdulását az őrpontok segítségével határozhatjuk meg. Az alappont és a hozzá tartozó őrpontok között geometriai kapcsolat van, amely segítségével a későbbiekben megállapítható az alappont esetleges elmozdulása.
- Kis azonosítási hiba terhelje: Ez azt jelenti, hogy az alappont megjelölésének egyértelműnek kell lennie. Vízszintes alappont esetében ennek legjellemzőbb módja egy keresztvéset, vagy egy furat. A magassági alappontokat általában

szintezési csappal állandósítják. Magassági alappont esetében az alappontnak egy egyértelműen meghatározható legmagasabb pontja van, így ha a csapra függőlegesen helyezzük el a szintezőlécezt, akkor az alja vízszintes síkot képez a csap tetején.

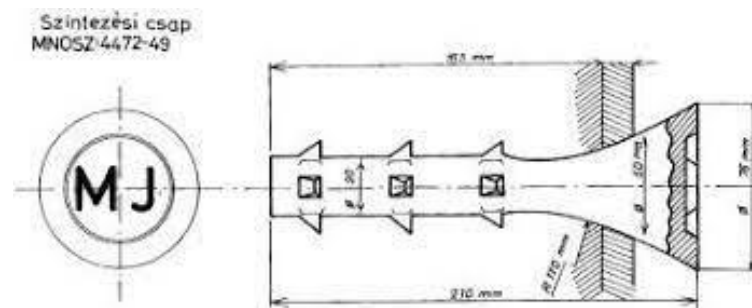
- Mérések hibahatáron belül vannak: A hibahatár a meghatározási mód típusától is függ. A meghatározás folyamán az összes mérésnek hibahatáron belül kell lennie.
- Fölös méréssel van meghatározva: Az alappontok elengedhetetlen feltétele, hogy fölös mérések alapján történjen a meghatározása. Ha ez a feltétel nem teljesül, a pont nem tekinthető alappontnak. A fölös mérések biztosítják az ellenőrzés lehetőségét. Minél több fölös adattal rendelkezünk, annál több lehetőségünk van az ellenőrzésre.
- Magasabb rendű pontból lett meghatározva: A helymeghatározás hierarchiáját követve kell elvégezni a meghatározást. Ez annyit jelent, hogy alacsonyabb rendű pontból magasabb rendűt nem tudunk létrehozni, vagy azonos megbízhatósággal fog bírni, vagy kisebbel. Alapponthálózat sűrítésnél a felhasznált pontok vagy azonos rendűek, vagy magasabb rendűek lehetnek, mint az újonnan létrejövő alappontok.
- Vonatkozási rendszer azonos: Azoknak a pontoknak, amelyekről az alapponthálózat sűrítése történik, azonos vonatkozási rendszerben kell lenniük.
- Helymeghatározó adatai nagy pontossággal ismertek
- Koordinátameghatározás az összes mérés figyelembevételével történik
- Mérés és számítás folyamata dokumentált: Mérési eredmények mellett a számítás folyamata, valamint az elvégzett átalakítások ismerete fontos, így a meghatározás teljes folyamata nyomon követhető.

3.1.2 Állandósítási módok

Az alappontok állandósítását számos körülmény határozza meg. A pontjelölést elsősorban az befolyásolja, hogy hány dimenziós pontot kívánunk állandósítani. Az egy dimenzióval rendelkező pontokat magassági alappontoknak, a két dimenzióval

rendelkezőket pedig vízszintes alappontoknak nevezzük. A háromdimenziós pontok mind vízszintes koordinátákkal, mind magassággal rendelkeznek. A négydimenziós pontok a három dimenziósoktól annyiban különböznek, hogy ezek a pontok gravimetriai mérésekre is alkalmasak.

- A magassági alappontok megjelölését úgy kell elvégezni, hogy az adott pont magassága egyértelmű legyen. A magasság állandósítására egy íves felület a legalkalmasabb. A leggyakoribb magassági pontjelölési mód a falicsap. Ezek a falicsapok öntöttvasból készülnek, körülbelül húsz-harminc centiméter hosszúságúra. A falicsap nyelén bordákat helyeznek el, melyek segítik a mozdulatlanság fenntartását. A szintezési csaphoz hasonló állandósítási mód a tárcsa, amely annyiban különbözik a falicsaptól, hogy nagyobb a fejének az átmérője.

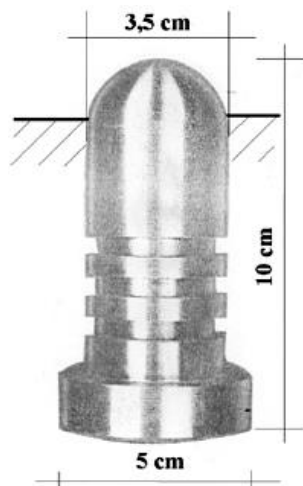


3.1. ábra Szintezési csap

(Forrás: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=A1300015.VM>, 2021.11.28.)

Ezeket a csapokat olyan épületek lábazati falába helyezik el, melyek régi építésűek. A csapok nyelét vízszintesen fúrják be az épületbe. Az állandósításukat a használat előtti fél évvel kell elvégezni.

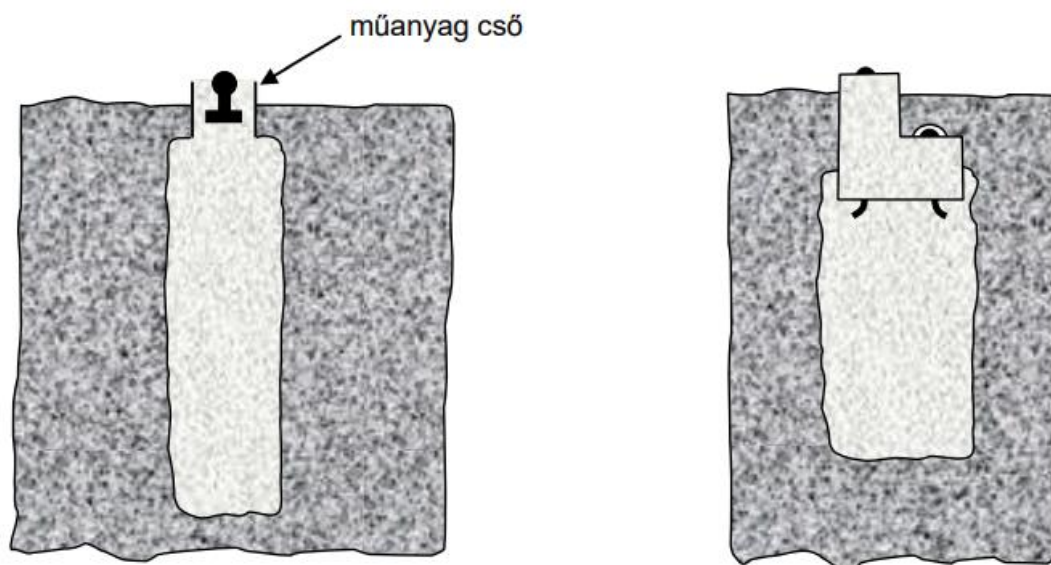
A másik állandósítási mód a szintezési gomb. Ezeket a jelöléseket vízszintes felületekben helyezik el. A szintezési gomb körülbelül három-öt centiméter átmérővel rendelkezik, és tíz- tizenöt centiméter hosszú.



3.2. ábra Szintezési gomb

(Forrás: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=A1300015.VM> ,(2021.11.28.)

Külterületeken a szintezési kő használata lehetséges. Mivel a földbe lehet csak elhelyezni, ezért egy betonlappal kell ellátni. A szintezési köveket kettős pontjellel is el lehet látni. Az ilyen esetekben a kő talajba süllyesztett részén egy másik szintezési gomb is megtalálható.

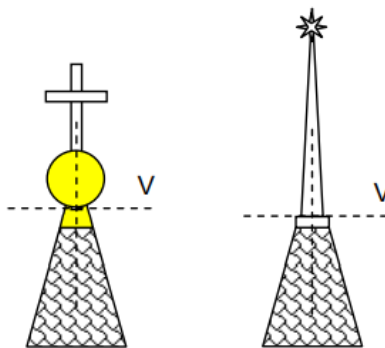


3.3. ábra Szintezési kő fúrt és a helyszínen öntött betoncölöpön és kettős pontjelölés

(Forrás: Dr. Csepregi Szabolcs, Gyenes Róbert, Dr. Tarsoly Péter: Geodézia I.,2013.)

- A vízszintes pontoknál csakúgy, mint a magasságinál a jelölésnek egyértelműen meg kell határozni a pont helyét. A vízszintes alappontokat két csoportra oszthatjuk tovább, mivel nem csak a felszínen vannak állandósítva. Az első csoport, melyek a felszínen találhatók, a második pedig a magaspontok kategóriája.

A magaspontok központos mérésekre nem alkalmasak, mivel megközelítésük nem megoldható és kialakításuk sem alkalmas ilyen jellegű mérések elvégzésére. Elsősorban templomtornyokat alkalmazunk magaspontként, de kémények szimmetriatengelye is használható. A katolikus templomok esetében az ismert pont a kereszt alatt elhelyezkedő gömb nyakának szimmetriatengelye, református templom esetében pedig a csillag tövének a szimmetriatengelye.



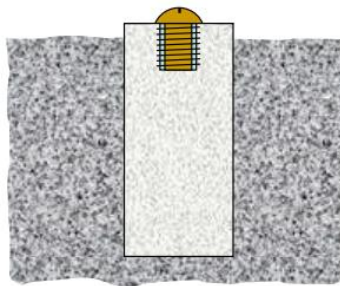
3.4. ábra A központ jele katolikus és református tornyok esetén

(Forrás: Dr. Csepregi Szabolcs, Gyenes Róbert, Dr. Tarsoly Péter: Geodézia I.,2013.)

Kémény esetében az alappontot az építmény szimmetriatengelye és a felső peremének a metszéspontja jelenti. A kéményekhez hasonló pontjelölés a vasbeton mérőtorony. Körülbelül hat és harminc méter között van a magasságuk. A torony belsejében a földön található egy pontjelölés, amely a mérőtorony középpontjába esik. A mérést a torony tetején elhelyezett betonpillérrel lehet elvégezni, ha pedig irányzást végzünk a mérőtoronyra, akkor a betonpillér felett elhelyezett gúla teszi ezt lehetővé. A gúla tetején egy 1 méter hosszú fekete-fehér, vagy piros-fehér festéssel ellátott henger található, melyre a mérést végezhetjük.

- A háromdimenziós pontjelöléseknek olyan kialakításúaknak kell lenniük, hogy a vízszintes koordináta és a magasság is egyértelmű legyen. Ezért a háromdimenziós pontjelölések egyaránt bírnak a magassági és a vízszintes

alappontok tulajdonságaival, paramétereivel. A legalkalmasabb pontjelölés a rozsdamentes acélból készült gömbfejű, furatos, csavarmenetes pontjel.^[3]



3.5. ábra Gömbölyűfejű, csavarmenettel ellátott furatos pontjel

(Forrás: Dr. Csepregi Szabolcs, Gyenes Róbert, Dr. Tarsoly Péter: Geodézia I.,2013.)

3.2 Meglévő alapponthálózat

A munkatarület teljes hosszában voltak létesítve alappontok. Elhelyezkedésük alapján a munkaterületet közrefogva létesültek, valamint a terület közepén is lettek állandósítva alappontok. A területet így harminchárom darab alappont fedte le.

Ezek a telepített pontok egy 1 köbméteres betonlapot kaptak, hogy a mozdulatlanságuk biztosított legyen. Ebbe a betonlapba lett beállítva egy KG 300-as cső, melyet szintén kibetonoztak. A csövek aljában egy domború fejű csavar lett elhelyezve szintezési csapként szolgálva. A csövek mindegyikének a tetejében egy csavar található, amely



3.6. ábra Régi alappontok

(Forrás: Saját kép)

lehetőséget biztosít kényszerközpontos mérésekre is. Az alappontok körülbelül száz-kétszáz méterre lettek állandósítva egymástól, ami a mi esetünkben nagy távolságot jelentett, ezért is volt szükséges sűríteni az alapponthálózatot, valamint a prizmaink megfelelő elhelyezésére sem voltak alkalmasak. Az alappontok EOVS (Egységes Országos Vetületi rendszer) rendszerben meghatározott vízszintes koordinátával rendelkeznek, valamint az EOMA (Egységes Országos Magassági Alapponthálózat) hálózat alapján meghatározott magasságokkal látták el őket. A vízszintes koordinátaiknak a meghatározását háromszögelés módszerével végezték el.

3.3 Alapponthálózat sűrítés

Mivel a régi alappontok körülbelül száz-kétszáz méter távolságban lettek elhelyezve egymástól, így lefedve az egész munkaterületet, szükséges volt a hálózat sűrítése. Első lépésként bejártuk a munkaterületet, hogy merre is található a harminchárom darab alappont, majd ezek mellett próbáltuk lehatárolni azokat a területeket, ahol a későbbiekben a burkolatot el kell készítenünk. A régi alappontok koordinátalistájával egy EOVS-helyes rajzot készítettünk, így egyszerűen képet kaptunk, hogy melyik területeken lesz szükségünk új alappontok létesítésére. A tervezés folyamán azzal a tényezővel is számolnunk kellett, hogy az alappontok a munkafolyamatok előrehaladtával sajnos sérülni és pusztulni fognak. Ez az aggodalmunk be is következett a régi alappontokra és az általunk létesítettekre egyaránt. Próbáltunk gondoskodni a védelmükről karózással, körbekerítéssel, valamint ami nagyon kritikus helyen volt és létfontosságú is egyben, azok köré ezen felül betonból védőszegélyt készítettünk.



3.7. ábra Megvédett alappont

(Forrás: Saját kép)



3.8. ábra Félig betemetett régi alappont

(Forrás: Saját kép)

Mivel a terület, amelyen a projekt megvalósul nagyon nagy, ezért az alapponthálózat sűrítését szakaszosan végeztük el. Mindig a betonozási ütemtervet szemelőtt tartva terveztük meg a hálózat bővítését. Alapvetően az alappontok helyét úgy terveztük meg, hogy a későbbiekben betonozásra kerülő terület mindkét oldalán cikk-cakkban helyezkedjenek el körülbelül ötven, hetvenöt méterre egymástól. Erre azonban nem mindig adódott lehetőség a terepi körülmények miatt. Miután megterveztük az alappontok helyét, az állandósításuk következett. A kijelölt helyekre egy körülbelül másfél méteres DN50-es vascső került leütésre úgy, hogy a földből tíz-tizenöt centiméterre lógjon ki. A vascsövek tetejére egy 10x10-es vaslemez lett ráhegesztve, amelynek a tetejére fejjel lefelé egy csavar került rögzítésre.



3.9. ábra Újonnan létesített alappont
(Forrás: Saját kép)

Miután a csavar is oda lett hegesztve, a teteje gömbölyűre lett csiszolva és egy pontozó segítségével megjelölésre került a közepe. Így mind magassági, mind vízszintes értelemben is egyértelmű jelölést kaptunk. Mivel tisztában voltunk vele, hogy néhány alappont meg fog semmisülni, ezért a munka előrehaladtával új alappontokat helyeztünk ki, melyek a munkaterületen található kandeláberek betonalapjába leütött HILTI szegek voltak.

Voltak olyan alappontjaink is, amelyről tudtuk, hogy a projekt előrehaladtával el kell őket pusztítani, mert olyan helyre lettek állandósítva, ahol egy út fut majd, de az elhelyezésük elengedhetetlen volt a bazaltbeton burkolat elkészítéséhez. Ebből az okból is elengedhetetlen volt a HILTI szegek elhelyezése és használata. Mint a fenti képen is látható, próbáltuk minél jobb védelemmel ellátni az alappontokat, és láthatóvá tenni a munkagépkezelők számára.

3.4 Vízszintes alapponthálózat

Az alappontok vízszintes koordinátáinak a meghatározását sokszögvonal vezetésével szerettük volna megoldani, hogy minél nagyobb pontosságot érhessünk el. Azonban erre nem volt lehetőségünk az eszközhiány és az idő szűke miatt, így más módon kellett

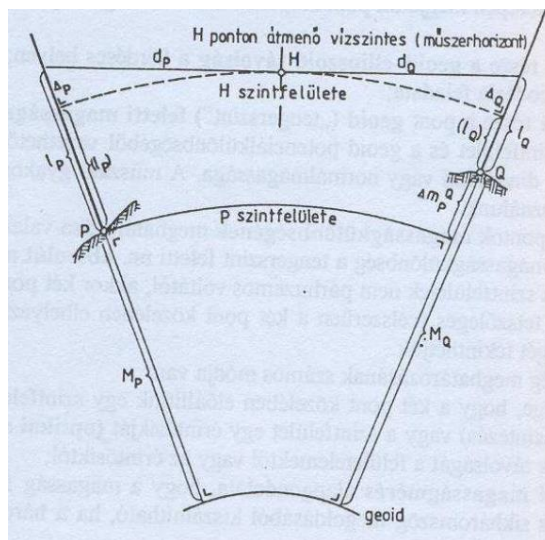
meghatároznunk a pontok pozícióját. A meghatározást a Leica TS13 mérőállomással hajtottuk végre. Mivel kevés időnk volt a hálózat elkészítésére és a munkaterület nyolcvanöt hektár, ezért a betonozási ütemtervet követve a munkavégzés aktuális területeire készítettük el a hálózatot. A koordináta meghatározását egyszerű beméréssel végeztük el. Egy állásból körülbelül hat darab régi alappontra hajtottuk végre a tájékozást. Itt is nagy hangsúlyt fektettünk a pontoságra. Ebből az állásból bemértük azokat az újonnan létesített alappontokat, amelyek a tájékozáson belül estek. Minden egyes pontot két távcsőállásban és két fordulóban mértünk be. A következő állásból szintén elvégeztük a tájékozást, majd bemértük ugyanezen alappontokat ismételtén két távcsőállásban és két fordulóban. A kapott koordinátákat kiközepeelve kaptuk meg az alappontok végleges vízszintes koordinátáit. Az összes újonnan létesített alappontunk kettő-három műszerállásból lett bemérve, meghatározva. A kapott koordináták alapján ellenőriztük a munkánkat. Új tájékozást hajtottunk végre, amelyben az újonnan meghatározott alappontok és néhány régi alappont is bemérésre került. A mérőállomás helyzetének számítása után néhány régi alappontot tűztünk vissza. Ennek az elvégzésére azért volt szükség, hogy lássuk mennyire felelnek meg az új alappontok a régi hálózat pontosságának, mennyire illik bele a régibe. Ezt az ellenőrzést is többször, több állásból végeztük el, különböző tájékozási kombinációkban.

3.5 Magassági alapponthálózat

Az újonnan létesített alappontok vízszintes koordinátáinak a meghatározása után a magasságukat is meg kellett határoznunk. Annak érdekében, hogy a magasságok meghatározását a lehető legnagyobb pontossággal tudjuk elvégezni, mérési módszernek a szintezést választottuk. Próbáltunk arra törekedni, hogy a szintezési vonalainkat a régi alappontok között vezessük, azonban erre nem minden esetben volt lehetőségünk, mivel a projekt előrehaladtával a régi alappontok megsérültek, vagy elpusztultak. Ez a probléma kiküszöbölhető lett volna, ha az alapponthálózat sűrítését egy ütemben meg tudtuk volna csinálni, azonban erre nem volt lehetőségünk az idő szűke miatt, valamint a folyamatos tereprendezés is nehezítette a munkánkat. A magasságok meghatározása folyamán

betartottuk a szintezés szabályait, melyek ismertetése előtt a mérés során felmerülő hibaforrásokat fogom ismertetni, valamint a szintezés alapelvét.

Ha meg szeretnénk határozni két pont közötti magasságkülönbséget, akkor ennek a legegyszerűbb módja, ha előállítunk egy szintfelületet és ehhez a felülethez képest határozzuk meg a két pont merőleges távolságát. A kapott távolságok különbségét képezve megkapjuk a két pont közötti magasságkülönbséget. Ez képlettel kifejezve a következőképpen alakul: $\Delta m_{PQ} = M_P - M_Q$



3.10. ábra Szintezés alapelve

(Forrás: Dr. Tarsoly Péter: Geodézia II., 2015)

A gyakorlatban azonban a szintfelület érintősíkjaához viszonyítva határozzuk meg a pontok távolságát, nem pedig a szintfelülethez. Az említett érintősík a szintezőműszer két tengelyének metszéspontján áthaladó érintősík (műszerhorizont sík). A meghatározni kívánt pontokon egy szintezőlécet állítunk fel függőlegesen, és az ezen lévő értékeket olvassuk le a szintezőműszerrel. Ez alapján a két pont magasságkülönbségét egy kivonással képezzük: $\Delta m_{PQ} = l_P - l_Q - \Delta_P + \Delta_Q$ ahol Δ_P és Δ_Q a föld görbületéből adódó tényező, amelyeket kis távolságok esetében az egyenlő műszer-léc távolságokkal kiejthetünk, ugyanis a szimmetria miatt Δ_P és Δ_Q értéke megegyezik, ezért a különbségüket képezve nullát kapunk.

A szintezés folyamán, ha a két meghatározandó magasság között nagy a távolság ahhoz, hogy egy műszerállásban végezzük el a mérést, vagy nem felelne meg a pontossági követelményeknek, a lécleolvasás pontossága nem lenne megfelelő, esetleg a terepi lejtésvizonyok nem engedik meg, hogy egy műszerállásból meg lehessen határozni a magasságkülönbséget, akkor úgynevezett kötőpontokat veszünk fel a terepen. A kötőpontokat úgy kell felvennünk, hogy a műszer-léc távolságon belül legyen, ami húsz-hatvan méter között változik. Ha kötőpontokat alkalmazunk, akkor az ezek közötti magasságkülönbségek összege adja a két pont magasságkülönbségét.

A szintezés szabályos hibaforrásait három csoportra bonthatjuk. A műszer hibái, ami a horizontferdeség, a fekvőtengely külpontossága, valamint az irányvonal ferdesége. A fekvőtengely külpontosságáról akkor beszélünk, ha az állótengely és a fekvőtengely nem metszik egymást. Hatása akkor okoz nagy hibát, ha az állótengely nem függőleges. A külpontosság értéke = e és az állótengely ferdesége = α , akkor a hiba értéke egy lécleolvasásnál $e \cdot \alpha$. Mivel ez mindegyik lécleolvasásra külön-külön vonatkozik, így a hiba értéke hamar halmozódik. A hiba hatása csökkenthető, ha az állótengely függőlegessé tételét nagy precizitással végezzük el. Irányvonal-ferdeségről akkor beszélünk, ha a szintezőműszer libellája nincs hozzáigazítva a távcső irányvonalához. Ezt a jelentős hibát azonban azonos műszer-léc távolsággal kiküszöbölhetjük, mivel ebben az esetben a hátra és az előre leolvasást ugyanolyan mértékben terheli a hiba. A horizontferdeség a függőtengely ferdeségéből adódó hibaforrás. Ezt a hibát a kompenzátor képes kezelni, ha a kompenzációs tartományon belül van az állótengely ferdesége. Ha a kompenzátor nem megfelelően működik, akkor beszélhetünk horizontferdeségről. Hasonlóan a fekvőtengely külpontosságából származó hibához, ezt is az állótengely pontos függőbe helyezésével lehet kiküszöbölni, valamint ha magasságkülönbségek kétszeri mérésével ellentétes dőlésű állótengely mellett.

A merőfelszerelésből származó hibák közé tartozik a talpponti hiba, a lécferdeség, valamint a lécosztási hiba. A talpponti hiba abból adódik, amikor a szintezőléc első osztása nem esik bele abba az érintősíkba, amelyik a léc hossztengelyére merőleges. Ha a méréseink folyamán egy szintezőlécet alkalmazunk, akkor a talpponti hiba hatása nem befolyásolja az eredményeinket, mivel az összes leolvasásra ugyanolyan mértékben hat. Abban az esetben, ha két szintezőlécet használunk a mérés folyamán, akkor a talpponti

hiba kiküszöbölésének érdekében páros számú műszerállást kell létesítenünk, hogy a magasságkülönbségünk a talpponti hibától mentes legyen. A lécférdeség azt jelenti, hogy a szintezőléc tengelye a függőlegessel valamilyen szöget zár be. A hiba kiküszöbölésére a szintezőlécen elhelyezett szelencés libella beállítása jelent megoldást. Ha kitámasztjuk a lécet, könnyebben lehet megtartani a függőleges irányt. A lécosztás hibája lényegében az osztásközök nem azonos távolságát jelenti. Mivel ez a hiba nem küszöbölhető ki mérési módszerrel, a szintezőlécet meghatározott időnként komparálni kell.

A külső körülményekből származó hibák közé tartozik a refrakció, a szintfelület görbültségének a hatása, valamint a lécsüllyedés. Műsersüllyedésről akkor beszélünk, ha a hátra-előre mérés közben a műszerünk magassági helyzete megváltozik. Ha ez minden műszerállásban bekövetkezik, akkor a hiba könnyedén halmozódik. A műsersüllyedésből származó hiba kiesik, ha a műszer egyenletesen süllyed, és a mérést hátra-előre, előre-hátra irányban végezzük el. Ebben az esetben két magasságkülönbséget kapunk, melyek különbségét képezve megkapjuk a műsersüllyedésből származó hibától mentes magasságkülönbséget. Ezt a módszert a nagy pontosságú felsőrendű szintezéseknél alkalmazzuk. A kisebb megbízhatóságot igénylő méréseknél elég, ha a szintezést oda-vissza irányba végezzük el, így a közepelt magasságkülönbségek a süllyedésből adódó hibától szintén mentesek lesznek. A lécsüllyedés hasonlóan a műsersüllyedéshez oda-vissza méréssel kiküszöbölhető, valamint ha a kötőpontokon elhelyezett sarut jól letapossuk, a hatása csökkenthető. A szintfelület görbültségéből adódó hiba kiküszöbölésére az azonos műszer-lécs távolság jelent megoldást, mivel ebben az esetben mind az előre, mind a hátra történő leolvasást ugyanolyan mértékben terheli a hiba. A refrakció a légkör változásából adódik. Leginkább a levegő sűrűségének a változása befolyásolja, amelyre a hőmérséklet ingadozása van nagy hatással. Miután felkel a Nap, elkezd felmelegíteni a talajt, majd körülbelül fél órával napkelte után egy nagyobb légtömeg felemelkedik a felmelegedés hatására, ezt nevezzük léglengésnek. Ebben az időszakban szintezést végezni nem szabad, ugyanis a léglengés hatására a távcsőben a kép lassú lengő mozgást végez, így a lécleolvasás hibásan fog megtörténni. A léglengést követő jelenség a légrezgés, amely azt jelenti, hogy a hideg és a meleg levegőrészecskék felcserélődnek. Ekkor a műszer távcsövében a kép remegni kezd, a jelenség maximuma a déli időszakban figyelhető meg. A szintezés elvégzésére ezért a

legalkalmasabb idő a napkelte után fél órával kezdődő két-három órás időintervallum, valamint a napnyugta előtti fél órától kezdődő két-három órás időintervallum.

Áttekintve a hibákat a szintezés elvégzésének a legfontosabb szabályai:

- azonos műszer-léc távolsággal végezzük a mérést
- a műszer libelláját gondosan állítsuk be
- a szintezősarut és a műszerlábat jól tapossuk le
- páros számú műszerállást létesítsünk
- a mérést csak arra alkalmas időben végezzük el
- a szintezést oda-vissza irányba végezzük el
- az egyoldalú felmelegedéstől védjük a szintezőműszert
- egy műszerálláson belül a parallaxiscsavart ne mozgassuk

Ezekre az elvekre nagy hangsúlyt fektetve végeztük el az alapponthálózatunk szintezését. A magasságok meghatározásához egy Leica NA 2002 típusú digitális szintezőműszert használtunk.^[4]

4. Használt műszerek és szoftverek

A projekt megvalósításához négy darab mérőállomás volt szükséges. Ebből kettő a finisher gépvezérlését irányította, egy pedig az ellenőrzéshez volt elengedhetetlen, valamint a műszercserekor az ellenőrző műszer vette át a gépvezérlést. A finisher irányításáért egy Trimble rendszer volt felelős. Így az előbb említett három mérőállomás is Trimble SPS930 típusú volt. A három mérőállomáshoz egy Trimble TSC7-es kontroller tartozik, valamint a finisherre kapcsolt kezelő, amely CB460 típusú. A műszerek mellett három darab szintén Trimble gyártmányú 360°-os prizma és egy darab MultiTrack target segítette a munkánkat.



4.1. ábra Trimble eszközök

(Forrás: Saját kép)

A Trimble mellett egy Leica TS13 robotmérőállomás és a hozzá tartozó CS20 kontrollert is segítette a munkánkat. A négy Trimble prizmán kívül rendelkezésünkre állt egy Leica 360°-os és egy mini 360°-os prizma is.

- **Trimble SPS930:**

Ez egy nagy hatótávolsággal rendelkező reflektor nélküli EDM technológiával dolgozó mérőállomás. Robot módban használva rádiókapcsolat segítségével jelenti a helyzeti adatokat a vevőnek, így nem szükséges más személy egy feladat megoldásához. UTS irányításra és gépvezérlésre alkalmas műszer. Az UTS megbízhatóan követi a célpontot és a lehető legpontosabban és leggyorsabban továbbítja az információkat a földmunkagépre, finisherre. Ezen kívül MultiTrack technológiával ellátott, melynek köszönhetően követi és rögzíti a passzív prizmákat a vezérlési mérésekhez. Nagy mérési sebesség mellett gyors osztályozási eredményeket is lehetővé tesz. A mérőállomások elektromágneses szervotechnológiával ellátottak, így a fordulási sebességük nagy és emellett

pontos irányzást biztosít. Ezeken felül végtelenített függőleges és vízszintes mozgásra képes, valamint a finom beállítások is ilyen módon vannak megoldva a műszerben. A mérőállomás automatikusan korrigálja a függőleges és a vízszintes szögeket egyaránt, valamint a műszer esetlegesen hibásan beállított függő tengelyéből származó hiba nem terheli a méréseinket. Mivel nagyon sokoldalú műszerről beszélünk számos helyzetben előnyös az alkalmazásuk, például alagút méréseknél, cölöpök elrendezésénél, nagy pontosságot igénylő gépvezérlésnél és veszélyes, vagy megközelíthetetlen helyek mérésénél.^[5]

- Trimble TSC7-es kontroller:

Ez a kontroller integrált Wi-Fi-t, kamerát, Bluetooth-t, GPS-t tartalmaz, és ezek mellett por, víz és egyben ütésálló külső burkolattal rendelkezik. Windows 10-es operációs rendszerrel van ellátva, és egy laptop-hoz hasonló teljesítménnyel bír. A Wi-Fi segítségével könnyen és gyorsan megoldható az adatok letöltése és továbbítása. A kijelző kesztyűben és ceruzával egyaránt jól használható, valamint a nagy billentyűzet használatával sok funkció elérhető az érintőképernyő használata nélkül. Billentyűzet kombinációkkal állítható a fényerő, lezárható a kijelző, valamint a billentyűzet is.^[6]

- MultiTrack target:

A prizma egy 7,4 V-os akkumulátorral rendelkezik, melynek segítségével könnyebben tartja fent a kapcsolatot a mérőállomással az Active Tracking technológia miatt. A prizma alján található egy kapcsoló mellyel a nyolc különböző csatorna közül választhatunk. Ha passzív módban alkalmazzuk a prizmát, akkor lényegében egy sima 360°-os prizmaként funkcionál. A prizma magassága 13,5 centiméter. A tetején egy szelencés libella található, amely lehetővé teszi, hogy kényszerközpontosan is alkalmazható legyen. A prizmaállandója: +10 milliméter.^[7]

- Trimble 360°-os prizma:

Magassági adapterrel ellátva a jelmagassága megegyezik a MultiTrack Target magasságával, azaz 13,5 centiméterrel. Ez egy sima 360°-os prizma, amely kompatibilis az összes Trimble gyártmányú műszerrel és GNSS vevővel. A prizmaállandója: +2 milliméter.^[8]

- **Measure up Tool:** Ez a prizma lényegében a Trimble 360°-os prizmájának a mini változata. Prizmaállandója szintén két milliméter. A különlegessége ennek a prizmának, hogy a szárának a végén egy mágneses lappal látták el, amellyel a kalibráció során könnyedén elhelyezhetők a megfelelő helyekre.



4.2. ábra Measure up Tool
(Forrás: Saját kép)

- **Trimble CB460 vezérlő:**
Könnyed kezelést biztosít a felhasználónak, valamint a kétdimenziós és a háromdimenziós profilinformációk egyértelműen vannak megjelenítve, így vizuális segítséget is nyújt a kezelő számára. A rajzi megjelenítésen kívül a szükséges értékek is megjelennek a kijelzőn, figyelmeztetéseket és útmutatásokat ad a munkafolyamat elvégzéséhez. Minden adat a hét hüvelykes kijelzőn jeleníthető meg, melynek fényereje a felhasználó igényeire szabható úgy, hogy változó fényviszonyokban is jól láthatóak legyenek a kijelzőn megjelenő információk. Az adatok feltöltését egy USB bemenet biztosítja, az adatok tárolására pedig egy 3,7 GB-os belső memória szolgál. A vezérlő számos munkagépre felszerelhető: dózerekre, talajtömörítőkre, kaparógépekre, finisherre.^[9]
- **Trimble SNR2434:** A gépi kommunikációt elősegítő eszköz, amely masszív munkagépekre szerelt rádióként funkcionált. Alkalmazásukkal precíziós fokozatvezérlés, gépvezérlés lehetséges. Támogatja az univerzális mérőállomásokkal és GNSS rendszerekkel történő kommunikációt.^[10]

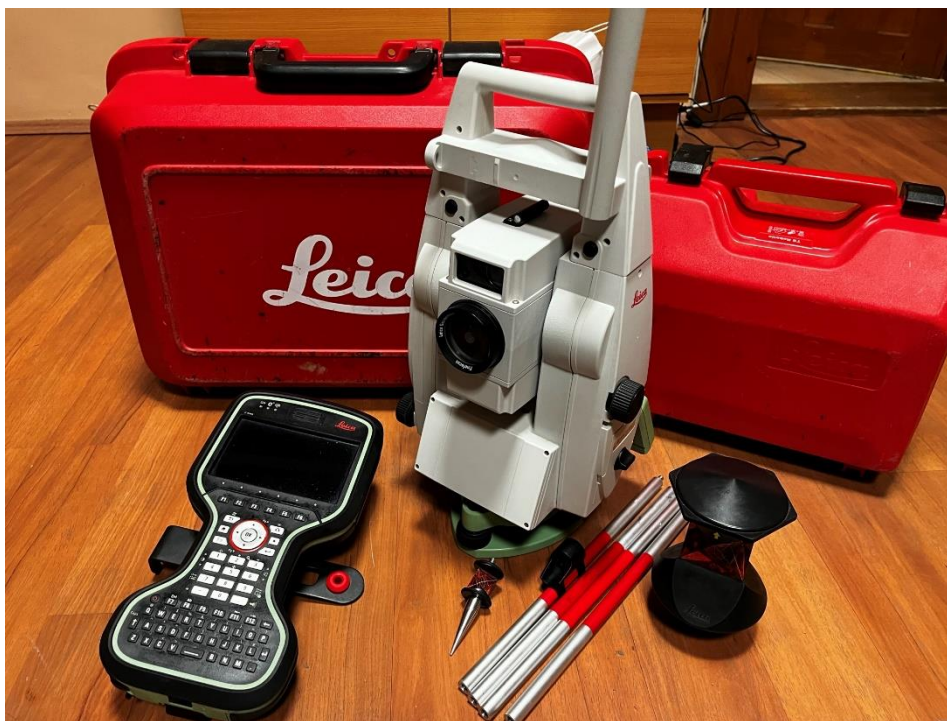


4.3. ábra Trimble SNR2434

(Forrás: Saját kép)

- **Leica TS13:**
 Igény szerint bővíthető közepkategóriás robotmérőállomás, melyhez a Leica Captivate terepi szoftver társul. A kijelzőn megjeleníthetők a háromdimenziós terepi adatok, és a mérési adatok is. A műszerhez tartozó szoftver könnyen rögzíti és modellezi az adatokat. Automatikus célfelismerő technológiájának, valamint a célkövetésnek köszönhetően a célpont pontos mérését teszi lehetővé. Az automatizált célzás távolsága kerek prizmák esetében 1 kilométerig, 360°-os prizmára 800 méterig optimális.^[11]
- **Leica Viva CS20 kontroller:**
 A TS13-as mérőállomáshoz hasonlóan képes háromdimenziós adatok kezelésére és megjelenítésére. Az öt colos kijelzőn kitűnően megjeleníthetők az adatok, melyeket a 2 GB-os memória tárol. Az USB nyílás mellett SD kártya használata is támogatott. Az 5 MP-es kamera mellett egy LED-es vaku segíti a megfelelő minőségű fénykép készítését. A numerikus billentyűzet mellett egy QWERTY klaviatúra is segíti a gyors és hatékony felhasználást.
- **Leica 360°-os prizma:** Kifejezetten a robotmérőállomásokhoz tervezték ezt a prizmát, amely hat rézbevonatú tükörből áll. A háromdimenziós pontmérés pontossága 5,0 milliméter. Körülbelül hatszáz méterig tart az ATR mérési tartománya. A prizma tengelymagassága nyolcvanhat milliméter, prizmaállandója pedig +23,1 milliméter.

- Leica mini 360°-os prizma: A kis mérete miatt akár másfél milliméteres pontosságot is elérhetünk vele. Anyaga megegyezik a 360°-os prizmával, viszont prizmaállandója +30 milliméter. Egyetlen hátrányuk ezeknek a prizmáknak, hogy különböző magasságban helyezkedik el a felső és az alsó prizmasor.



4.4. ábra Leica eszközök

(Forrás: Saját kép)

- Leica NA2002 szintezőműszer: Ez egy kompenzátoros elektromos szintezőműszer, amely megkönnyíti az észlelő számára a lécleolvasást, ugyanis ez automatikusan történik. A megmért érték négy másodpercen belül megjelenik a kijelzőn, valamint a mért távolság is láthatóvá válik egy gombnyomás segítségével. A műszer képes többször is megmérni a magasságkülönbséget és a közepelt értéket megjeleníteni a felhasználó számára.

A Trimble kontrolleren két szoftvert használtunk, az egyik a Trimble Siteworks és az SPS900-as. Utóbbit a bazaltbeton finisher kalibrációjára használtuk, előbbit pedig a mindennapos feladatok elvégzésére. A Siteworks szoftver egy könnyen kezelhető felhasználóbarát alkalmazás. A színes grafika és a személyre szabható munkafelületek teszik egyszerűvé a használatát.

Az SPS900 szoftver lényegében megegyezik a Siteworks szoftverrel. A dizájnbeli eltéréseken kívül annyi különbség van, hogy a SPS900 alkalmas a kalibráció elvégzésére. Az előbb említett szoftverek mellett még a 2022-es verzióját is rendszereséggel használtuk az előkészítésekhez, valamint a minősítési feladatoknál egyaránt. A program kitűnően használható kétdimenziós geometriai alakzatok, vagy akár háromdimenziós modellek megalkotására, valamint ezek feliratozására és szilárd testek megalkotására. Mindezt felületek és hálóobjektumok használatával teszi lehetővé. A szoftver alkalmas az automatizálásra is, így megkönnyíti a rajzok összehasonlítását és a blokkok hozzáadását. A szoftverek használatáról a vezérlésről szóló fejezetben fogok bővebben beszélni.

5. Minősítési feladatok

A finisher vezérlése mellett a CKT felületek minősítése is fontos feladatunk volt. A minősítés elsődleges célja az, hogy lássuk van-e kellő felület a sáv behúzására valamint, hogy a gép a megfelelő módon tud-e majd haladni. Ezek mellett még fontos volt tudnunk, hogy a CKT magasságilag mennyire passzol a tervhez. Ennek az ismerete azért volt szükséges, hogy tisztában legyünk azzal, mely részeken nem fog megfelelően elférni a finisher. A gép különböző részei például az oldalbeütő az első és hátsó zsaluk elakadása problémát jelent valamint, hogy a dilatációs tüskék lenyomásakor meg lesz-e a kellő vastagsága a betonnak. Általában a magassági problémák a húsz centiméteres bazaltbeton sávoknál voltak a leglényegesebbek, ugyanis az oldalbeütő alja a betontakarás felétől hét centiméterrel van alacsonyabban, ezért ha nem megfelelő magasságú a CKT, az oldalbeütőt le kell venni, ez pedig nagyon sok utómunkát eredményez. A minősítéseket a Trimble mérőállomásokkal végeztük el. A tájékozás után a minősítendő felületen körülbelül tíz méterenként mértünk pontokat hosszirányban, keresztirányban pedig a két szélén, valamint ha volt a terv alapján vápa a felületben, akkor ezeken a helyeken is végeztünk egy mérést. Az elkészült CKT felületek körvonalának a meghatározására is szükség volt annak érdekében, hogy képet kapjunk arról, hogy a finisher milyen módon fog elférni a területen. Kell-e esetleg padkát építeni, és a megfelelő ráhagyásokat be tudja-

e húzni a gép. A mérési eredmények kiolvasása után azokat értelmezhető és látványos formába kellett öntenünk. Ezt a feladatot az AutoCAD szoftverrel és Excel segítségével végeztük el.

A műszerből kiolvasott adatokat egy táblázatban nyitottam meg. Erre azért volt szükség, mivel a mérőállomás számos olyan információt és adatot is kiexportál, amelyekre nincs szükség. A megnyitott adatfájlt elsősorban rendezni kellett, mivel pontonként a rájuk vonatkozó adatok egy cellába kerültek. A rendezés után a felesleges oszlopokat töröltem a táblázatból. Így csak négy oszlopom maradt: a pontszám, a két vízszintes koordináta, és a magasságkülönbség a 3D modelltől. Mivel a modell a bazaltbeton felületre vonatkozott, és mi a CKT felület megvalósulására voltunk kíváncsiak, ezért a magasságkülönbségeket a CKT felülethez megfelelően kellett módosítanunk. Ezt a lépést egy egyszerű kivonás segítségével végre is hajtottam. Az így kapott értékekkel cseréltem fel a műszer által mutatott bazaltbeton burkolathoz viszonyított magassági értékekkel. Azoknál a pontoknál, ahol a CKT felület szélét mértem körbe, ott magasságkülönbség helyett egy nullát írtam be érték gyanánt. Az így elkészült táblázatot elmentettem CSV formátumba.

Az AutoCAD szoftverben megnyitottam a letisztázott tervét a projektnek, amelyen csak a számunkra lényeges információk látszódtak. Ebbe a fájlba importáltam be a fentiekben említett CSV fájlt. A behívott pontoknak a magasságkülönbségét feliratként helyeztem el a pont mellé, így tökéletesen látszódott, hogy melyik pontban mennyivel tér el a CKT felület a terv szerinti magasságától. Mivel a rajzi állományon a sávkiosztás is szerepelt, így könnyedén meg lehetett állapítani, hogy melyek azok a kritikus helyek, ahol esetleg a finishernek padkát kell építeni, hogy elférjen, vagy melyek azok a részek egy sávon belül, ahol az oldalbeütő levétele szükséges lesz.

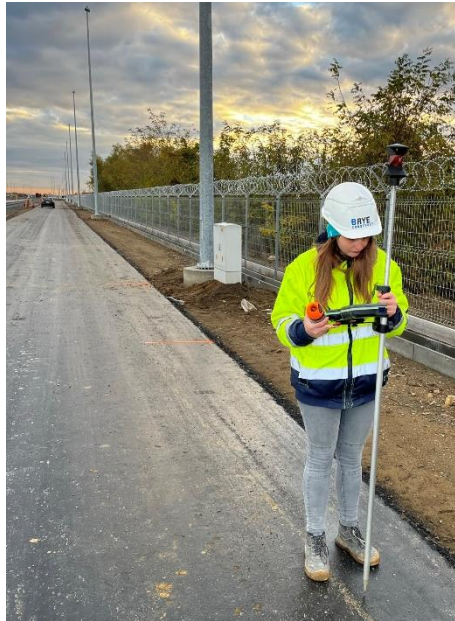
A CKT felület minősítése mellett az elkészült bazaltbeton burkolatok felmérését is el kellett végeznünk. A gépi betonozás mellett a kézi bedolgozás mérésére is szükség volt. A minősítést minden sávra el kellett végezni, így a sávkiosztás határozta meg keresztmetszeti irányba a mért pontok sűrűségét. Hosszirányba huszonöt méterenként lettek minősítve a sávok. A kézi betonozással készült íves részeknél kicsit másképpen nézett ki a minősítés. Az ilyen helyeken a dilatációs vágások máshogyan történtek, ezért

a minősítést is ezek alapján kellett elvégezni. A mérések elvégzését a Trimble mérőállomás mellett a Leica is segítette. Mivel xls formátumban feltöltöttük a kontrollerre a háromdimenziós modellt, így ez a mérőállomás is hasonló formában mutatta az adatokat. A kiolvasott mérési eredményeket ugyanolyan formába öntöttük, mint a CKT felület adatait, valamint az elkészített rajz is megegyezett a korábbi módon elkészítettekkel.

6. Kitűzési feladatok

A minősítések mellett számos dolog kitűzésére is szükség volt. Elsősorban az aktuális sávban kellett kitűzni a dilatációs tüskéknek a helyét. Ez minden sáv esetében öt métert jelentett. Az első három helyét a finisher mindkét oldalán kitűztük, pontosan a helyére, hogy amikor a sávba beáll a gép láthassuk megfelelő helyre irányítják-e a mérőállomások, vagy esetleg az oldaltérésen állítanunk kell. A maradék dilatációt a finisher bal oldalára tűztük ki minden esetben, mivel a dűbelező kezelője ezen az oldalon helyezkedik el. A hosszabb szakaszok esetében a terjeszkedési hézagok helyének a meghatározására is szükség volt. Ezek lényegében egy dilatációs hellyel egyeztek meg, annyi eltéréssel, hogy ezeken a pontokon a tüskék utólag kerültek befűrésre és a gép egy kockát kihagyva halad tovább, amely majd utólag kézi beöntéssel készül el. A terjeszkedési hézagot egy hézagkitöltő anyaggal töltik fel, amely biztosítja a vízzárást is.

Miután a sáv behúzásra került, a betonra ki kell tűzni a dilatációs vágások pontos helyét. Ezeket a kitűzéseket általában a Leica mérőállomással végeztük el. Abban az esetben, ha önálló sávot húztunk, akkor a beton mindkét oldalára el kellett végezni a dilatációs pontok kitűzését. Amikor egy korábban elkészült sáv mellé zártunk be, az egyik oldalra kellett a pontokat megadni mivel a másik már adott volt.



5.1. ábra Dilatációs pontok kitűzése
(Forrás: Saját kép)

Miközben a finisher dolgozta be a betont, a szintek ellenőrzése mellett a sáv jobb oldalára tíz méterenként szintén kitűztük a dilatációk helyét annak érdekében, hogy a felület kezelése minél pontosabb és esztétikusabb legyen.

Az aktuális sávhoz tartozó kitűzések mellett néhány alkalommal ki kellett tűzni a bazaltbeton burkolat szélét azért, hogy lássuk, mennyi helyünk marad a finisher mellett. A nagy pontosságot nem igénylő kitűzések esetében a Leica 360°-os prizmát alkalmaztuk. A vágáshoz szükséges kitűzéseket pedig a Leica mini 360°-os prizmával hajtottuk végre.

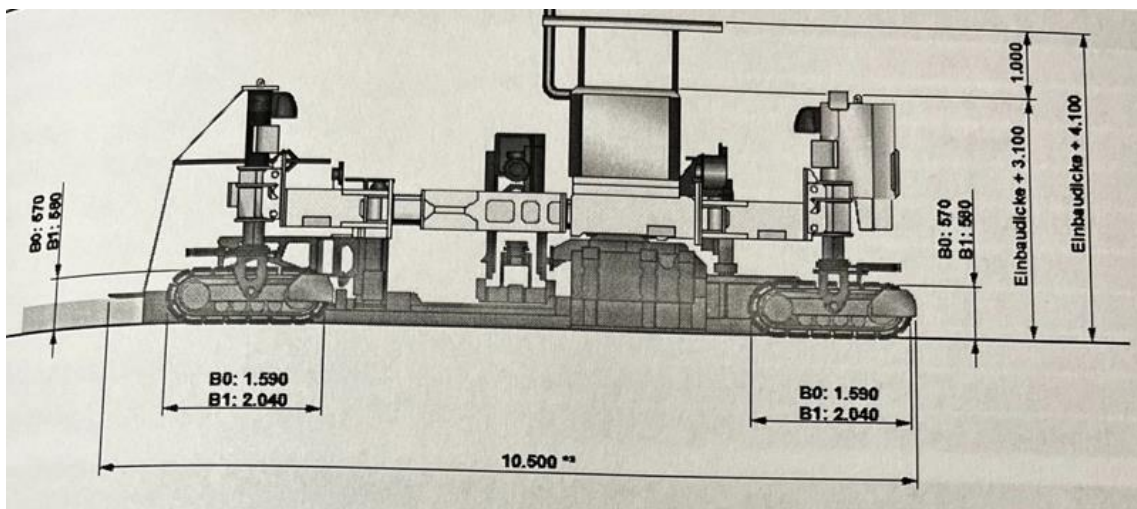
A kitűzendő pontokat az AutoCAD szoftver segítségével határoztuk meg. A pontok legyűjtését, és pontszámozását úgy próbáltuk elvégezni, hogy a terepi munka folyamán minél gördülékenyebben folyhasson a munka. Mivel a terjeszkedési hézagok nagyon fontosak, ezért a dilatációs pontoktól mindig eltérő pontszámmal láttuk el őket, valamint a terepi megjelölésük is hangsúlyosabban történt.

7. Gépvezérlés

A gépvezérlés technikája könnyeddé és gyorsá teszi a különböző munkafolyamatok elvégzését, valamint nagy pontosságra képes. A háromdimenziós gépvezérlés alatt a munkagépnek folyamatosan tudjuk a pozícióját. A vezérlés alapjául szolgáló modellhez viszonyítva irányítja a mérőállomás a munkagép helyzetét. Ezt egy folyamatos kapcsolat teszi lehetővé. A műszernek követnie kell a munkagépen elhelyezett prizmat. A célpontok pozíciója alapján képes irányítani a gépet a rendszer.

7.1 Bazaltbeton finisher

A Trimble több fajta munkagépre készít gépvezérlést két és háromdimenziós kivitelben egyaránt. A Wirtgen gyártmányú negyvenhat tonnás bazaltbeton finisher irányítására alkalmas, ezáltal a gép akár milliméteres pontosságra is képes. A finisher által húzott legnagyobb sáv szélességet a hidraulikai rendszere határozza meg, amely a gép összehúzásáért és kihúzásáért felelős. A legnagyobb Wirtgen gyártmányú finisher akár

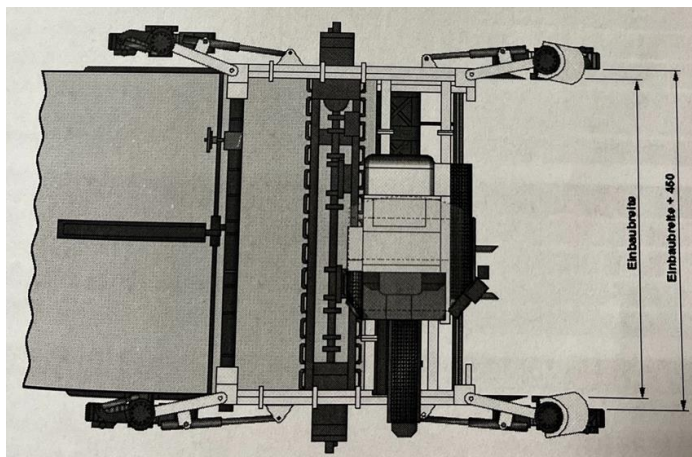


7.1. ábra Finisher oldalnézeti ábra

(Forrás: Saját kép)

tizenhat méter széles sáv húzására is képes. A Bayer Construct tulajdonába lévő SP64i típusú finisher maximális sáv szélessége hat méter, ameddig a legkisebb pedig három, és

fél méter. A minimális betonvastagság tizenhét centiméter, a maximális negyven centiméter. A gépet méteres, hetvenöt centiméteres, félméteres, és huszonöt centiméteres darabokból lehet összeszerelni. A finisher négy főbb részre osztható. Az anyag betáplálásnál található a tolólap az elektromos vibrátorokkal és az első oldalsó zsalukkal, ezt követi a betétforma. A gép kialakítja a meghatározott szélességben és vastagságban a betonsávot, miközben a finisher folyamatosan halad előre. A dilatációs tüskék lenyomására alkalmas dübelező is beépíthető a finisherbe, amely a tüskéket párhuzamosan a haladás irányával helyezi el a betonba. A gép végén a tervezett magassági szintet biztosító hátsó gyalu található, amelyet a simítólapát követ a tökéletes betonfelület biztosításának érdekében.



7.2. ábra Finisher felülnézeti ábra
(Forrás: Saját kép)

7.2 Háromdimenziós modell

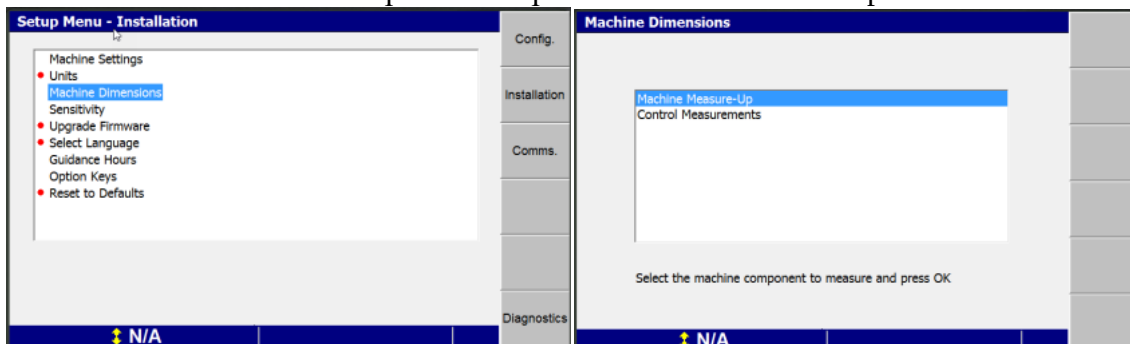
A finisher a milliméteres pontosságra a háromdimenziós modell segítségével és a mérőállomások által adott értékek alapján képes. A terminál egész területén elhelyezkedő utak, parkolók és lerakóhelyek mindegyikére a tervező által elkészített tervből egy háromdimenziós modell készül. Ez az alapja az egész gépvezérlésnek. Fontos, hogy a terven az esések és csatlakozások vonalai jól meg legyenek rajzolva, mivel a finisher ezt követi le. A háromdimenziós modell egy AutoCAD-ben elkészített állomány, amelyet dwg kimenetként mentettük el. Azonban a Trimble gépvezérlése csak ttm formátumot

képes kezelni, így a modellt át kellett konvertálni. Ezt a fájlt kellett feltöltenünk a mérőállomásokat vezérlő kontrollerre, valamint a finisheren található kezelőegységre. A feltöltést követően mindkét eszközön láthatóvá vált a rajt. Az alaprajzi megjelenítés mellett a keresztmetszet is megtekinthető a kezelőpanelen, valamint az adott sáv esésének az értéke is fel van tüntetve. Mivel a finisher a háromdimenziós vonalak magasságát követi le, fontos, hogy a sávokat jelölő vonalak jól legyenek megrajzolva, valamint lehetőség szerint egy vonallal. Ha nem megfelelő a vonal magasságilag akkor a finisher kiemeli magát és rossz vastagságú betont fog húzni. A másik probléma, ami a vonal hosszából adódik, amikor a gép halad egy sávban, meg kell neki adni egy úgynevezett vezérvonalat. Ez a vezérvonal az adott sáv széle szokott lenni általában. Ezt a vonalat a kezelőpanel segítségével el kell tolni a megfelelő irányba, a meghatározott értékkel. Ameddig ez a vezérvonal tart, a finisher addig tud haladni, azonban ha a vonal elfogy, automatikusan leáll. Addig nem tudja elindítani a gépet a kezelő, amíg új vezérvonalat nem választunk. Ez alapvetően nem is jelentene nagy problémát, viszont minden egyes megállásnál a gép kiemeli magát, majd az induláskor visszasüllyed. Az ilyen alkalmak lehetőséget adnak arra, hogy a húzott szintben hiba keletkezzen. Ezen felül a tervmódosítások miatt a vonal kiválasztása több időt vesz igénybe és ez újabb hibaforráshoz vezethet. A vonalak rövidsége még az indulásnál és a befejezésnél is problémát okozhat, mivel a sávok elejére és végére ráhagyásokat kell betonozni. Ez azt jelenti, hogy körülbelül kettő-három méterrel hosszabb vezérvonalra van szükség egy sáv behúzásához.

7.3 Kalibráció

A projekt folyamán néhány alkalommal szükséges volt a finisher bekalibrálása. A kalibrációt minden egyes átszerelés után el kellett végezni, hogy a finisher tudja, milyen széles sávot húzunk, valamint a saját paramétereivel is tisztában legyen. Így biztosítva azt, hogy a megfelelő helyen és a megfelelő szinten történjen a bazaltbeton bedolgozása.

Miután a finisher gépkezelői elvégezték a vibrátorok, gyaluk, a dűbelező és a zsaluk méretre szerelését, megkezdődhetett a kalibráció. A kalibrációhoz az SPS900-as szoftvert használjuk. Miután a szoftvert elindítom, elvégzem a mérőállomás tájékoztatását. Ezzel párhuzamosan a finisheren lévő CB460 vezérlőn el kell indítani a kalibrációs folyamatot. A Machine Dimensions menüpontba belépve a Machine Measure-Up-ot kell kiválasztani.

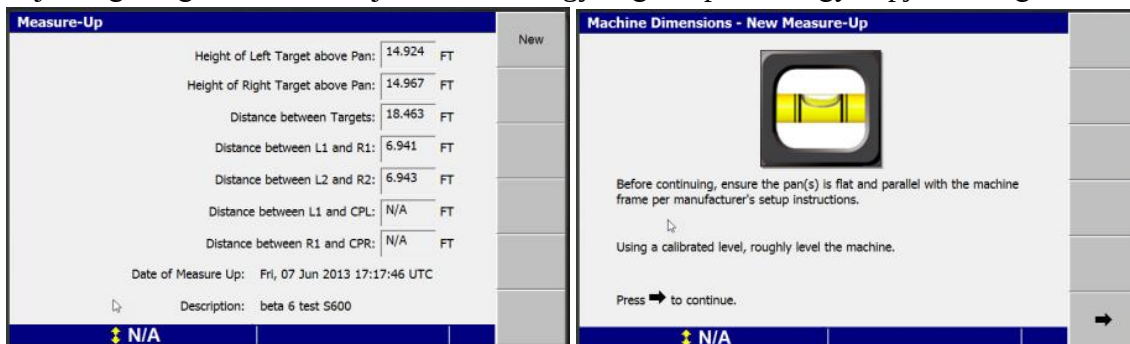


7.3. ábra Kalibráció kezdeti lépései

(Forrás: Saját kép)

A következő felületen megjelenik a legutóbbi kalibrációnak az eredménye. Számos adatról kapunk információt, például a jobb és a bal oldali prizmák közötti távolságról és a prizmák magasságáról a finisher tengelyétől. Itt ki kell választani, hogy egy új kalibrációt végzünk, majd a kezelő megkér, hogy a kalibráció előtt szintezzük ki a finishert.

A letájékozott mérőállomás segítségével megkezdjük a bazaltbeton finisher szintezését. A szoftverben beállítjuk a használni kívánt prizmát, ami jelen esetben a Measure up Tool. A jelmagasságot nullára állítjuk, mivel ez egy negatív prizma, így kapjuk a megfelelő

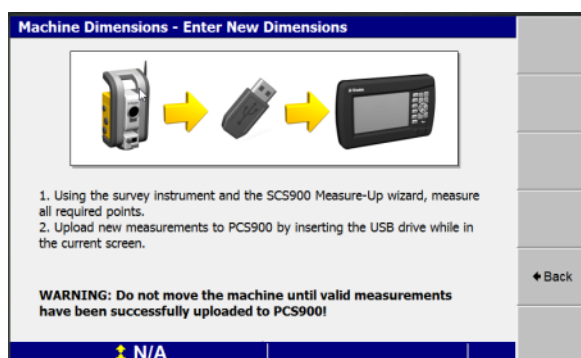


7.4. ábra Régi kalibrációs eredmények és a szintezés elvégzése

(Forrás: Saját kép)

magassági értékeket. Lényegében az első és a hátsó gyalut kell egy szintre beállítani. A gépkezelők a Measure up Tool prizmákat felhelyezik a finisher aljára. Az első gyalu jobb

és bal oldalán az oldalsó zsaluktól egy méterrel beljebb helyezik el. Megmérve mindkettő oldalon a prizmákat, az egyik magasságához hozzá igazítjuk a másikat. Ezt a gépkezelő a finisher tetején állítja be a kapott instrukciók alapján. Az első gyalu vízszintessé tétele után a hátsó gyalura helyezik át a prizmákat. Itt már az első gyalu magasságához történik az állítás. Az egyik oldal után a másik oldalt is a meghatározott szintre állítjuk, majd visszaellenőrzzük az előzőre. Miután a hátsó gyalu is vízszintes helyzetbe kerül, vissza kell helyezni a prizmákat az első gyalura is és elvégezni ismételten a mérést. Mivel a négy pontot külön-külön tudja a gépkezelő állítani, ezért könnyedén elbillen a finisher, így elengedhetetlen többször körbe mérni a prizmákat. Tökéletesen vízszintessé tenni a gyalukat elég nehéz, így egy-két milliméteres eltéréssel történik a szintezés. Ha ezen a tűréshatáron belül vagyunk, akkor a nyílra kattintva a következő ablak jelenik meg.



7.5. ábra Kalibráció folyamata

(Forrás: Saját kép)

A lényegi kalibráció innentől kezdődik meg. Az SPS900 szoftverbe a Measure menüpontra kattintunk.

A paraméterek beállítása következik. Megnevezzük a kalibrációt, általában itt a helyszín és a szerelt méret kombinációját adjuk meg, például fl5. A kalibrálandó gép típusának a kiválasztása legördülő menüből, a kalibráció hány pontos legyen és a gyártó kiválasztása is szükséges beállítás.

Machine Measureup - System

Description: S600 18 FT ?

Machine Type: Concrete Paver

Manufacturer: Guntert & Zimmerman

DBI: Non-DBI (6 Pt)

Non-DBI (6 Pt)

DBI (8 Pt)

Cancel Next

Machine Measureup - Target Type

Mast Targets:

Left Target Type: MT900

Left Machine Target ID: 9

Right Target Type: MT900

Right Machine Target ID: 10

Implement Targets:

Target height: 0.000 m ?

Target type: Measureup Tool

Cancel Back Next

7.6. ábra Machine Measureup alap beállításai

(Forrás: Saját kép)

A következő ablakon a kalibrációhoz használt prizmák paramétereit kell beállítani. Az MT900-as prizmák a finisher tetején elhelyezkedő elektromos prizmák, a Measure up Tool prizma pedig a gyalukra van elhelyezve.^[12]

Ezek mellett be kell még állítani a mérések számát és a pontossági követelményeket. Minden egyes prizmára három fordulóban és két távcsőállásban végzi majd a mérőállomás a mérést. A szögek közötti eltérést öt szögmásodpercnek, a távolságmérések közötti eltérést pedig 2,5 centiméternek definiáltuk. A fenti beállítások

Averaging Mode settings

Measurement sets: 3

Angle tolerance: 0.00.05

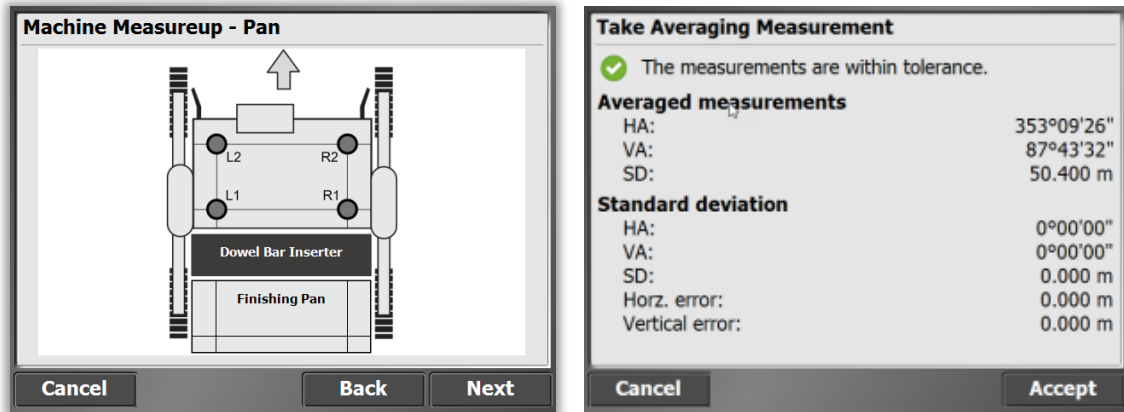
Distance tolerance: 0.025 m

☒ Use Autolock

7.7. ábra Toleranciák definiálása

(Forrás: Saját kép)

után elkezdhetjük a finisher kalibrációját. A következő ábra mutatja, hogy a gép mely pontjainak a megmérése szükséges. Ezekre a pontokra kell felhelyezni a Measure up Tool

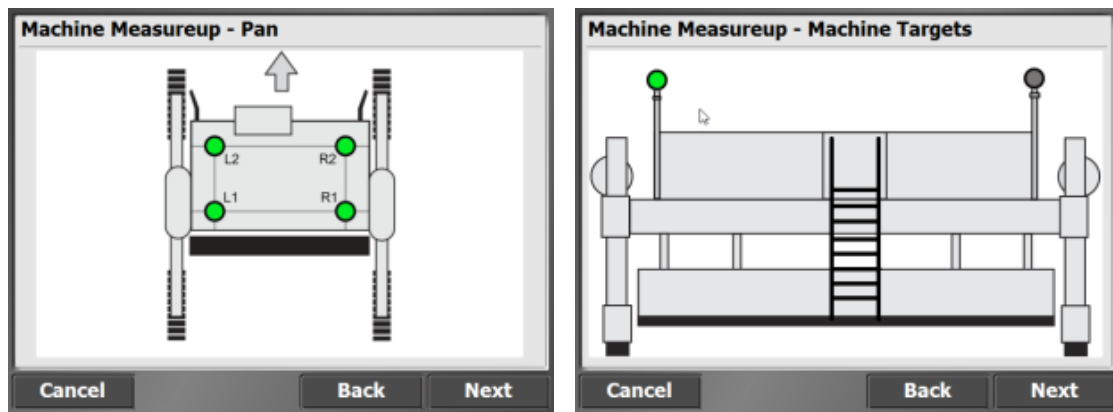


7.8. ábra Prizmák mérési folyamata és eredményei
(Forrás: Saját kép)

prizmát. Az irányzás után a megfelelő karikára kattintva a mérőállomás elkezd a mérést. A három fordulóban történő méréseket követően, a kapott eredményeket láthatjuk a felugró ablakban.

Miután elvégeztük az első gyalun lévő négy pont mérését, az ábrán a karikák zöldre váltanak és a hátsó gyalu mérése következik. A mérés ugyanígy folytatódik a hátsó gyalu esetében is. A prizmák áthelyezésénél figyelni kell arra, hogy a megfelelő helyre legyenek odarakva. A gyaluk megmérése után már csak a finisher tetején elhelyezkedő prizmák bemérése szükséges. A gépkezelőknek minden szerelés alkalmával figyelni kell arra, hogy a prizmák egyenlő távolságra legyenek a finisher tengelyétől. A prizmák mérése után szintén megjelenik a mérési eredmény és az összesítő eredményeket mutató ablak. Ha elfogadjuk a kalibráció eredményét egy USB behelyezése után a szoftver automatikusan legenerálja és ráteszi az adathordozóra a kalibrációs fájlt. A kalibráció végső lépéseként a pendrive-ot a finisheren lévő kezelőbe helyezve felmásolja a

kalibrációs fájlt és innentől kezdve azt kezeli alapértelmezettként.



7.9. ábra Prizmák mérési folyamata és eredményei

(Forrás: Saját kép)

7.4 Finisher vezérlés

A finisher vezérléséhez két mérőállomás szükséges, és egy harmadik a szint ellenőrzésére szolgál. A műszereket a gép két oldalán kell felállítani, úgy hogy a távolabbi műszer távolsága ne haladja meg a százötven métert. Minél messzebb helyezkedik el a mérőállomás a finishertől, annál pontatlanabbul tudja meghatározni a gép helyzetét. Ez alapján a hátsó műszert maximum százhús-százharminc méterre állítottuk fel. Az első mérőállomást körülbelül ötven-hatvan méterre helyeztük el mindig. A műszerhez való csatlakozás után a tájékozás következett. Általában négy alappontra végeztük el mindig a mérést. Ha megfelelő volt a tájékozásunk elindítottuk a Machine Controlt a Siteworks szoftveren belül. A Project Setup menüponton belül lehet ezt a funkciót kiválasztani. Miután ez megtörtént meg kell adni azt a tartományt, amelyen belül a műszer keresse a finisheren elhelyezett rádiós prizmát. Mint az ábrán is látható, négy pont közül lehet választani kettőt. Vagy az elől fent-hátul lent kombinációt vagy a hátul fent-elöl lent változatot.

Durva irányzó segítségével megadjuk a kiválasztott irányt és a megfelelő pontra bökve a műszer eltárolja az adatot. A két pont kiválasztása után a rádiójelet kell kiválasztani, ami jelen esetben a negyvenes volt. A mérőállomás ezek után átvált Machine Control módra és várja, hogy csatlakoztassuk a finisherhez. Ezt a gépen elhelyezett vezérlővel lehet

elvégezni. A mérőállomás szimbólumot kiválasztva megjelenik a következő ablak, amelyen látható a csatlakoztatható műszer betűjele. A kapcsolódás előtt meg kell adni, hogy a finisher melyik oldalán helyezkedik el a mérőállomás, amely egyben azt is jelenti, hogy melyik prizmára van ráfordulva a műszer. A start gomb megnyomásával a finisher és a mérőállomás megkezdí az összekapcsolódást. Ha ez sikeresen megtörténik a promote segítségével végleges a kapcsolódás. Ezt a második műszerrel is elvégezzük, és akkor láthatjuk a mérőállomás által adott pozíciós paramétereket. A finisher kezelője a meghatározott helyre és magasságra mozgatja a gépet. Amikor a helyére kerül, akkor a gyaluk megmérésével kell folytatni a feladatot. A hátsó gyalura helyezve a MultiTrack Target prizmát a kontrolleren megjelenik a tervezett bazaltbeton szinttől való eltérés. Ha a gyalu tetejére lett elhelyezve a prizmabot, akkor a +8 milliméteres eltérés felel meg a nulla értéknek, mivel a gyalu vastagsága 8 milliméter. Ha a jobb és baloldalon is megtörtént a mérése a hátsó gyalunak, akkor az első következik. Miután ez is megmérésre került, a finisheren lévő vezérlővel beállítjuk a gyalukat a nulla szintre. Ahogy a kalibráció során, itt is külön-külön lehet változtatni magasságilag a finisher négy pontját. Induláskor a gép elejét mindig tíz-tizenkét milliméterrel magasabbra kell állítani, hogy legyen betongörgetegünk. A görgeteg azért szükséges, hogy ha a dilatációs tüskék lenyomásra kerülnek, legyen anyag, ami feltölti az üres részeket. Miután ezek a beállítások megtörténtek, indulhat a finisher. A beton ellenőrzését az első kocka végétől érdemes kezdeni, ugyanis az előrébb végzett mérések fals adattal szolgálhatnak. Amíg nem szükséges a mérőállomások cseréje, addig a görgeteg méretének és a szintnek a szabályozása a feladat. A görgeteg méretének a szabályozását több dolog is befolyásolja. Elsősorban az éppen bedolgozott beton minősége és a következő kocsin lévőé. Ha túl híg az anyag, akkor a görgeteg hirtelen megnő és az anyag nem gördül, hanem a hátsó gyalu tolja maga előtt. Amikor száraz betont dolgoz be a finisher, akkor a görgeteg elkezd fogyni és kiszemcsésedik az anyag. Ezek mellett a görgeteg szabályozása alatt még figyelembe kell venni, hogy hogyan alakul a húzott beton szintje. Ha magasabb a kelletténél, akkor a gyalun engedni kell lefelé. Mikor ez megtörténik, több anyagot fog felgyűjteni maga előtt, ezért ilyenkor a finisher elejét is le kell süllyeszteni, ha megfelelő méretű a görgeteg. Abban az esetben, amikor a betonsáv alacsonyabb a tervezettnél, értelemszerűen a gyalut meg kell emelni, ami a görgeteg fogyását fogja eredményezni.

Ezeket a tényezőket szem előtt tartva kell állítani a finisher első és hátsó részeit annak érdekében, hogy megfelelő görgeteggel rendelkezünk a teljes sáv behúzása alatt.



7.10. ábra Beton magasságának ellenőrzése
(Forrás: Saját kép)

Amikor a finisher a hozzá közelebb elhelyezett mérőállomással egy vonalba kerül, el kell kezdeni az ellenőrző műszer felvitelét. Természetesen a műszercsere előtt a beton szintjét ellenőrizzük, és ha szükséges állítjuk a gyaluk magasságát a kezelő segítségével. Az ellenőrző műszert az elért mérőállomással megegyező oldalon kell elhelyeznünk. Szintén figyelni kell, hogy ne haladja meg a százhusz métert a műszer-finisher távolság. Általában az első körben elhelyezett távolabbi műszertől számítottuk a távolságot. Leszámoltuk a hatvan-hetven métert és felállítottuk a mérőállomást a megfelelő oldalra. Amíg egyikőnk a műszert állította a másik feljebb hozott néhány prizmat, természetesen figyelve azt, hogy a finisher aktuális pozíciója mögött is legyen egy irányunk. A tájékozás után szintén a Machine Control Setup-ot indítottuk el. Amikor a műszer átkapcsolt gépvezérlés módba, a finisherhez kellett mennünk, átcserélni a mérőállomásokat. Miután megtalálta a mérőállomás a prizmat, megjelenik a távolsága a géptől, valamint a vízszintes és magassági eltérések. Ha megfelelő értékeket kapunk, akkor véglegesen is

összecsatlakoztatjuk a finishert a műszerrel a Promote gomb megnyomásával. Minden átsatlakozásnál figyeltük a gép láncalpait, hogy nem mozdulnak-e el. Azt a műszert, amely eddig vezérelte a gépet ugyanezen a felületen le kell stoppolni, mivel ha nem tesszük, nem tudunk rácsatlakozni a kontrollerrel, csak abban az esetben, ha kikapcsoljuk a mérőállomást. Ez nem tűnik olyan nagy problémának, azonban sok ideig eltart és ez idő alatt a húzott beton magasságának az ellenőrzésére nincs lehetőség. A sikeres műszercserét követően az ellenőrzést kell elvégezni, valamint a görgeteg további szabályozását. Ezeket a lépés-sorozatokot kell ismételni, amíg a finisher ki nem ér a sávból.

Néhány kényesebb szakaszon az oldaltérést is szabályoznunk kellett. A finisher valamikor eltért a megfelelő helyéről, ilyenkor vissza kellett irányítani a tervezett pozícióba. Ezt a térést a dilatációs pontok segítségével tudtuk folyamatosan figyelni. A gépen elhelyezett kezelőn tudtuk szabályozni a beton magasságához hasonló felületen az oldaltérést. Szintén milliméterenként állítottuk az oldaltérés értékét. Ha nagy eltérést kellett korrigálni, akkor fokozatosan - körülbelül tíz méterenként - két millimétert hoztunk rajta. Amikor már egy meglévő sáv mellé kellett betont húzni, akkor szintén játszanunk kellett az oldaltéréssel. Az első zsalunak a korábban behúzott sávra fel kell feküdnie. Ha túlságosan rajta volt a betonon, vagy esetleg kissé lelógott, akkor a finisher elejét kellett a megfelelő irányba téríteni. A gép hátulját akkor kellett húzni, ha szélesebb, vagy keskenyebb sávot húztunk a tervezettnél. A sáv szélességét természetesen a hátsó zsalu is befolyásolja, valamint ha nagyon híg a bedolgozott beton, akkor a sáv oldala kissé kiborul. Ha azonban ezek megfelelőek voltak, akkor állítani kellett az oldaltérésen.^[13]

8. Összegzés/Conclusion

A gépvezérlésnek köszönhetően az építőiparban számos munkafolyamat megkönnyíthető. A technológiának nem csak a gyorsaság az egyetlen előnye, hanem a nagy pontosság is. Mivel a gépiesítés kevesebb munkaerőt igényel, így költséghatékonyabbá teszi az adott munkafolyamat elvégzését. Kezdetben természetesen

a gépvezérlési rendszer összeállítása, kezelésének megtanulása nagy energiát és pénzt emészt fel, azonban a ráfordított időt és költséget hamar megtéríti. A beruházás alatt tapasztalhattam a technológiával járó előnyöket, hátrányokat, vagy éppen nehézségeket. Kezdetben bonyolultnak tűnt a bazaltbeton finisher vezérlése, mivel rövid idő alatt sok információt és tapasztalati tudást kellett elsajátítanunk. A munka megkezdésével azonban az aggályok elmúltak és kikristályosodott a gépvezérlés folyamatának minden egyes szegmense. Mivel a Bayer Construct Zrt.-nek is viszonylag még új a finisheres vezérlés, számos nehézséggel kellett megküzdeni, amelyeket összeszedetten és precíz módon sikerült abszolválni. Nem csak a géppel kapcsolatos nehézségekre kell itt gondolni, hanem a geodéziai problémák megoldásában is határozottan és körültekintően sikerült eljárni, holott a cég számára a földmérési feladatok lebonyolítása új terepnek számít. A projekt folyamán tapasztalhattuk, hogy a gépvezérlésnek a legalkalmasabb, ha terepi akadályok nincsenek a közelben, valamint egyéb munkagépek alkalmazása a vezérléssel párhuzamosan nem a legoptimálisabb. Ezen tapasztalatok ellenére a géppel bedolgozott beton szintjének és pozíciójának pontossága sokkal kielégítőbb, mint a kézzel történő öntésnek. Megfelelő terepi körülmények között szinte hibátlan minőség készítésére képes a finisher a gépvezérlésnek köszönhetően. Mivel a gép és a műszerek önmagukban nem elegendők a precizításra, elengedhetetlen egy összeszokott tapasztalt csapat mind a finisher körül, mind geodéziai részen. Úgy érzem a projekt alatt egy kitűnő, szakmailag pontos, lelkiismeretes csapat jött létre, amely a feszített tempóban is képes volt magasfokú minőség biztosítására.

A finisher által elérhető pontosság a bazaltbeton felületek minősítéséből is kitűnően látható. Természetesen voltak olyan részek, amelyekben nagyobb eltérések találhatóak, de összességében az mondható el, hogy átlagosan kettő - hat milliméter között változik a burkolat tervezett szintjétől a megvalósulás. Ezzel szemben a kézi bedolgozással elkészült burkolatrészeknél ennél nagyobb értékek jelennek meg, valamint nagyobb tartományban mozognak.

Thanks to machine controlling many stages of the working process can be facilitated in the construction industry. Speed is not the only benefit of the technology, it is also really accurate. Since mechanization requires less labor certain working processes can be more cost-effective. Of course, in the beginning, assembling the machine controlling system and learning how to use it might consume a lot of energy and money but the time and financial investment soon pays off. During the project I experienced both the perks and drawbacks, or difficulties of the technology. First, operating the basalt concrete finisher seemed complicated since we needed to consume a huge amount of information and gain a lot of knowledge through experience in a short period of time. However, as we started to work the concerns soon disappeared and all the segments of the operating process got clearer. Since the finisher operation is still relatively new to Bayer Construct Zrt. as well, there were many occurrent issues that we managed to overcome in a precise manner. Problems regarding the machine were not the only ones we had to face. We were able to solve issues concerning geodesy by proceeding in a confident, circumspect way whereas carrying out land surveying tasks is still a new field for the company. During the project we realized that machine controlling works the best when there are no field obstacles nearby, furthermore, that using other machines parallel to this method is not optimal. Despite these experiences, the accuracy of the concrete's level and position embedded by the machine is much more adequate than it would be by casting it manually. As a result of machine controlling, under suitable field conditions the finisher is able to produce practically perfect quality. As the machine and other equipments alone are not enough for precision, a well-integrated and experienced team is crucial both around the finisher and in the geodetic part of the work. I think that whilst working on this investment we formed a great, professionally precise, conscientious team which was able to provide a high level of quality even in a strenuous pace. The level of accuracy that the finisher is capable of producing can evidently be seen from the qualification of basalt concrete surfaces, too. Certainly, there were parts where there are bigger differences, but the overall conclusion is that the realization of the cover changes on average by two to six millimeters from the design. By contrast, in the cases of road surfaces made manually, these numbers are greater and they also move in a larger range.

9. Mellékletek

1. Szintezési jegyzőkönyv

Pont	Távolság			Hátra	Előre	Δm	Javítás	Javítás	Magasság
115	23,17			1,2489					105,683
KP1	23,47								
	22,63	46,64		1,4740	1,5995	-0,3505			
2	22,81								
	20,96	45,44	92,08	1,5467	1,0619	0,4121	0,06159	0,0010	0,0626
KP2	21,97								
	17,55	42,93		1,0136	1,6860	-0,1392			
1	18,67								
	29,76	36,22	79,15	0,9971	0,5995	0,4141	0,27481	0,0008	0,2757
KP3	28,37								
	23,73	58,13		1,6258	1,4334	-0,4362			
3	24,81								
	28,99	48,54	106,67	1,2631	1,2426	0,3832	-0,05302	0,0011	-0,0519
KP4	27,92								
	20,68	56,91		1,4211	1,6972	-0,4341			
4	26,69								
	30,23	47,37	104,28	1,5899	1,5888	-0,1678	-0,6019	0,0011	-0,6008
KP5	27,81								
	27,71	58,04		1,6654	1,4014	0,1886			
5	24,8								
	37,81	52,51	110,55	1,5174	1,5299	0,1355	0,32402	0,0012	0,3252
KP6	36,81								
	15,6	74,62		1,5025	1,6597	-0,1422			
6	15,54								
	19,03	31,14	105,76	1,5914	2,0470	-0,5445	-0,68676	0,0011	-0,6856
KP7	19,51								
	21,51	38,54		1,6971	1,6146	-0,0232			
113	22								
		43,51	82,05		0,3604	1,3367	1,31349	0,0009	1,3144
									106,323

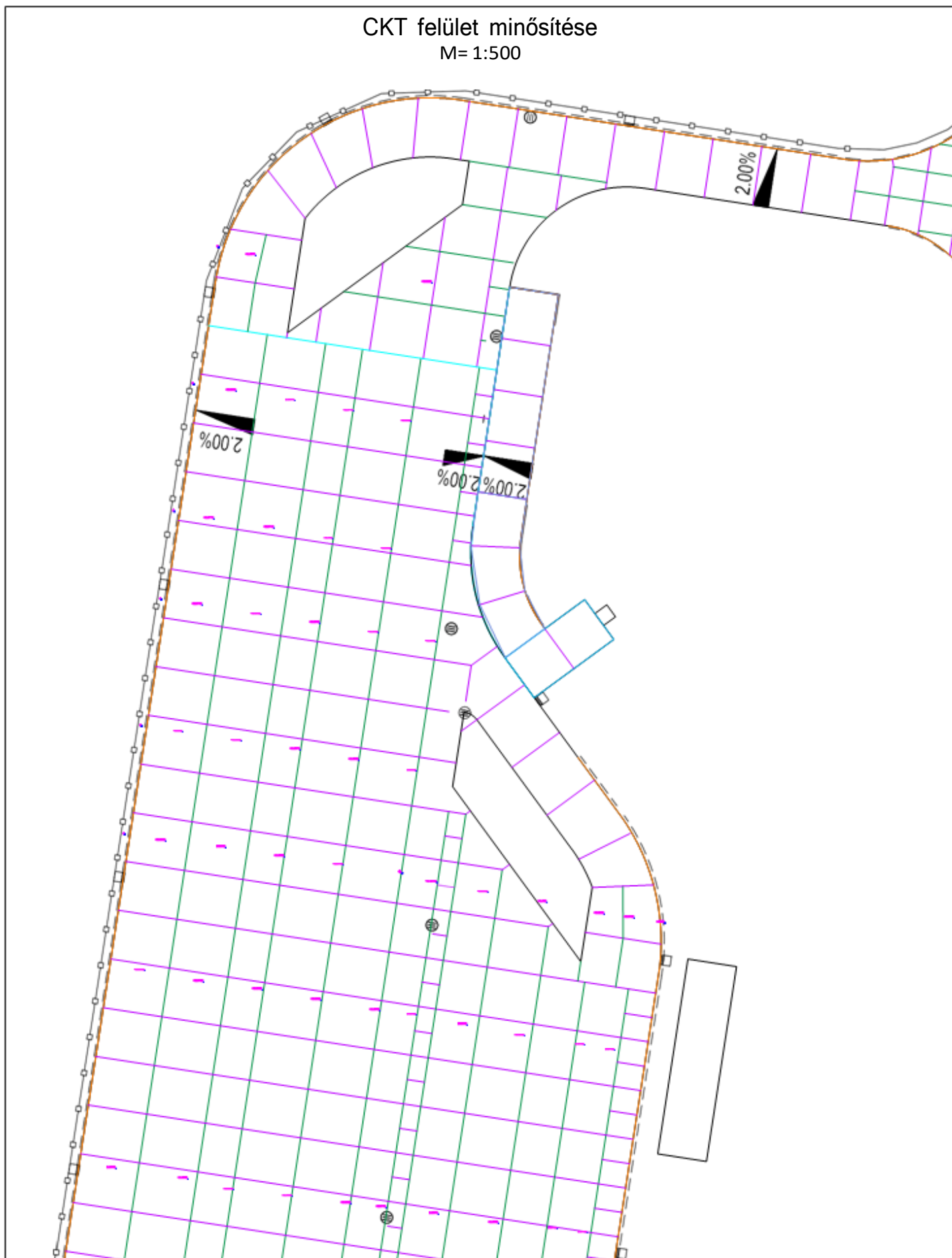
2. Kalibrációs fájl

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<MeasureUpData>
  <Description>fl51016</Description>
  <Date>2021-10-16T07:09:26.4213811Z</Date>
  <CPLLeftRear>
    <X>877781.788298081</X>
    <Y>330760.775229252</Y>
    <Z>106.057342331705</Z>
  </CPLLeftRear>
  <CPRightRear>
    <X>877778.816600657</X>
    <Y>330761.198954332</Y>
    <Z>106.057388368835</Z>
  </CPRightRear>
  <CPLLeftFront>
    <X>877781.683406924</X>
    <Y>330760.034896077</Y>
    <Z>106.059884729703</Z>
  </CPLLeftFront>
  <CPRightFront>
    <X>877778.70854484</X>
    <Y>330760.465333596</Y>
    <Z>106.059765034454</Z>
  </CPRightFront>
  <MTL>
    <X>877782.204558416</X>
    <Y>330760.66879355</Y>
    <Z>110.685764321927</Z>
  </MTL>
  <MTR>
    <X>877778.476653465</X>
    <Y>330761.446097135</Y>
    <Z>110.685580505194</Z>
  </MTR>
  <CPLLeftFinal>
    <X>877782.150612758</X>
    <Y>330763.341420639</Y>
    <Z>106.062622021505</Z>
  </CPLLeftFinal>
  <CPRightFinal>
    <X>877779.173563197</X>
    <Y>330763.769605206</Y>
    <Z>106.062486698642</Z>
  </CPRightFinal>
</MeasureUpData>
```

3. CKT felület minősítés

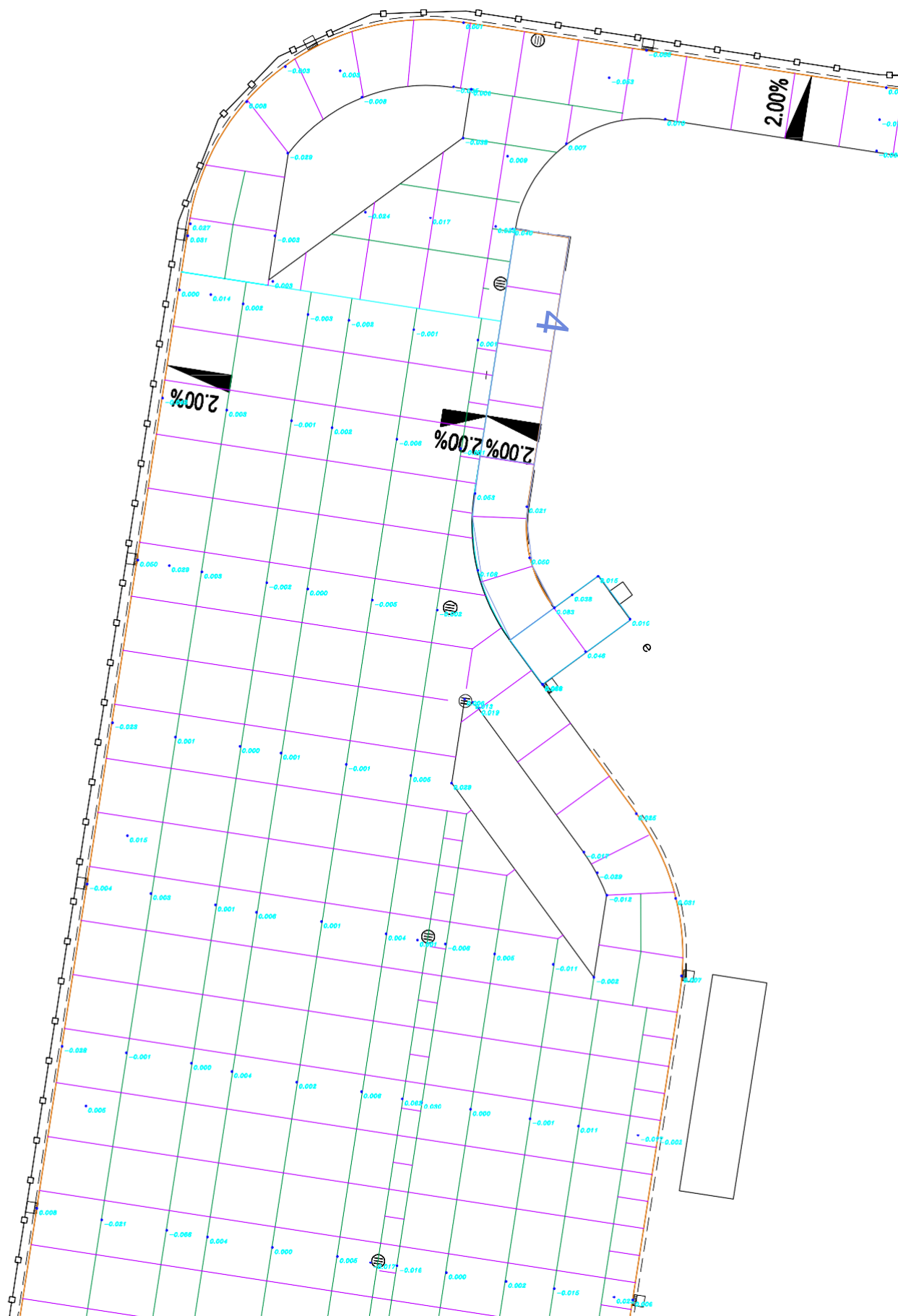
CKT felület minősítése

M= 1:500



4. Bazaltbeton burkolat minősítés

Bazaltbeton burkolat minősítése M= 1:500



5. Alappontok koordinátajegyzéke (részlet)

A1;877723.572;329492.374;106.021;VAS;;;;;
A2;877644.837;329488.801;105.746;HILTI;;;;;
A3;877634.504;329434.090;105.970;VAS;;;;;
A4;877701.407;329354.878;105.369;VAS;;;;;
A5;877613.739;329288.075;105.694;VAS;;;;;
A6;877677.129;329203.832;105.009;VAS;;;;;
A7;877509.563;329235.896;105.286;VAS;;;;;
A8;877529.087;329360.170;105.429;VAS;;;;;
A9;877545.685;329467.396;105.379;VAS;;;;;
A10;877562.129;329575.187;105.386;VAS;;;;;
A11;877573.811;329650.225;105.324;VAS;;;;;
A12;877586.736;329735.288;105.325;VAS;;;;;
A14;877609.474;329881.375;105.354;VAS;;;;;
A15;877644.402;329922.955;105.231;VAS;;;;;
A16;877678.037;330071.328;104.752;VAS;;;;;
A17;877698.284;330209.128;104.507;VAS;;;;;
A21;877732.178;330412.778;104.444;VAS;;;;;
A26;877733.417;330656.265;105.069;VAS;;;;;
A30;877435.760;329317.573;105.116;HILTI;;;;;
A31;877457.741;329418.746;105.253;VAS;;;;;
A32;877469.927;329531.855;104.764;HILTI;;;;;
A33;877510.101;329631.973;105.026;VAS;;;;;
A34;877502.124;329713.282;104.827;HILTI;;;;;
A35;877522.352;329821.296;105.151;HILTI;;;;;
A50;877938.607;331464.745;105.380;VAS;;;;;
A51;877946.106;331538.591;105.153;HILTI;;;;;
A52;877959.323;331662.169;105.224;VAS;;;;;
A53;878013.746;331714.371;105.494;VAS;;;;;
A54;878066.814;331634.953;105.808;HILTI;;;;;
A55;878045.690;331548.660;105.342;VAS;;;;;
A56;878042.475;331466.604;105.550;VAS;;;;;
A60;877765.145;330741.231;105.540;VAS;;;;;
A61;877759.435;330803.268;105.050;VAS;;;;;
A62;877789.515;330899.400;105.534;VAS;;;;;
A63;877785.462;330970.736;105.091;VAS;;;;;
A64;877810.038;331129.752;105.072;VAS;;;;;
A65;877838.329;331215.636;105.536;VAS;;;;;
A66;877839.642;331321.922;105.037;VAS;;;;;
A101;877885.500;331704.685;107.227;REGIAP;;;;;
A102;877791.465;331437.204;106.191;REGIAP;;;;;
A103;877781.725;331123.130;107.260;REGIAP;;;;;
A104;877747.607;330912.206;107.432;REGIAP;;;;;
A105;877718.891;330728.560;107.050;REGIAP;;;;;
A106;877676.191;330565.171;106.288;REGIAP;;;;;

A107;877647.257;330408.534;105.975;REGIAP;;;;;
A108;877589.132;330156.190;105.857;REGIAP;;;;;
A109;877556.612;329975.882;106.307;REGIAP;;;;;
A110;877501.798;329713.019;106.115;REGIAP;;;;;
A111;877469.327;329531.672;106.075;REGIAP;;;;;
A112;877435.245;329317.370;106.402;REGIAP;;;;;
A113;877600.854;329174.015;106.323;REGIAP;;;;;
A114;877638.712;329363.507;107.092;REGIAP;;;;;
A115;877664.484;329577.626;106.720;REGIAP;;;;;
A116;877629.030;329806.290;106.209;REGIAP;;;;;
A117;877748.064;330044.560;105.459;REGIAP;;;;;
A118;877798.346;330354.646;105.152;REGIAP;;;;;
A119;877838.976;330664.321;105.418;REGIAP;;;;;
A120;877875.544;330886.220;106.327;REGIAP;;;;;
A121;877943.763;331114.257;106.329;REGIAP;;;;;
A122;877919.587;331297.299;106.468;REGIAP;;;;;
A123;877945.913;331538.168;106.475;REGIAP;;;;;
A124;878067.130;331634.762;107.083;REGIAP;;;;;
A125;878092.338;331298.133;106.562;REGIAP;;;;;
A126;878015.691;330960.638;106.454;REGIAP;;;;;
A127;877800.707;331872.991;106.996;REGIAP;;;;;
A128;877401.442;329143.719;106.632;REGIAP;;;;;
A133;878027.345;331839.413;107.201;REGIAP;;;;;
A108H;877589.239;330155.762;104.632;HILTI;;;;;
A109H;877557.067;329976.099;105.050;HILTI;;;;;
A53H;877990.365;331593.136;105.457;HILTI;;;;;
A72;877862.936;330714.643;104.988;VAS;;;;;
A71;877889.992;330891.795;104.890;VAS;;;;;
A70;877925.660;331005.338;105.354;VAS;;;;;
A69;877943.477;331114.680;104.968;VAS;;;;;
A68;877955.785;331214.027;104.833;VAS;;;;;
A67;877962.958;331294.266;105.040;VAS;;;;;
A81;877994.070;330992.175;105.023;VAS;;;;;
A82;878023.927;331048.894;105.474;VAS;;;;;
A83;878012.642;331108.425;104.906;VAS;;;;;
A84;878042.864;331162.925;104.971;VAS;;;;;
A85;878035.877;331256.018;105.059;VAS;;;;;
BAP4;877601.663;329725.384;105.547;HILTI;;;;;
BAP3;877638.407;329963.214;105.537;HILTI;;;;;
BAP2;877650.585;330042.257;105.564;HILTI;;;;;
BAP1;877662.882;330121.304;105.537;HILTI;;;;;
BAP10;877478.200;329400.762;105.343;HILTI;;;;;
BAP11;877594.201;330151.631;105.361;HILTI;;;;;
A25;877741.821;330590.046;105.156;VAS;;;;;

6. Régi alappontok mérési vázlata

Kállai András e.v.

4491 Újdombrád,
Szabadság út 1.

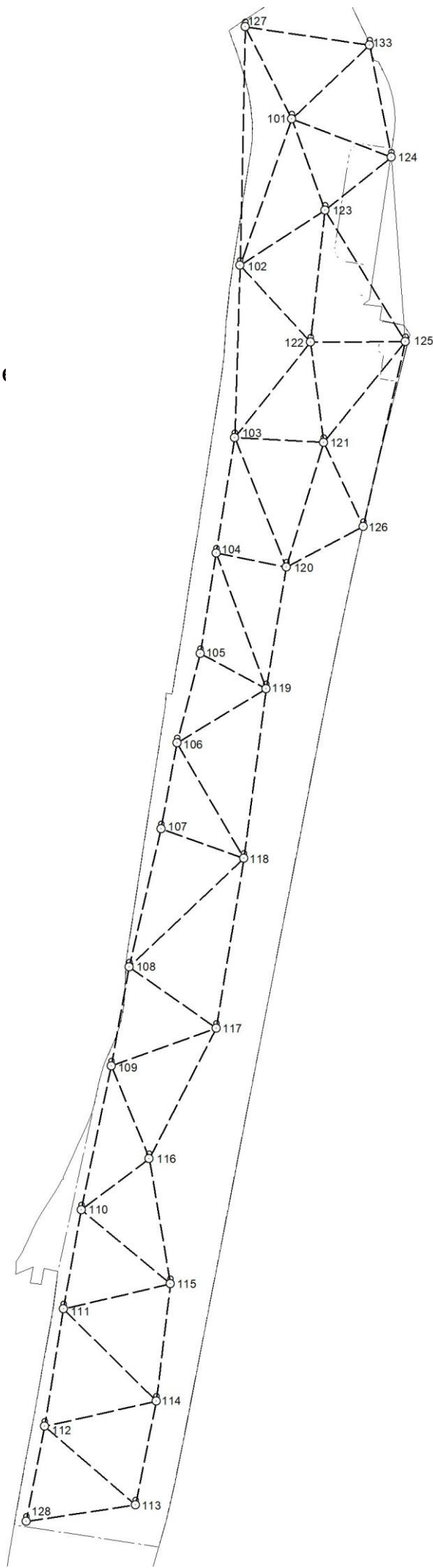
Munka száma: F-3 / 2020.12.24.

Pontvázlat

a 027/41 helyrajzi számú beruházásiterület
telepített alapponthálózatról

Méretarány: 1:10000

Fényeslitke község
külterület



Újdombrád, 2020 december 24.

Készítő : Kállai András sk. Földmérő ig. száma: 7437/2018

10. Irodalomjegyzék

- [1] <https://raketa.hu/fenyestitken-epul-europa-legmodernebb-vasuti-terminalja> (2021.11.21.)
- [2] <https://eastwestil.com/terminal/> (2021.11.28.)
- [3] Dr. Csepregi Szabolcs, Gyenes Róbert, Dr. Tarsoly Péter: Geodézia I. (2013), Székesfehérvár
- [4] Dr. Tarsoly Péter: Geodézia II. (2015), Székesfehérvár
- [5] <https://heavyindustry.trimble.com/en/products/sps730-and-sps930-universal-total-stations> (2021.11.08.)
- [6] <https://heavyindustry.trimble.com/en/products/trimble-controllers> (2021.11.08.)
- [7] <https://www.sitechnortheast.com/products-applications/site-positioning-layout-solutions/robotic-total-stations/trimble-mt1000-active-prism> (2021.11.08.)
- [8] <https://geospatial.trimble.com/Optical-Accessories> (2021.11.28.)
- [9] <https://www.sitechnortheast.com/cb460> (2021.11.08)
- [10] <https://www.sitechnortheast.com/products-applications/machine-control-systems/3d-grade-control-systems-for-excavators/trimble-snr921-and-snr2421radios> (2021.11.28.)
- [11] <https://leica-geosystems.com/hu-hu/products/total-stations/robotic-total-stations/leica-ts13>
- [12] <https://www.sitechnortheast.com/products-applications/machine-control-systems/3d-grade-control-systems-for-excavators/trimble-mt900-uts-target> (2021.11.28.)
- [13] <http://www.geotrade.hu/?lang=hu&page=gepvezerles> (2021.11.25.)
- [14] Ágfalvi Mihály(2010): Mérnökgeodézia TÁMOP jegyzet
- [15] Detrekői Ákos-Ódor Károly (1984): Ipari geodézia I-II.
- [16] Magyar Mérnöki Kamara Kiadványsorozata: M.2.-2021 Mérnökgeodéziai tervezési segédlet
- [17] Magyar Mérnöki Kamara Kiadványsorozata: Mérnökgeodéziában alkalmazott alapponthálózatok (2018)