



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Alba Regia Műszaki Kar
Geoinformatikai Intézet

SZAKDOLGOZAT

**BIM modell bemutatása a földmérésben automatizált útburkoló finisher
használatán keresztül**

OE-AMK
2022

Hallgató neve: **Benke Lilla**
Hallgató törzskönyvi száma: **T000511/FI12904/A-G**



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Óbudai Egyetem
Alba Regia Műszaki Kar
Geoinformatikai Intézet

SZAKDOLGOZAT FELADATLAP

Hallgató neve: Benke Lilla

Szakedolgozat száma: SZD22011414099650

Törzskönyvi száma: T000511/FI12904/A-G

Neptun kódja: XXXXXXXXXX

Szak: földmérő és földrendező mérnök

Specializáció: Geoinformatika specializáció

A dolgozat címe: BIM modell bemutatása a földmérésben automatizált útborkoló finisher használatán keresztül

A dolgozat címe angolul: Introducing BIM Model in Land Surveying Through the use of an Automated Paving Finisher

A feladat részletezése: BIM modell általános bemutatása, útépités hagyományos pályakitűzési módszerének és a Navitronic Plus rendszerrel ellátott útborkoló finisherrel végzett munkamódszerének összehasonlítása, pro és kontra érvek felsorolása. 2D és 3D térképkészítési módszerek ismertetése jelen munka elvégzésének példája alapján.

Intézményi konzulens neve: László Gergely Tibor

A kiadott téma elévülési határideje: 2024. 12. 15.

Beadási határidő: 2022. 12. 15.

A szakedolgozat: Nem titkos.

Kiadva: Székesfehérvár, 2022. 10. 05.

P.H

Intézetigazgató

A dolgozatot beadásra alkalmasnak találom: 2022. 12. 15.

belső konzulens

külső konzulens



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Alba Regia Műszaki Kar
Geoinformatikai Intézet

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: 2022. november 29.

hallgató aláírása

Tartalomjegyzék

1. ELMÉLETI KERETEK	2
1.1. Témafelvetés	2
1.2. Célkitűzés.....	2
1.3. Dolgozat felépítése.....	3
2. AZ ÚTÉPÍTÉS ÉS A BIM MODELL ISMERTETÉSE.....	5
2.1. Útépítés hagyományos folyamata	6
2.1.1 A közúti közlekedés építési terveinek tartalmi munkarészei	7
2.1.2. Tervezési szempontok	10
2.1.3. Utak szerkezeti elemei	12
2.2. BIM modell	13
2.2.1 BIM hazai helyzete.....	15
3. AUTOMATIZÁLT ÚTBURKOLÓ FINISHER ÉS FELSZERELÉSE.....	17
3.1. A munkagép	17
3.2. Gép kalibrálása.....	19
3.3. A rendszer működése és annak különböző verziói	20
3.4. A létrehozott felület ellenőrzése	24
4. A 3D MODELL KÉSZÍTÉSÉNEK FOLYAMATA	26
4.1. Modelltervezés	27
4.2. Információk kigyűjtése	32
5. AUTOMATIZÁLT FINISHER BEMUTATÁSA MUNKA KÖZBEN.....	36
6. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS ÖSSZEGZÉS	43
Irodalomjegyzék	44
Ábrajegyzék.....	48
Rövidítések jegyzéke	49

1. ELMÉLETI KERETEK

1.1. Témafelvetés

Napjaink technológia fejlődése rohamléptekben halad, melynek köszönhetően számos új technológia jelenik meg és terjed a világban, mint például az automatizáció, az Információs Technológia fejlődése, a mesterséges intelligencia megalkotása, 5G terjedése, melyek visszavonhatatlanul változtatják meg az emberiség és a szakmák jövőjét.

A földmérésre nagy hatással volt a harmadik ipari forradalom, amikor a GPS technológiáját vegyítették a drón-technológiájával melynek eredményeként megjelent a lézerszkennelés, továbbá a mérések automatizálása is szintet lépett. Ami eddig több hónapot vett igénybe egy tucatnyi mérnöknek, most pár nap alatt térképezésre kerül. A negyedik ipari forradalom magával hozza a virtuális valóságot, felhőalapú informatikát, mesterséges intelligenciát összegezve a digitalizációs technológiát, mely által a fizikai korlátok megszűnnek.

Szakdolgozatom központi témája a háromdimenziós térképkészítés és BIM (Building Information Modelling) használata a földmérés területén, melyet a Colas Hungária Zrt által vásárolt távvezérlésű útburkoló finisher tesztelésén és működésén keresztül szeretnék bemutatni. Témám jól illeszkedik napjainkra jellemző gyorsan fejlődő technológiai forradalomba és általa bepillantást nyerhetek a szakmánk jövőjének kis szeletébe, amit a dolgozatomban szeretnék összefoglalni.

1.2. Célkitűzés

Dolgozatom célja az adott témában való jártasság mélyítése, a BIM szoftver megismerése, valamint a háromdimenziós térkép előnyeinek és esetleges hátrányainak a vizsgálata az innovatív útépités területén. Továbbá a hagyományos útépités átfogó megismerése, annak összevetése mind idő és finanszírozás szempontjából az új szintvezérelt technológiával szemben. A projektet szolgáló területfelmérések technológiájának, kivitelezésének, feldolgozásának menete az első lépés az útépités megvalósításának folyamatában, így fontosnak tartom ezek felderítését is. Valamint a

magának egyre nagyobb teret hódító BIM hazai területen történő népszerűsítését, szabványosításáról szóló törekvések ismertetését is fontosnak találom.

1.3. Dolgozat felépítése

Dolgozatom elején témám két fő pillére kerül kifejtésre, méghozzá magát az útépítést és a BIM modellt ismertetem. Az útépítés általános előírásairól, alapfogalmainak ismertetéséről és a folyamatáról írok, továbbá a BIM modell felépítéséről és felhasználásának módját is részletezem, ezáltal egy összefoglaló képet kapunk a dolgozatom elméleti elemeiről.

A következő fejezetben a szintvezérelt automata gépekről írok és azok felszerelését mutatom be. A Leica Geosystem és a Vögele Novatronic plus rendszerek eszközeitől kezdve a kalibrálási folyamatokon át a gép működtetéséről írok. Az innovatív útépítési és mélyépítési megoldásokat alkalmazó törekvések nem csak a hazai ipar felzárkóztatását kívánják elősegíteni a nyugati országok szintjére, de az itthon felmerülő problémákra is megoldást nyújthatnak. Ezen fejezet megírásában sokat segített a Colas Hungária Zrt. munkatársa Dankó Gábor és Kathy Dávid is, akik részt vettek a technológia tesztelésében és a beépítés folyamatát is jól ismerik.

A háromdimenziós modell felépítését és elkészítésének folyamatát Kathy Dávid mutatta be a Colas Zrt budapesti irodaépületében. Tulajdonképpen azt a felületet jelenítem meg képek segítségével a harmadik fejezetben, ami alapján készül az M83-as főút 6.2 km-es szakaszának pályaszerkezeti rétegeinek beépítése.

Az ötödik fejezet a saját tapasztalataimmal kiegészített helyszíni útépítési folyamatot mutatja be. A helyszínen Csiza Ernő földmérő mérnökkel találkoztam, aki készséggel állt rendelkezésemre. Bármilyen kérdésemre szívesen válaszolt, valamint a saját tapasztalatait, észrevételeit az automatizált finisher használatáról is megosztotta velem. Mivel nem csak az M83-as útépítési folyamatában vesz részt, hanem többek között a 260-as főút és a kecskeméti Mercedes Benz gyárépületének alapozásában is, így volt alkalma összehasonlítani a szintvezérelt technológia működését más és más területeken egyaránt.

A következtetések levonására és az összefoglalásra a hatodik fejezetben kerül sor, ahol a megszerzett információk alapján ismertetem véleményemet az új automatizált útépítés használatáról.

2. AZ ÚTÉPÍTÉS ÉS A BIM MODELL ISMERTETÉSE

Magyarországon a Colas Hungária az elsők között vásárolt automatizált aszfaltfinishert, őket megelőzve a Duna Aszfalt Kft. ruházott be egy Vögele Super 1900-3i gépre 2018-ban. [1] Ebből is kitűnik, hogy nem egy teljesen ismeretlen technológiáról van szó, azonban nem is egy elterjedt, mindennapi módszer a magyarországi útépítés területén. A felmerülő hibákra ezen projekt során derül fény, ezek kiküszöbölésére, megoldására keresik a költséghatékony, gyors megoldásokat, azaz elmondható, hogy a tesztelés folyamatába nyerhetünk bepillantást. Jelenleg Magyarországon a hagyományos ún. zásztlózás módszerrel történik az alaprétegek szintjeinek beépítése, a földműre történő építkezések legnagyobb százaléka most is így történik. A földmunka elkészítése után a teherhordó alapréteg hagyományos kitűzéses módszerét váltják le a szintvezérelt gépek, ezáltal a feladat kevesebb időt vesz igénybe. Az országban az elmúlt években a BIM megjelenése óta egyre több kivitelezéssel foglalkozó társaság hoz létre BIM-es szervezeti egységeket. Ezen úttörők közé tartozik a Duna Aszfalt Kft., a Strabag Kft., a Főmterv Zrt. és a Colas Zrt. is, de természetesen nem ők az egyetlenek.

Lázár János, Magyarország építési és beruházási minisztere, arról adott tájékoztatást, hogy az új építési és beruházási törvény tervezete szerint 2023. január 1-től kötelező jelleggel bevezetik a BIM-ben való tervezés intézményét. Mielőtt közbeszerzési eljárásra, pályázat kiírásra kerül az állami beruházás, a kiviteli terv szintjéig készítik el a terveket. A magyar állam 32 év után végre eltökélte magát arra, hogy a beruházások folyamata során nagyobb figyelmet fordítanak az előkészületi munkálatokra, azaz pontosabb, megfontoltabb és költséghatékonyabb módon készítik azt el, ezzel az adófizetőket is megnyugtatva. A cél érdekében többek között engedélyes terv nem kerül pályázati kiírásra, a tervezők is tendereztetéssel kerülnek kiválasztásra és nagyon fontos, hogy a már említett kiviteli terv teljes elkészítésének folyamatát követően kerül közbeszerzési eljárásra. A kivitelezők és tervezők közötti felelősségmegosztás érdekében nagyobb hangsúly kerülne a tervezői feladatok elvégzésére a korábbiakkal ellentétben, valamint bevezetésre kerül a kötelező költségszakértés, a tervek kötelező ellenőrzése és a műszaki ellenőrök munkájának növelése. Az engedélyeztetési és kiviteli dokumentumok hiánytalan beszerzését követően ezeket kötelező egyeztetni a beruházó, üzemeltető füllel,

valamint vétőjogot is biztosítanak számukra, továbbá észrevételeiket is figyelembe veszik. A jövőben nagyon fontos, hogy az üzemeltető bevonása nélkül nem indulhat állami beruházás, ezzel a fenntarthatóság garanciáját kívánják erősíteni. A BIM-ben való tervezés intézménye 2023. január 1-től kötelező jelleggel bevezetésre kerül.[2]

2.1. Útépítés hagyományos folyamata

A helyváltoztatás mondhatni egyidős az emberiséggel, ennek következtében jelentek meg az első utak már az ókorban, mikor a megtermelt terménytöbbséggel kereskedni kezdett az emberiség, később megindult az ókorban a városiasodás, aminek a következtében létrejöttek úthálózatok. Később hadászati úthálózatok is létesültek. Kezdetben állatok vontatta járművekkel közlekedtek, majd az iparosodás ugrásszerű fejlődést eredményezett mind a járművek, mind az utak minőségében.[3] Ma elképzelhetetlen az élet infrastruktúra nélkül, ahogy kilép az ember a háza ajtaján máris egy gyalogúton, utcán találja magát. Bárhova szeretne eljutni a világban elkerülhetetlen az utak használata. A nagy távolságok áthidalása hozzátartozik a mindennapi tevékenységekhez, hiszen a munkába menet során is tömegközlekedést vagy autót használunk, de az időspórolás szempontja miatt még a bevásárlást is személygépjárművel végezzük.

Az útépítés és annak karbantartása az építőipar jelentős szegmense, úthálózatunk nagy területeket vesz el a környezetünkől, ezért nagyon fontos, hogy tényleg csak a legszükségesebb földterületet foglalja el, a legszükségesebb ásványi anyagmennyiség felhasználása mellett, miközben évtizedekig működni kell felújítások nélkül. Az útépítés három fő tevékenységből áll, az előkészítés, a kivitelezés és a karbantartás folyamatából.[4]

Az előkészítés folyamatához tartozik a tervezők munkája az engedélyek beszerzésével, a vezetékekre, csatornákra, forgalom meghatározásra való tekintettel, majd a nyomvonal durva kitűzése. A terepet megtisztítják a zavaró környezeti tényezőktől (fák, építmények, régebbi létesítmények), majd kezdődhet a földmunka. Az alépítmény létrehozása, úttükör elkészítése, ehhez tartozik még az árkok, bevágások, töltések, megépítése. Az elkészült koronára kerül a pályaszerkezet, mely az alaprétegből és az aszfaltból tevődik össze. Továbbá beépítésre kerülnek a padkák, útszegélyek, folyókák, átereszek és csatornák is.

Legvégső sorban pedig a forgalom irányításért felelős útburkolati jelek felfestése és a KRESZ-táblák elhelyezése történik meg. Az útépítés nem csak a pályaszerkezet kivitelezéséből áll, minden típusnak megvannak a maga jellegzetes kiegészítő elemei is. Az autópályák építése során szükség lehet a terepviszonyoktól függően hidakra, alagutakra, valamint vadátjárók biztosítására, pihenők, benzinkutak kialakítására - a megfelelő infrastruktúrával és közművekkel ellátva.[5]

Az útépítés első lépései az engedélyezési terv és a kiviteli (építési) terv elkészítése. Az engedélyeztetési terv során figyelembe kell venni az útügyi előírásokat, a Helyi Építési Szabályzatokat, a Természetvédelmi előírásokat, a szakhatósági engedélyeztetéseket és a terület felhasználási engedélyeket is.

A dokumentációk elkészítését is jogszabályok írják elő, melyeket a Magyar Mérnöki Kamara a *Tervdokumentációk Tartalmi és Formai követelményeinek Szabályzatában* gyűjtött össze.

2.1.1 A közúti közlekedés építési terveinek tartalmi munkarészei a következők:

- Tervezési program (diszpozíciós terv)

Ez a dokumentáció a tervező és szakhatóságokkal egyeztetett beruházó igényeit, feltételeit tartalmazza leírás formátumban. Ebben a fázisban kell meghatározni a megvalósítani kívánt létesítmény közlekedési viszonyait, a hozzá csatlakozó közművek terveit, az esetleges teherszállításra vonatkozó információkat és a közforgalmi úthálózathoz való csatlakozási terveket, illetve biztonsági hatásvizsgálatot kell végezni. Itt kerül képbe a különféle területek rendezési előírásainak való megfelelés, vizsgálni kell a közlekedés-meteorológiai viszonyokat, valamint előzetes költségbecslés elvégzésére is szükség van.

- Tanulmányterv - vázlat szinten

A tanulmánytervnek ebben a fázisban a fent említett kritériumokat már nem csak vizsgálati szinten, hanem megvalósulási dokumentációként is magában kell foglalnia. A forgalmi viszonyokat, a közúti forgalmi hálózathoz való csatlakozást, a teherszállítást és

a rakodási körülményeket, a gépjármű elhelyezési terveket szintén tartalmaznia kell. Vizsgálják a forgalomrendi változásokat, ellenőrzik a parkolók, a pihenők előírásnak megfelelő mennyiségét és minőségét is, továbbá meg kell határozni a burkolatok típusait és ki kell térni a további tervezéshez szükséges időráfordításra, illetve az anyag- és költség-mennyiség meghatározására is. Ebben a fázisban történik meg az érintett talaj vizsgálata és térképek, helyszínrajzok készítése szükséges, mely tartalmazza a minta-keresztzelvényeket és hossz-szelvényeket egyaránt.

- Építési engedélyezési terv

Az építési engedélyezési terv alapján kér az engedélyező hatóság elsőfokon kezelői hozzájárulásokat a közúti-, vasúti-, közmű-, stb. kezelőktől. Az építész által készített műszaki tervdokumentáció többek között tartalmazza a geotechnológiai jellemzőket, a pályaszerkezet méretezését, hidak, alagutak terveit, az összes szabályozási tervet, továbbá a területi igénybevételi tájékoztatást és az áttekintő térképeket. Csakúgy, mint az előző esetben, minta-keresztzelvényekkel, hossz-szelvényekkel és helyszínrajzi ábrázolással.

- Építési kivitelezési terv

Amennyiben külön közlekedés-hatósági eljárásra van szükség, abban az esetben önálló tervdokumentációként tekintenek az építési kivitelezési tervre és műszaki, tartalmi követelmények vonatkoznak rá. Az útépítésre egyedi követelmények érvényesek és a témámra való tekintettel ezeket részletezem. Az építési kiviteli tervet az építtető a jogerős építési engedélyeztetési terv alapján készítteti el. A műszaki kialakításokat, megoldásokat olyan részletességgel kell szerepeltetni, ami alapján a kivitelező a tervezett minőségben el tudja végezni a kivitelezést.[6] Meg kell felelnie az utakról szóló engedélyeztetési jogszabályoknak is.[7] A leadásra kötelezett munkarészek a következők: műszaki leírás, részletes áttekintő térképek (ezek állnak a helyszínrajzból, hossz-, kereszt- és mintakeresztzelvényekből). Továbbá tartalmaznia kell a kitűzési adatokat, geotechnikai és mennyiségszámítási munkarészeket és a végleges forgalomtechnikai tervet is. Ezeken felül szerepelnie kell benne az adott feladattól és adottságoktól függően - és értelemszerűen, ha érintett - a műtárgyak, környezetvédelmi, vízépitési és közművek tervei, stb.

- Ajánlati terv

Ez a tervforma szolgálja a kivitelezés versenyeztetését és meghatározza a kivitelezés során az építési engedélynek megfelelően megvalósítandó feladatokat. A műszaki megoldásokat a minőségi követelmények pontosan meghatározásával tünteti fel, illetve tartalmazza a jogszabályoknak megfelelő betartandó előírásokat és vállalási feltételeket is. Amennyiben a beruházó olyan feltételeket kíván közölni, amik nem egyértelműen elemei az ajánlati tervnek, de fontosak az ajánlatadáshoz, azokat is tartalmazza. Összefoglalva: szerepeltetnie kell a műszaki előírásokat, a tervdokumentációkat, a mennyiségi kimutatásokat és a kiegészítő plusz információkat.

- Használatbavételi terv/ forgalomba-helyezési terv

A forgalomba-helyezéshez szükséges összes információt tartalmazza a környezetvédelmi előírásokkal és a megvalósulási tervvel együtt. A megvalósulási terv mérések alapján összehasonlítja a megvalósult állapotot az építési tervvel.[8]

A fentiek közül, ha van olyan tervezendő létesítmény, aminek a tervdokumentációja nem igényli az összes munkarészt, úgy csak a szükséges munkarészeket kell tartalmaznia, vagy egy másik munkarészen is beadhatók elbírálásra. Minden leadott dokumentumon szerepelnie kell a szakági terv készítő aláírásának a tervezői nyilvántartási számával együtt.[9]

Az útépítésre vonatkozó jogszabályokat a következő táblázat jól szemlélteti.

sor-szám, jel	terv fajta	szüksítés létesítmény-fajtára	előírás		
			93/2012. (V.10) Korm. rendelet 1. mell.	e-Út 03.01.11 (ÚT 2-1.201) Közutak tervezése (KTSZ)	
A	hálózatfejlesztési tervek		-	1.14.1.	
B	településrendezési tervek közlekedési munkarészei		-	1.14.2. +	e-Út 02.01.41 (ÚT 2-1 218)
C	előkészítő vizsgálatok			1.14.3.	
		Megvalósíthatósági tanulmány		1.14.3.3.	Az NFÜ pályázati útmutató
D	környezetvédelmi hatásvizsgálat				a környezeti hatás-vizsgálati és az egységes környezethasználati engedélyezési eljárásról szóló Korm. rend
E	diszpozíciós terv		-	1.14.4.	
F	tanulmány terv		-	1.14.5.	
G	elvi építési engedélyezési terv		1.	-	
H	építési engedélyezési terv	út, földút, hid, alagút, tám és belésfal	2-3-4-5-6.	1.14.6.	
J1	kivitelezési (építési) terv	út, földút, tám és belésfal	-	1.14.7.	
J2		hid	7.		
J3		alagút	8.		
K	ajánlati (tender) terv			1.14.8.	
L	forgalomba-helyezéshez szükséges terv			1.14.9.	
M	forgalomba helyezés után készülő tervek			1.14.10.	

1. ábra: MMK: Tervdokumentációk tartalmi és formai követelményeinek szabályzata 173. old

2.1.2. Tervezési szempontok

Számos szempontot kell figyelembe venni az úttervezés és létesítés folyamata során, melyekre ebben a fejezetben térek ki. Elsősorban a környezeti körülményeket, a gépjárművek méreteit és a tervezési sebességeket, a geológiai adottságokat, a hatályos területrendezési terveket, valamint a meteorológiai adatokat kell számításba venni.

Az utaknak két fő csoportja van: a belterületi és a külterületi utak, ezeken belül meghatározásra kerülnek a környezeti körülmények osztályozásai is. "A" jelű

környezetbe sorolható a síkvidéki terület, “B” jelet kapott a dombvidék és az olyan síkvidéki terület, amin természeti vagy épített korlátozások találhatók és “C” jellel van ellátva a hegyvidék.

A gépjárművek méreteinél a magasságára, hosszúságára, fordulási körének átmérőjére kell odafigyelni és ezek alapján kell megtervezni a köríveket és az átmeneti íveket a térbeli vonalvezetésnél. A forgalomban résztvevő gépjárművek súlya határozza meg a pályaszerkezet kialakítását és összetételét. A vonalvezetést, átmeneti-, és körívek tervezését, valamint a túlemelések mértékét meghatározza az autók fékútja, a rájuk ható centrifugális erők mértéke, az emelkedési ellenállás és a látótávolságok biztosítása. Ezeken felül fontos gondot fordítani az utazási kényelemre és a menetdinamikai szempontok vizsgálatára is (a balesetek megelőzése érdekében), ezzel is növelve a vezetés biztonságát.

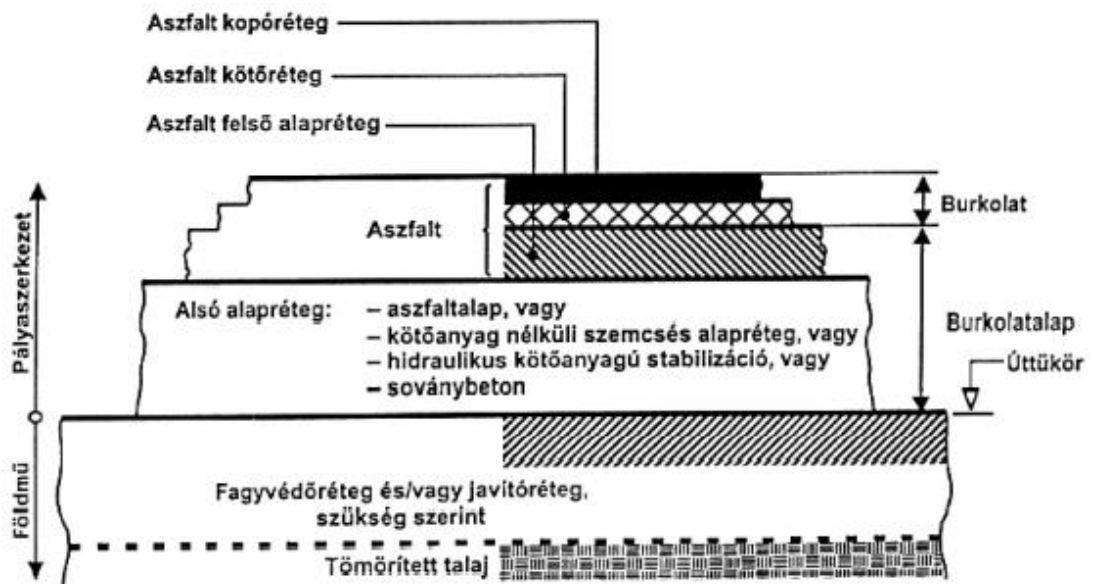
Tervezési sebesség [km/h]	Megállási	Előzési	
		teljes	redukált
		látótávolság [m]	
150	350	900	600
120	220	720	480
100	160	600	400
80	100	480	320
60	50	360	240
50	40	300	200
40	25	240	160
30	15	180	120

2. ábra. Biztosítandó látótávolság

A mértékadó éves forgalom nagyságát a létesítmény várható élettartamára kell kiszámítani és ez alapján kell megtervezni a forgalmi sávok számát. Ezt a mennyiséget jármű darabban kell meghatározni forgalmi irányonként, a gépjármű típusok összetételével együtt.

2.1.3. Utak szerkezeti elemei

Az utak két alapvető szerkezeti elemből állnak, az alépítményből, más szóval földműből, és a felépítményből, azaz útpályaszerkezetből. A **földmű** teherbírása, ellenállóképessége nagyban befolyásolja a pályaszerkezet élettartamát is, alapkövetelmény, hogy az alépítmény minősége statikailag megfelelő, környezetbarát, tartós és esztétikus legyen. A gazdaságosság szempontjait is figyelembe véve általában a helyszínen található talaj anyagából hozzák létre, mely a pálya és a hozzá kapcsolódó építmények helyeként szolgál. Töltésnek hívjuk, ha a terepszintből kiemelkedik, és bevágásnak, ha a talaj elszállítására kerül sor. Az alépítmény felső lehatárolását koronának hívjuk, ennek a közepén helyezkedik el az útpálya. A **felépítmény** célja, hogy a forgalom számára biztonságos közlekedést szolgálja. A burkolatfelület kialakításánál oda kell figyelni a megfelelő anyagösszetételre, hogy az ellenálljon a járműterhelés okozta feszültségeknek és fokozatosan csökkenjenek az alakváltozások a szerkezet rétegein lefelé haladva, tehát a földművet már csak kis mértékben terheljük.



3. ábra: Utak szerkezeti elemei

A földmű felületére húzott réteget hívjuk alsó alaprétegnek, mely általában kötőanyag nélküli szemcsés anyag, vagy soványbeton, melynek lényege, hogy ne legyen víz-, és fagyérzékeny, valamint megfelelő legyen a teherbírása és ne keletkezzenek után-tömörödések benne. Ennek a beépítési folyamata úgy zajlik, hogy a tervnek megfelelő

szinten a geodéták magassági karókat helyeznek el pár méterenként. Ezeknek a kitűzött karóknak a tetejére drótot helyeznek el, melyet az útépítő munkagép ultrahangos szenzor segítségével lekövet, és ezen a szinten beépítésre kerül az alapréteg. Ezt a munkamenetet nevezik “zászlózásnak”.

Az alaprétegre húzzák a burkolatalapot, aminek a vastagsága függ a tervezett forgalom nagyságától, az élettartamtól és a földmű teherbírasi minőségétől. Ennek is van egy alaprétege, egy kötőrétege és egy kopórétege. A burkolat legfelső rétege a kopóréteg, amivel közvetlenül érintkezik az autók kereke. Ennek érdessége és egyenletessége nagyban befolyásolja a menetbiztonságot. Anyaga általában aszfalt, ami a legköltségesebb a rétegek közül, de a tengelyterhelésnek, abroncsnyomásnak, közlekedési sebességnek ez a réteg van a legjobban kitéve, ezért nagyon fontos a megfelelő anyag használata.[10]

2.2. BIM modell

Valójában mi is az a BIM és mire használják a mérnökök? A Building Information Modelling vagy Building Information Management rövidítése, mely az információ gyűjtésének és megjelenítésének folyamatát jelenti. A szoftver alapú módszer az építészek, mérnökök, kivitelezők, fejlesztők számára hasznos igazán, ugyanis a tervezett építményről 3D-ben egy rendkívül részletes és pontos képet ad, amiben minden építési folyamat megtervezhető és ellenőrizhető, és ezt a kivitelezés folyamatában minden résztvevő értelmezni tudja. Olyan nagy projektek során használják, amelyek magas szintű tervbiztonságot és átlátható kezelést igényelnek. Ez az intelligens modell integrálja a több szakterületet érintő adatokat és végeredményként megjelenik a tervezett objektum életciklusa is, így a tervezéstől a megvalósuláson át az üzemeltetésig modellezhető a létesítmény. Továbbá a kivitelezés során felmerülő esetleges szerkezeti, kivitelezési hibákat is képes kiszűrni, így időt és pénzt takarít meg az átdolgozás, újratervezés kiküszöbölésével. A tervezőcsapatok, kivitelezők, üzemeltetők és tulajdonosok együttműködését teszi lehetővé a felhő alapú, megosztható virtuális környezettel. A projekt elejétől kezdve a tanulmányterv készítésében is érdemes a BIM modellt használni. A településszerkezeti előírásokat, környezetvédelmi, vízelvezetési, közműterveket mind képes együtt kezelni, így nincs szem elől tévesztve egyetlen folyamat sem. Akár a

meglévő természeti környezet is kombinálható a létesíteni kívánt építmény terveivel, valamint az építési fázis logisztikája megosztható a kivitelezési vállalkozókkal és optimalizálható a fázisok építésének időzítése, mely növeli a hatékonyságot. Az elkészült létesítmény későbbi felújítása, fejlesztése, bővítése vagy esetleges elbontása során is felhasználhatók a BIM adatok.[11]

Az infrastrukturális projektek manapság egyre összetettebbé válnak. A BIM bevezetése megkönnyíti a projektcsapatok együttműködését, ez nagyban hozzájárul a hibák csökkentéséhez, a költségek kiszámíthatóságának növeléséhez és a folyamat megértésének javításához. A közművek elhelyezése, a csatornák, a vízelvezetés, az anyaghasználat, a műszaki előírások és a költségvetés a BIM által egy programban válik kezelhetővé, így a projekt átláthatóbbá válik.

Az ENSZ szerint 2050-re a világ népessége 9,7 milliárd lesz. A globális AEC-iparnak intelligensebb, hatékonyabb tervezési és építési módokat kell keresnie, nem csak azért, hogy lépést tarthasson a globális kereslettel, hanem azért is, hogy elősegítse az intelligensebb és rugalmasabb terek létrehozását. A BIM nemcsak abban segít, hogy a tervezői és kivitelezői csapatok hatékonyabban dolgozhassanak, hanem lehetővé teszi számukra a folyamat során létrehozott adatok rögzítését az üzemeltetési és karbantartási tevékenységek javára. Ez az oka annak, hogy a BIM használók köre világszerte növekszik.[12]

A BIM legfontosabb előnye, hogy a tervezési és megvalósulási változatok a 3D épületmodellben már a projekt nagyon korai szakaszában szimulálhatók. Ez segíti a projekt résztvevőit abban, hogy lássák, hol, mikor, miért és milyen költségekkel merülhetnek fel illesztési problémák – az épület tervezési fázisában, valamint az azt követő kivitelezés során.

Az útépítés során is rengeteg kritériumnak kell megfelelni. A BIM az összes előzetes tervet, beleértve az utak, a hidak, a csapadékelvezetés, az elektromos vezetékek terveit, a tájépítészeti, a geotechnikai és a földmérési terveket, valamint a környezeti és hatástanulmányokat is tudja kezelni. Ezáltal egy átlátható, mindenre kiterjedő képet kapunk már a kivitelezés megkezdése előtt és már az előkészítő fázisban 10 %-os költség

pontosságot kapunk. Az építkezés előtt kiderülhetnek az esetleges ellentmondások és így javításra is kerülhetnek plusz költség, vagy a munkafolyamat leállítása, a szakasz visszabontása nélkül. A BIM legnagyobb előnye az, hogy az egész projekt folyamán segíti a kommunikációt az ügyfelek, a projekt érintettjei és a projektben résztvevő kollégák között. Az adatok széles skáláját lehet a modellbe importálni, akár meglévő adatbázisokat, földmérési felméréseket, melynek eredményeként egy egyesített adatmodellt kapunk, amit az összes résztvevő használni tud. Ez sok időt igénybe vehet, azonban, ha minden információ kezelésre kerül a modellben, könnyebb és gyorsabb már maga a tervezés folyamata is. Az út nyomvonalának elhelyezése, vizsgálata, a terepviszonyok 3D modellezése az Infrakit szoftver használatával gyorsan zajlik.[13]

2.2.1 BIM hazai helyzete

Magyarország sem tétlenkedett az elmúlt évek során az új 3D modell megismerését és népszerűsítését illetően. A Lechner tudásközpont 2017-ben indította el pályázatát, amelynek keretein belül fiatal építészek kaptak hét hónapos intenzív képzést. Ezen kurzusok során bepillantást nyerhettek az építésügy korszerűsítését célzó törekvésekbe, megismerhették a legfejlettebb és modernebb térinformatikai módszereket és elsajátíthatták az okosváros gondolkodásmódját. Ezt követően a felsőoktatási intézményekben oktatják a megszerzett és továbbfejlesztett ismereteiket az alapképzésben résztvevő építész hallgatóknak.

2018-ban megjelent első kiadásban a Lechner általi kutatások alapján megírt BIM-kézikönyv, ami a BIM egységes értelmezését szolgálja a hazai építőiparban. Az új modell felhasználási területeit és alapfogalmait tartalmazó kézikönyv második, bővített kiadása 2019-ben került ki. Ezek a kézikönyvek mindenki számára elérhetők az interneten keresztül is. A második kiadás a BIM-et használó partnerek bevonásával készült el, ezáltal a kidolgozott módszertanok minden esetben tesztelésre kerültek és csak utána kerültek a kézikönyvbe ajánlásként. Ezeken felül elindították a BIM-köz-PONT nevezetű weboldalt is, ahol naprakész információk és a legújabb trendek kerülnek bemutatásra, valamint számos előadást tartanak szakmai konferenciákon a Lechner tudásközpont kollégái. Az Európai Szabványügyi Bizottsággal (CEN/TC 442) is szoros kapcsolatot tartanak, így biztosítják a szabványok folyamatos közlését és részt is vesznek azok

megalkotásában. A *KÖFOP-1.0.0-VEKOP-15-2016-00037* „3D alapú adat infrastruktúra kialakítása” és a *KÖFOP-1.0.0-VEKOP-15-2016-00038* „E-építés keretrendszer”[14] projektek keretein belül fejlesztésre kerülnek az építésügyi térinformatikai alkalmazások. A Lechner Tudásközpont tagjai fontosnak tartják a nemzetközi gyakorlatok és technológiák vizsgálatát, így többek között azok bevonásával kerül fejlesztésre a hazai GIS és BIM területe is.

A BIM követelményrendszerének kidolgozása során számos szempontot kell figyelembe venni, mint például a célspecifikus felhasználhatóságot, a jogszabályoknak való megfelelést, a környező kereskedelmi termékek integrálhatóságát, stb. Az információcsere folyamata nyílt forráskódú, szoftverfüggetlen fájlformátumra lett meghatározva, ami az IFC (Industry Foundation Classes). Ezzel megfelel a nemzetközi építésügyi adatszolgáltatás platformfüggetlen követelményeinek és irányzatainak. Napi feladatok közé tartozik a jogszabályok figyelése és az annak megfelelő fejlesztések kivitelezése, tesztelése, valamint azt is vizsgálják, hogy milyen jogszabály módosítási javaslatokra van szükség annak érdekében, hogy nagyobb mértékben kerüljenek automatizálásra az építésügyi hatósági ellenőrzési folyamatok. Ez előmozdíthatja a BIM modell használatának elterjedését már a tervezési fázisban is.[15]

3. AUTOMATIZÁLT ÚTBURKOLÓ FINISHER ÉS FELSZERELÉSE

A Colas Hungáriának jelenleg 5 útburkoló finishere van, amiből kettőn teljesen elkészült az gépvezérlő rendszer telepítése, kalibrálása és használatban is van. Azonban vezérlő felszerelés csak egy van a cég tulajdonában, így egyszerre csak egy területen tudják használni az automatizált rendszert. Ennek köszönhetően lassabban tudnak haladni az eltérő helyszínen lévő munkálatokkal. A 83-as út mellett a 260 számú főút egy szakaszán is ezt a technikát használták, valamint a kecskeméti Mercedes gyár területén is dolgoznak. További három finisheren zajlanak a beüzemelések, kalibrálások, míg az utolsó két aszfaltterítő gépre a vásárlás folyamata alatt tart a beruházás.

Jelen esetben a gépvezérlési rendszer, mely a Leica iPA3 és Vögele-3i Navitronic Plus nevet kapták 3 nagyobb egységre osztható:

- Az első egységhez tartoznak a gépre fixen telepíthető és a géphez tartozó, de több munkagép között dinamikusan cserélhető elemek.
- A második egységek közé sorolható a gépen kívüli, földi tartozékok.
- Végül a harmadik egy adat konverziós, előkészítő, importáló szoftver.[16]

3.1. A munkagép

Amire van szükségünk egy automatizált útburkoló finisher rendszerhez ebben a fejezetben kerül bemutatásra. Az első és legfontosabb felszerelés maga a munkagép. Gyakorlatilag az összes gyártó által forgalmazott gép felszerelhető vezérlő rendszerrel, de a vezérlés teljes spektruma, azaz az automata kormányzás, automata pad oldalnyitás és automata magasság- és lejtés vezérlés csak a Vögele gépekre elérhető, míg más márkák esetében a padnak csak a magassága és lejtése automatizálható. Emiatt Magyarországon, a legelterjedtebb 3D vezérelt rendszerrel ellátott munkagép a Vögele, ezen márkán belül is az ún. 3-as géptípus. Ezekre a rendszerekre egy gyors, Plug & Play művelettel telepíthető a Leica iPA3 rendszer, majd a használt konfiguráció függvényében elérhetővé válnak a fent említett vezérlési dimenziók. Az alábbi ábrán láthatjuk, hogy a Vögele X-3

szériájú gépek, milyen előkészítettségi szinten, mely vezérlést tesznek lehetővé. A legszélesebb skálával a Navitronic Plus rendszer rendelkezik.

	Control: grade and slope	Control: the screed's position	Control: the paver's direction of motion
Niveltronic Plus 3D	✓		
Navitronic Basic	✓	✓	
Navitronic Plus	✓	✓	✓

4. ábra: Különbféle szoftveres szinten változik a vezérlés dimenziója is

A finisher rendszerek felépítése a következő eszközökből áll, amiket a terítőgépre telepítenek:

7. a Leica vezérlőpanel és a mérőállomások közötti kommunikációért bluetooth protokollon működő CR30S rádió felel
8. a gyors csatlakozást az MDS20 Docking Station, a Leica panel "hordozója" teszi lehetővé
9. MCP80 panel, a felhasználó ezen a képernyőn dolgozik
10. MJB1305 Junction Box egy kommunikációs csomópont. Az áramellátásért és a géppel való kommunikációért felelős kábelek ide csatlakoznak.
11. MPR122 körprizma, mely(ek)re a mérőállomás(ok) folyamatos mérést végeznek, ebből számítva majd ki a pad pontos pozícióját.

További megoldástól függő, opcionális elemek:

12. a GNSS műholdak által sugárzott jelet a CGA60 passzív GNSS antenna továbbítja a feldolgozó egység felé
13. iCG80 GNSS vevő feladata a passzív antennától kapott jelből és a bázistól kapott korrekcióból számítani a pad pontos pozícióját, majd továbbítani a vezérlőpanel felé.
14. CA12-CA22 antenna, az esetleges bázis állomással való kapcsolatot biztosítja.

Ezekén felül telepítésre kerülnek a kommunikációban résztvevő kábelek is és a prizmákat tartó oszlopok (mast-ok) és a hozzájuk tartozó foglalatok is.



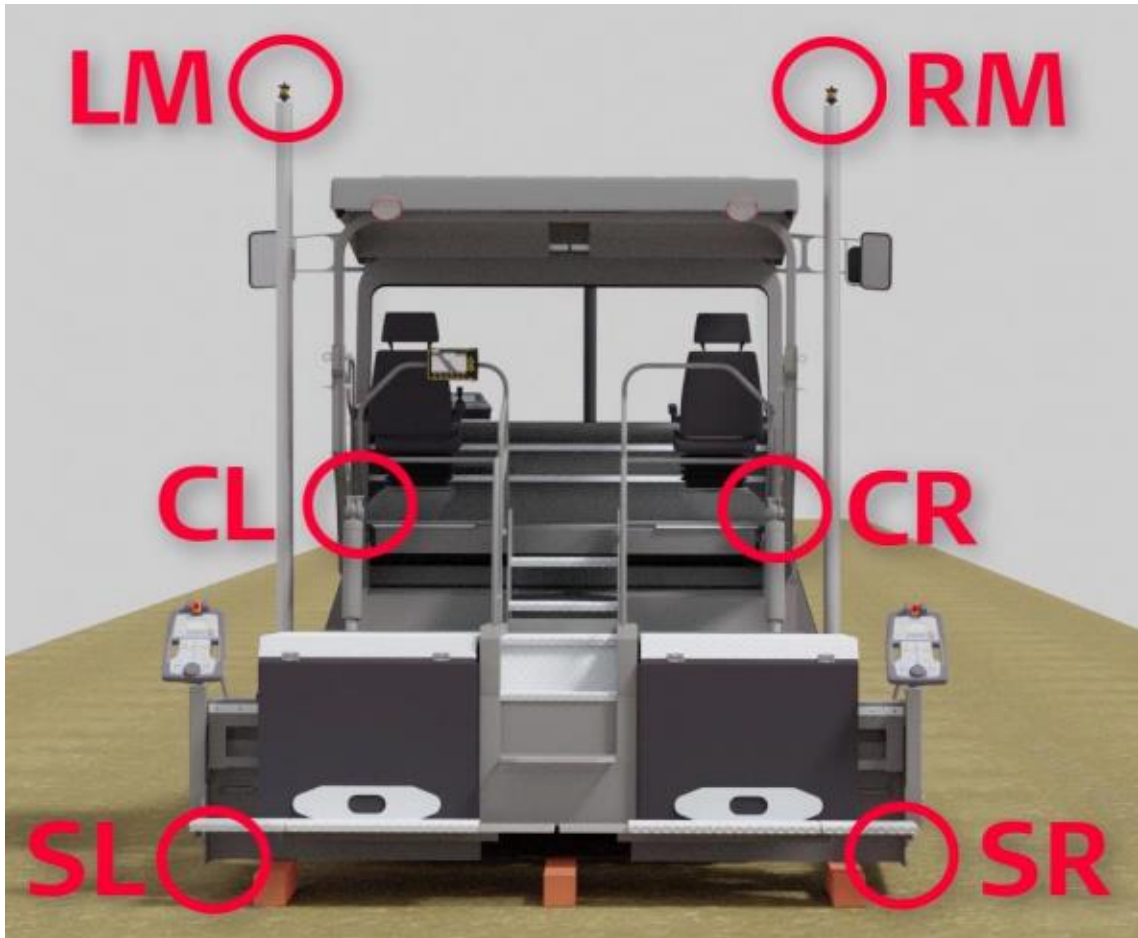
5. ábra: Finisher rendszer felépítésének fő elemei

3.2. Gép kalibrálása

Miután a rendszer telepítése megtörtént, kalibrálni kell a gépet. A terepi kalibrálást ajánlott minden új munkaterületen az első beépítés előtt elvégezni, ill. több réteg aszfaltnál, minden újabb réteg megkezdése előtt is. Erre a nagy pontosság elérése miatt van szükség, hiszen az aszfalt terítésénél nagy felületeken pár mm többlet anyag is komoly költségeket jelenthet. Ez a munkafolyamat gyakorlott kéznek nagyjából 20 perc alatt elvégezhető, és a kalibráció mikéntje nagyon könnyen elsajátítható. Lépései a következők:

Elsőként az aszfaltozó gépet szilárd, lehetőleg vízszintes talajra kell állítani. A gép padját egy vízmérték segítségével kereszt-, és hosszirányban is vízszintesre állítjuk, valamint a prizmatartó árbocokat, azaz a mast-okat függőlegesbe. A kalibrációs eljárást először a

vezérlőpanelen kell elindítani, majd az aktív mérőállomáson kerül folytatásra a amit a szoftver automatikusan végez el. A kalibrációs varázslót követve a gép 6 pontja kerül megmérésre. Legvégül a megfelelő szenzorokat nullázásával készen is van a kalibrálási folyamat. A kialakítandó felület 3D-s rajzának feltöltését követően ezennel el is kezdődhet a munkavégzés a helyszínen.



6. ábra: A kalibrálási folyamat során megmért 6 pont.

3.3. A rendszer működése és annak különböző verziói

Minden Leica Geosystems által forgalmazott 3D gépvezérlő rendszernek szüksége van egy referenciamodellre, azaz a kialakítandó felület 3D-s rajzára. Ez alól nem képeznek kivételt sem a földmunkagépek, sem a maró gépek, továbbá az aszfalt és beton finiserek sem. Ezt a modellt a tervező vagy geodéta készíti el, az adott munka ismeretében. Lehet háromszöghálós térmodell, de a nagy precíziót igénylő munkáknál, mint az aszfaltozás vagy marás, a Leica Geosystems a vonalas, úgynevezett .geo, .l3d .lmd (háromdimenziós

állományok fájlkiterjesztései) állományokat preferálja. Ezeket könnyedén előállítjuk, a tervi (.dwg) állományból, az Leica iCON Office nevű szoftverrel.



7. ábra: A panel munka közben

A rendszer használatával a finisherek képesek az automata magasság és legtöbb esetben az automata kormányzás és pad oldalnyitás vezérlésére is. A munkagép telepítését és kalibrálását követően a rendszer kiszámítja a saját jellegzetes pontjainak koordinátáit, köztük a pad sarkait is, ami számunkra a legfontosabb információ. A Leica gépvezérlő rendszer a pad magasságát képes vezérelni, a szintező munkahengerek nyitásával vagy zárásával, a pad úgynevezett “támadási szögének” változtatásával. Tehát a panelen, csak a külpontosság mértékét szükséges szabályozni a tervi adat és a pad aktuális pozíciója között. Mivel a pad úszik az anyagon, ezért ez a művelet jóval összetettebb, mint egy gréder vagy dózer tolólapjának a mozgatása, a rendszer nem azonnal állítja be a pad magasságát, hanem 5-6 padhossz megtétele után kerül az elérni kívánt magassági szintre. Ezen felül az aszfalt esetében a terítési minőség számos összetevőtől függ. Ilyen például az anyag hőfoka, összetétele vagy a környezet hőmérséklete és akár 2 kocsis aszfaltban is jelentős lehet a különbség.

A rendszer automatizálása többféle módszer alapján megtörténhet, lássuk a lehetséges megoldásokat.

1. Egy mérőállomásos – Egy árbocos (Single mast) megoldás:

Ebben az esetben a finisert egy árboccal és azon egy 360°-os prizmával (MPR122) szereljük fel, természetesen ennek helyzete változtatható. A munkaterületen kihelyezett mérőállomás a tájékozást követően folyamatosan méri a mozgó prizmát, melynek pozícióját Bluetooth kapcsolaton át küldi a gépen elhelyezkedő panelnek. A munkagép magassági értéket a prizmával felszerelt oldalán a mérőállomással mért adatból számítja, míg a másik oldalon az érték meghatározásáért a 2D érzékelő, azaz a keresztdőlés szenzor a felelős. Ezzel a konfigurációval maximum 6 m-es padszélességig dolgozhatunk, mivel ezen méretig tekintjük megbízhatónak a keresztdőlés szenzor mérési pontosságát. Egy mérőállomást használva, csak az automata magasság állítás és automata oldalnyitás kivitelezhető, viszont a kormányzásért a gépkezelő felel, ellentétben a 2 mérőállomásos rendszerrel. Hatékony megoldás lehet kis szélességű utakon, ahol az esetleges eltérések a tervezett és létrejött felület között könnyedén korrigálható.

2. Két mérőállomásos - Két árbocos (dual mast) megoldás:

A finiserre két árbóc, azokra pedig egy-egy MPR122 prizma kerül elhelyezésre és mint az előző esetben itt is mindegyik prizmát követi egy-egy robot mérőállomás és folyamatosan küldi a pozícionálási adatot a panelnek. Ilyenkor nem a gép keresztdőlés szenzora számolja a pozícionáláshoz szükséges értékeket, hanem a prizmák helyzetéből számítja a szoftver a távolságot a pad sarkokig. Amennyiben túl nagy eltérést tapasztalunk a tervezett és megvalósult felületek között, a panelon könnyedén állíthatunk a külpontosság mértékén, ezzel korrigálva a pad távolságát a létrejött felülettől. A forgalomba került automatizált útburkoló rendszerek 80 %-ban két árbocos, mérőállomás vezérelte technológiával vannak felszerelve. Ennek oka az, hogy a munkagép teljes vezérlését lehetővé teszi, valamint a nagy pontosság kivitelezése a leghatékonyabban a két mérőállomással mért magassági adatból érhető el.



8. ábra: Egy mérőállomásos megoldás



9. ábra: Két mérőállomásos megoldás

3. 1UP megoldás:

Ez a konfiguráció azonos az egy mérőállomásos – single mast rendszerrel, GPS-szel kiegészítve. A Leica iCON kínálta 1UP konfigurációs megoldást használva, a prizmák fölé kerül 1-1 CGA60 GNSS antenna is, ezek viszont nem kapcsolódnak bázis állomáshoz. Ezen megoldás lényege az, hogy egy mérőállomás folyamatosan méri az egyik prizma pozícióját és a gép irányát, azonban a gép kormányzását a két GPS vevő segítségével számított adat adja. 1UP használatakor a GPS pontossága körülbelül 4 m, tehát önállóan nem képes vezérelni, de az egy mérőállomásos megoldással a következő szabályok betartásával növeli a hatékonyságot. A munka megkezdése előtt végre kell hajtani az ún. 1UP kalibrációt, amikor is a már letájékozott mérőállomással megmérjük a két prizma helyzetét. Ezek után a két GNSS antenna az egymáshoz viszonyított helyzetét mm-re meghatározza és mivel ismeri az egyik prizma koordinátáit, ezért pontosan meg tudja adni a gép irányát és a pad oldalnyitását is, míg a magassági vezérlést az egyik oldalon a prizmára mérő mérőállomás adja, másik oldalon a gép dőlés szenzora. Mivel a magassági kontrollt csak egy árbócra tudjuk állítani, ezért ebben az esetben is maximum 6 m-es padszélességig tudunk dolgozni. Ez a megoldás az olyan munkaterületeken hasznos, ahol sok az íves szakasz, tehát nem ismerjük a gép irányát, hiszen csak egy prizmára van mérési adatunk. Mindemellett a gépkezelőket is tehermentesíti, hiszen a magassági vezérlés mellett már a kormányzást és az automata pad oldalnyitást is a Leica rendszerre bízhatjuk.

4. GNSS megoldás:

Ennél a megoldásnál a prizmákra csak a kalibrálás ideje alatt van szükség. Az árbócokra 1-1 CGA60 GNSS antenna felszerelése történik meg, majd ezek a hozzájuk kapcsolt iCG82-n és rádió antennán (CA22-CA12) keresztül kapcsolódnak egy bázis állomáshoz. A bázis állomás folyamatos korrekciót küld a gépnek, ugyanúgy, mint egy GPS vezérelt földmunkagép esetében, ezzel garantálva a folyamatos és megbízható GNSS minőséget. Itt a 1UP konfigurációs módszerrel ellentétben, nincs szükség mérőállomásra (kivéve amikor a gép kalibrálását és az ellenőrzést végezzük), emiatt a magassági adatok is a 2D rendszerből, azaz a gép szenzorokból kerülnek ki. Ugyanakkor, ebben az esetben már tudunk 6 m-es padszélesség felett is dolgozni és a mérőállomásokkal sem kell folyamatosan átállni, amivel időt spórolunk meg (kivétel az ellenőrző eszköz). A gép kormányzásáért, ill. pad nyitásáért a GPS felel. Kimondottan hasznos megoldás, ha már gépvezérléssel beépített rétegre húzzuk a következő réteget, így a 2D és 3D szenzorok kombinációjával minden műveletet a gépre bízhatunk.[17]



10. ábra: 1UP megoldás



11. ábra: GNSS megoldás

3.4. A létrehozott felület ellenőrzése

A munkagép által létrehozott felületet folyamatosan ellenőrizni kell és szükség esetén módosítani a finisheren elhelyezett panelen a megfelelő értékeket. Ez az érték elsősorban a magasságért, másod- és harmad sorban pedig a pad oldalnyitása és a gép kormányzásáért lehet felelős. Az ellenőrzéshez szükség van

- egy a gép által használt rendszerben letájékozott mérőállomásra, amely mindig a gép mögé tud irányozni és egy mozgó prizmát tud követni és mérni,

- egy CC80 terepi tabletre, út modullal,
- egy prizmatotra és egy MPR122 Leica körprizmára (erre van ráerősítve a CC80 tablet)
- valamint ugyanazon modellre, amiből a gép is dolgozik.

A prizmat hordozó ember folyamatosan mozog a gép mögött, aki lehetőség szerint minél gyorsabban és a padhoz minél közelebb ellenőrzi a szintet, hogy a gép által létrehozott felület és a tervi modell közötti eltérés a nullához konvergál-e. A cél az, hogy ez az érték minél közelebb kerüljön a nullához és amennyiben eltérést lát, úgy állítania kell a magassági eltoláson a finisher padjára felszerelt Leica panelen. Ez a prizmával vezérelt oldalon a gépnek mm-es léptékekkel megtehető, míg az esetlegesen dőlésszenzorral mért oldalon %-ban kell megadni a dőlés korrekciót. Mint már említettük, ez a beállítás nem fog azonnal megjelenni a kész felületen, meg kell várni az 5-6 padhosszt, mire a pad „rá tud úszni” a kívánt szintre.

4. A 3D MODELL KÉSZÍTÉSÉNEK FOLYAMATA

Az építkezés első lépéseként a megrendelő megbíz egy tervező csapatot a létesítendő építmény terveinek elkészítésére, mely alapján pályázat kiírást készítenek. Természetesen az állami, vagy nagy beruházásokra készül ilyen fajta kiírás, nem minden esetben ez a követendő. Kivitelezők árajánlatokat írnak a meghirdetett pályázati kiírásra saját költségvetésük, tudásuk alapján. A pályázó cégek közül választ a beruházó az adott feladat elvégzésére olyan kivitelező csapatot, aki az igényeknek megfelelő időn belül képes elvégezni a munkát a projektre szánt költségvetés keretein belüli összegből. A Colas Hungária jelen esetben az új nyomvonalon épülő M83-as autópálya aszfaltozásának 6 km-es szakaszát végzi el, amihez a szintvezérelt útburkoló finisherrel terítik a Ckt betonréteget az akadálymentes szakaszokon. A hidakon, körforgalmakban a pályaszerkezet rétegeit hagyományos módszerrel terítik.

A Colas Út végzi a mintegy 6 km hosszú szakasz kivitelezését a projekt Győr felőli végén, feladataik közé tartozik:	Megrendelő: NIF Zrt.
a főpálya megépítésén túl,	Kezdés: 2021.09.01.
egy különbszintű csomópont kivitelezése a 8418. jelű főút érintett korrekciójával együtt,	Befejezés: 2022.12.31.
valamint a Colas Hungária által kivitelezett Koroncói csomóponti híd és a Sósos-ér feletti híd megépítése is.	Helyszín: Győr-Pápa
Jelenleg a 83-as főút egy rendkívül balesetveszélyes, leromlott állapotú, és rossz nyomvonalevezetésű út. A fejlesztés célja, hogy új	Hossz: 6,2 km
nyomvonalon biztonságos, 2x2 sávos 110 km/h-ás megengedett sebességgel közlekedhető főút épüljön ki Győr és Pápa között.	Szelvény: 62+460-66+350
Fotók: magyarepitok.hu	Aszfalt: 57808 t
	Földmunka: 81000 köbméter
	Műtárgyak száma: 15

12. ábra: M83 autópálya Colas Hungária

Az M83. számú gyorsforgalmi autópálya kivitelezésének célja Győr és Pápa új nyomvonalon történő összekötése. Gyors és biztonságos közlekedést tesz lehetővé, a környező települések autópályaforgalmának csökkentésével, valamint Észak-Veszprém megye bekötésére kerül az ország gyorsforgalmi úthálózatába. A szakasz 36 km hosszán 2x2 sávos leállósáv nélküli autópálynak készül a NIF Nemzeti Infrastruktúra Fejlesztő Zrt. beruházásában. A generálkivitelezést Pápa és Tét közötti szakaszon a Duna Aszfalt Zrt, Tét és Győr között pedig a Soltút Kft végzi, a tanulmány-, kiviteli- és engedélyes terveket a FŐVÁM Zrt. készítette.[18]



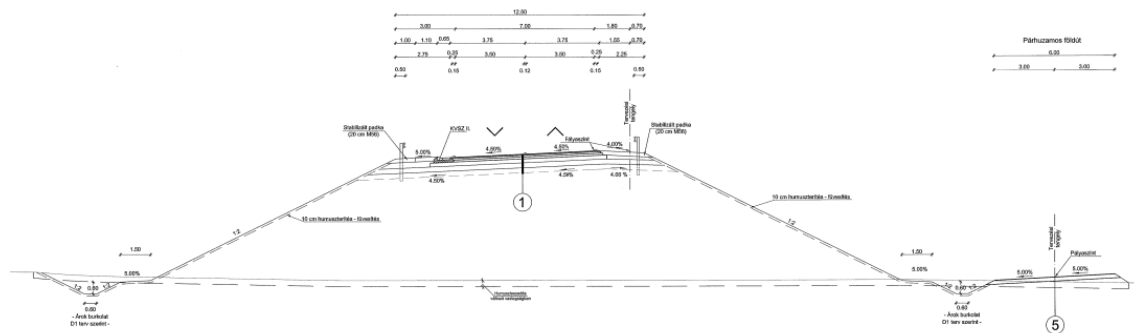
13. ábra: M83-as út

4.1. Modelltervezés

A BIM modell elkészítése a tervezőktől kapott pdf-ek és dwg állományokból indul ki. A tervező feladata a geotechnikai adottságoknak és műszaki paramétereknek megfelelő nyomvonal tervezése, a közművek, vízelvezetési engedélyek, környezetvédelem és esztétika figyelembe vétele mellett. Míg a modellező csapat feladata olyan formátum létrehozása, amit a kivitelezők meg tudnak valósítani a helyszínen. A tervezők a kivitelező csapatokhoz képest lemaradva kezdik el alkalmazni a BIM-et, mert az ilyen technológiák többletinformációkat is kezelnek, aminek a kifizetése a tervezési szakaszban még nem történik meg. A legnagyobb megtérülést a létesítmény kivitelezésekor és

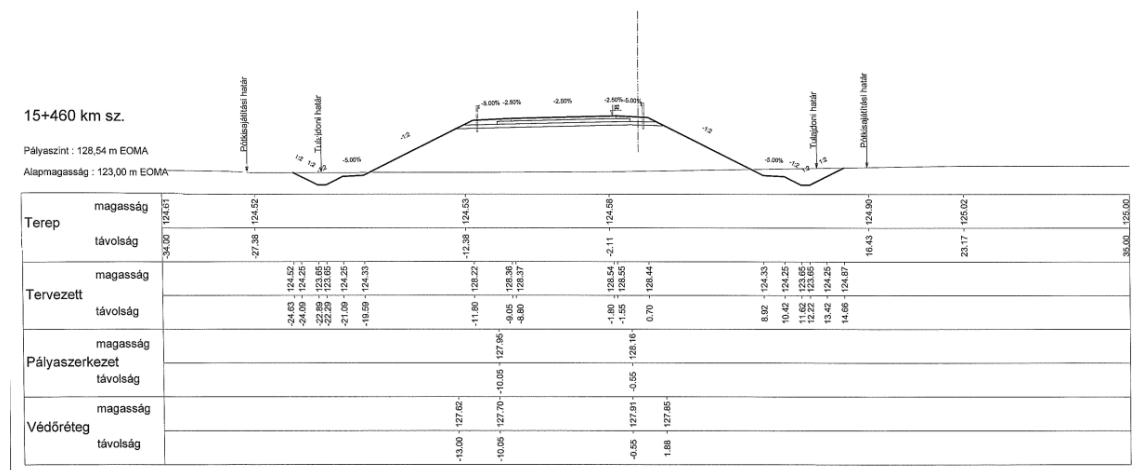
karbantartásakor nyújtja, habár a munkafolyamatok előrehaladtával a módosítások több időbe és energiába kerülnek ezért célszerű lenne a BIM-et már a tervezés első fázisától alkalmazni.[19]

Esetünkben a tervezőtől kapott pdf állományokból (helyszínrajz, hossz-, és keresztmetszvények) kell kiindulni, amennyiben nem egyezik a dwg állománnyal, akkor a pdf adatait vesszük mérvadónak.

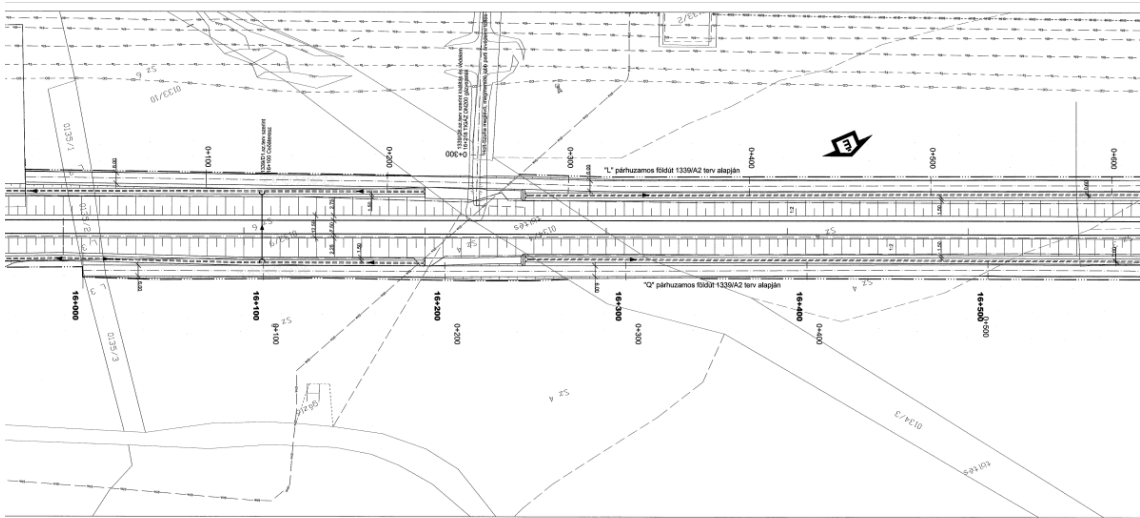


14. ábra: Engedélyezési és kiviteli terv részlet, mintakeresztmetszvény

A fenti mintakeresztmetszvény az úttengelyre merőleges sík és a terep, valamint az úttest metszésvonalát jeleníti meg. Ennek részletesebb verzióján látható az egyes rétegek magassága és távolsága is. Ezen keresztmetszvények magassági adatait ellenőrizni kell a dwg fájlban lévő magassági adatokkal. Ezt a műveletet excel segítségével végezték el.

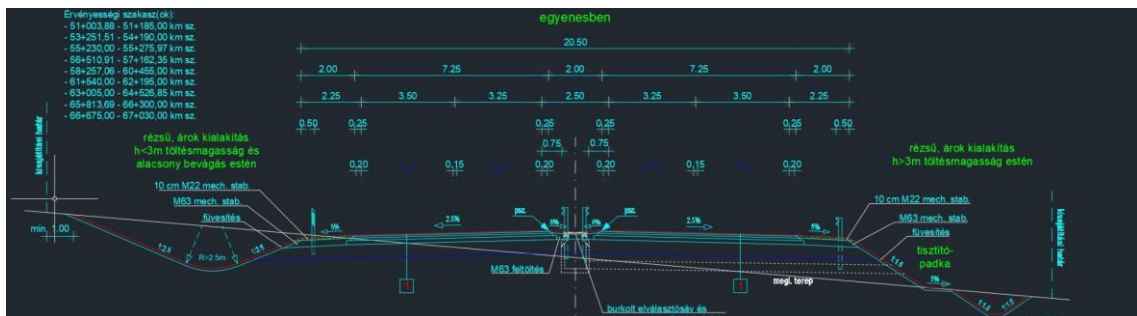


15. ábra: Részletes keresztmetszvény



16. ábra: Részletes helyszínrajz részlet

A 16. ábrán a tervezett út helyszínrajzának egy kivágatát láthatjuk, mely az út tengelyének vízszintes vetülete.[20] Ezek az adatok AutoCad Civil 3D programmal megnyitott dwg formátumai a következőképpen jelennek meg.

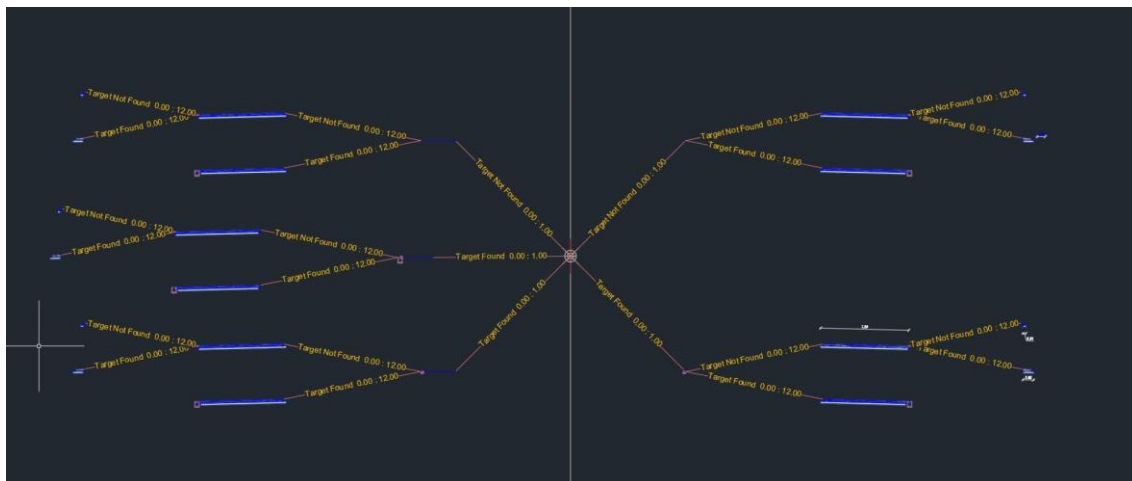


17. ábra: DWG állomány keresztmetszvény megjelenítés

Az imént bemutatott adatokból készül el a nyílt szakaszok 3D-s modellje, amelyből végül kinyerik az útburkoló finisher működéséhez szükséges vektor adatokat. A körforgalmak és hidak felépítményének alaprétegénél még nem alkalmazzák az automatizált módszert. A pályaszerkezet EOV helyes, magassági koordinátákat tartalmazó rétegek kerülnek modellezésre.

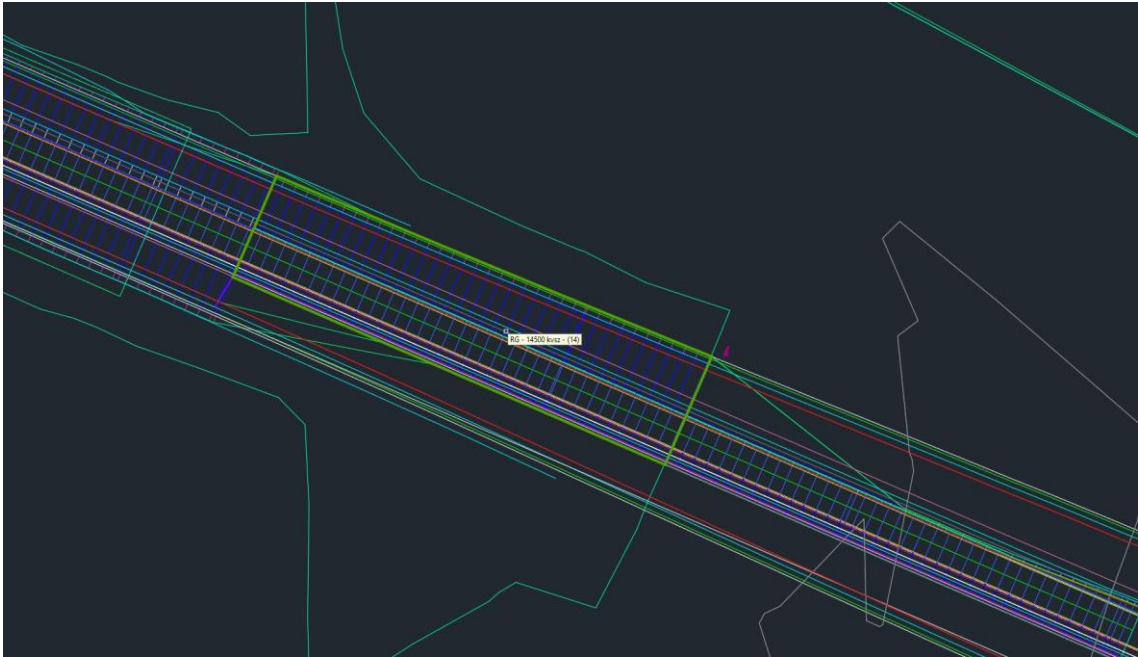
A Colas BIM csapata ezt a folyamatot amolyan feltételes alkotóelemmel - működése hasonló mint az excelben a ha függvény - oldotta meg. Azaz megadta a szoftvernek, hogyan építsen fel a meglévő adatokból egy háromdimenziós, rétegvastagságokkal ellátott modellt. Ha a sáv jobb szélén padka található, valamit tegyen a szoftver, ha nincs padka máshogy tervezze a rétegeket. Majd a sáv másik szélén is attól függően, hogy van-

e K-szegély, vagy folyóka, esetleg egyik sem, esetenként eltérő alkotóelemeket illesszen a modellbe. Amennyiben nincs szegély, k-szegély, padka, akkor lépcsőzetesen zárja le a sávot. Az alábbi ábrán ezt a bizonyos módszert láthatjuk.



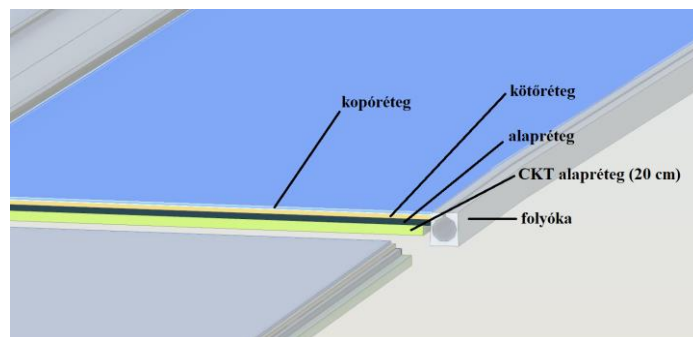
18. ábra: 3D modell készítése során alkalmazott “HA függvény”

A módszer logikai háttere is nagyon fontos és ismerni kell a kivitelezési szakasz időrendi sorrendjét is, hiszen a modellnek működnie kell a helyszínen. Úgy szükséges megírni az összefüggéseket, hogy a finisher a már előre megépített elemeket ne rombolja, mozgítsa el a helyéről az működés során. A munkafolyamatban a padkák, folyókák elhelyezése például előbb megtörténik a helyszínen, mint a ckt réteg felvitele a földműre és annak érdekében, hogy az aszfaltozó gép ne túrja el azt, a modellben az említett réteg és a folyóka között elegendő rést hagynak. A teljes útszakaszt kisebb, pár méteres részekre kell osztani attól függően, hogy milyen elemek kerülnek beépítésre. Értelmszerűen külön szakaszokban kerülnek kezelésre az pályaszélesítések, padkák, vízfolyók, kanyarulatokat. Az alábbi ábrán zölddel kiemelve látható egy ilyen szakasz.



19. ábra: Kisebb szakaszok megjelenítése AutoCad-ben

Az utat merőlegesen metsző kék vonalak a finisher működéséhez szükséges vektorláncok szakaszait ábrázolják, amik 5-10 méter hosszúak.



20. ábra: A felépítmény rétegeinek ábrázolása

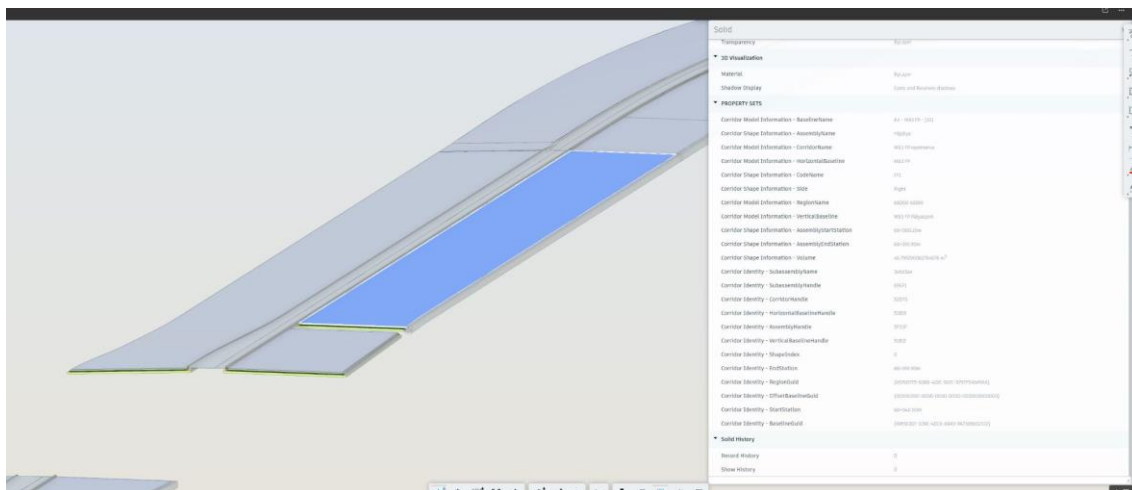
Az egyes rétegek magassága mindig az útszakasz terhelési osztályba sorolásától függ. Az osztályba sorolásnál a tervező az úthálózati szempontokat, és hierarchiát veszi figyelembe. A külterületi gyorsforgalmi utak esetében A, B, illetve C jelű osztályokat különböztetünk meg. Az A jelű osztály a korlátozások nélküli síkvidéket jelöli, a B a dombvidéket, végül a C a hegyvidéki viszonyokat jelenti. Továbbá függ a tervezési sebességtől és a forgalmi adatoktól is, általában 25 és 5 cm között mozog az egyes rétegek vastagsága. Természetesen az alsó alapréteg, ami közvetlenül érintkezik a földmű koronájával mindig a legvastagabb.

A 83-as gyorsforgalmi autópálya alaprétege 15 cm vastagságú Ckt, erre egy 9 cm és egy 7 cm rétegvastagságú AC-22 aszfalt kötőréteg lett tervezve, valamint 4 cm vastagságú aszfalt kopóréteget kap legfelülre.

A kész 3D-s modell koordinátáit, magassági vonalvezetését, túlemelések mértékét, oldalcsépeket ellenőrizni kell a pdf adatok alapján. Ebben a szakaszban fény derül az esetleges elírásokra, félreértelmezésekre, melyek a kivitelezés során többletköltséget jelenthetnek, ha nem kerülnek javításra. Ennek megoldására kigyűjtik a koordinátákat és magassági adatokat mind a dwg és pdf állományokból és egy Excel tábla segítségével eltéréseket keresnek. (következő ábra) Ha nem talált eltérést léphetünk a következő fázisra, azaz az adatok kiolvasására és a finisherbe való betáplálására alkalmas információk lekérésére.

4.2. Információk kigyűjtése

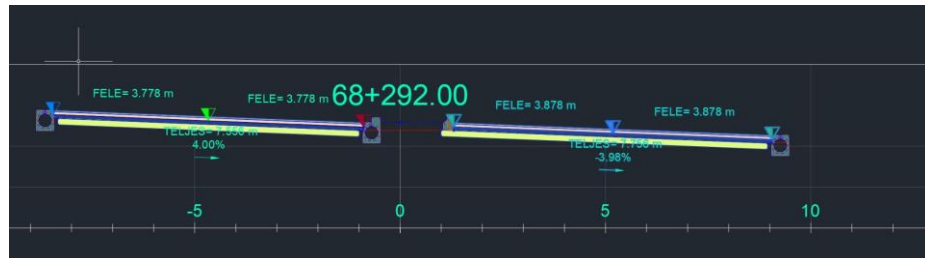
Az elkészült BIM modell alkalmas rengeteg információ lekérésére, ez természetesen függ a bevitt információ mennyiségétől is. A rétegek beépítéséhez szükséges anyagmennyiség kiszámítását egy gombnyomással megtudhatjuk, a szakaszok alapvonalának információi is könnyen megjeleníthetővé válik. Értem itt a szakasz hosszát, a kezdeti- és végkoordinátáit EOV helyesen, a pontok balti magasságát stb.



21. ábra: Információlekérés szemléltetése

A szintvezérelt finishernek nagyon egyszerű információkra van szüksége, aminek terjedelme kilobyte-os nagyságrendű. Tulajdonképpen három vektorlánc beolvasása

történik meg, még hozzá a terítendő réteg felső szintje, valamint a sáv jobb (vörös), közép (zöld) és bal (kék) széle. 5-10 méteres vektorokra kell bontani a szakaszokat, melyek láncot alkotnak.



22. ábra: A kiolvasandó vonallánc pontjai keresztmetszéyen

Ebben a munkafolyamatban is lehetnek hibák, amiket ki kell tudni szűrni és javítani szükséges. Az útkanyarulatoknál létrejöhet olyan hiba, hogy a két vonal az ív belső szakaszán fedi egymást, ami egy ellentétes irányú vektort eredményez, ezt a terítőgép nem tudja értelmezni. Ennek a problémának a kiszűrésére is van egy exceltáblás megoldása. Az ellenőrizendő szakasz X, Y, Z koordinátáit beépített algoritmus segítségével kiolvassuk a dwg állományból majd Excel segítségével megtalálhatjuk az esetlegesen kialakult metsző vonalak helyzetét. (23. ábra) Ennek orvoslása egészen egyszerűen annyiból áll, hogy kitöröljük az ellentétes irányú vektort és egy folyamatos irányú vonalat hozunk létre két pont összekötésével.



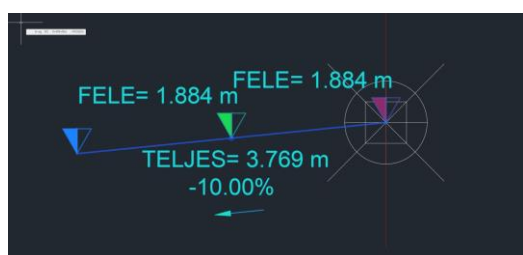
23. ábra: Metsző vonalak megjelenése a modellben

Ilyenkor az X vagy az Y koordináták növekményét vizsgáljuk, ha délről északra kell haladni, akkor a megfelelő érték a pozitív y koordináta növekmény, ha ezzel ellentétes értéket találunk ott hiba adódhat, amit a dwg állományban javítani kell.

	Color	Delta X	Delta Y	Delta Z	Start X	Start Y	Start Z
2	150	0.347	0.9379	0.0089	538298.75	249588.86	124.068
4	150	0.347	0.9379	0.009	538299.087	249589.798	124.677
5	150	0.347	0.9379	0.0091	538299.444	249590.736	124.686
6	150	0.347	0.9379	0.0088	538298.403	249587.822	124.659
7	150	0.346	0.9382	0.0075	538297.354	249585.078	124.636
8	150	0.346	0.9382	0.0075	538297.7	249586.016	124.644
9	150	0.3569	0.9676	0.0078	538298.046	249586.955	124.651
10	150	0.3631	0.9812	0.0096	538299.791	249591.674	124.695
11	150	0.3698	0.9961	0.0102	538301.546	249596.406	124.742
12	150	0.349	0.9375	0.0086	538301.916	249597.402	124.753
13	150	0.349	0.9377	0.0088	538302.265	249598.339	124.761
14	150	0.348	0.9377	0.0096	538301.198	249595.468	124.733
15	150	0.348	0.9377	0.0092	538300.154	249592.655	124.705
16	150	0.348	0.9377	0.0094	538300.502	249593.593	124.714
17	150	0.348	0.9377	0.0095	538300.85	249594.53	124.723
18	150	0.346	0.9382	0.0075	538297.008	249584.14	124.629
19	150	0.3442	0.9389	0.0089	538293.208	249573.793	124.532
20	150	0.3442	0.9389	0.0089	538293.552	249574.732	124.541
21	150	0.3442	0.9389	0.0089	538293.896	249575.671	124.55
22	242	0.6458	0.7635	-0.0439	538381.154	249705.566	122.892
23	242	0.6458	0.7635	-0.0424	538379.217	249703.276	123.02
24	242	0.6458	0.7635	-0.0429	538379.863	249704.039	122.978
25	242	0.6458	0.7635	-0.0434	538380.509	249704.803	122.935
26	150	0.3441	0.9389	0.0089	538294.241	249576.61	124.559
27	150	0.3451	0.9386	0.0089	538295.966	249581.309	124.603
28	150	0.3509	0.9542	0.0091	538296.311	249582.248	124.612

24. ábra: Hibaszűrés Excelben

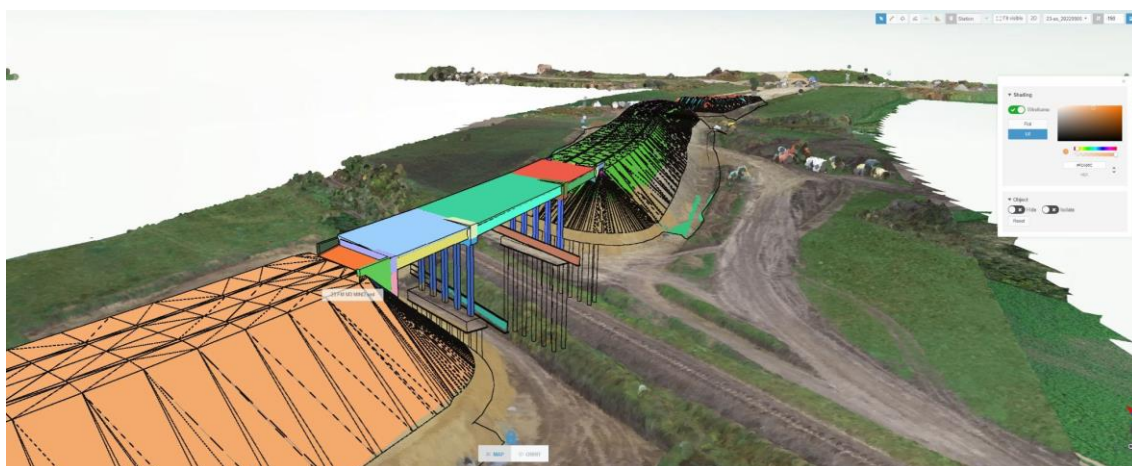
A háromdimenziós térmodell ellenőrzése után megkezdődik az alapréteg terítéséhez szükséges adatok konvertálása, amit a finishert vezénylő Leica Novatronic Plus szoftverbe be lehet olvasni. Mint már említettem az importálandó adat egész egyszerűen 3 “vonalból” áll. A terítendő ckt soványbeton réteg tetejének a szintjén lévő EOY koordináta helyes vektorlánc alapján dolgozik a terítőgép.



25. ábra: Vektorlánc dwg. állományban

Az út két szélén lévő vektorláncot nagyon egyszerűen lehet kijelölni, a középső (zöld) vonalat mindig a szakasz egyenlő két részre osztásával kapjuk meg. A beolvasandó állományokat a Leica iCON Office nevű szoftverrel konvertáljuk olyan fájlformátumba (dxf), amit kezelni és értelmezni tud a gépre telepített szoftver. A dxf. fájlformátum előnye abban rejlik, hogy nyílt forráskóddal rendelkezik, tehát biztosítja a rajz pontos és azonos megjelenést más tervező szoftverekben is.

A korábban 2.2 BIM modell fejezet végén említésre került Infrakit szoftver használata jelentené az igazi BIM-es adatkezelést. Ebben a szoftverben a tervező munkája, előzetes földmérési munkák, felmérések, korábbi adatbázisok kezelésre kerülnek. A Colas Hungária Zrt. munkatársa bepillantást biztosított ezen innovatív megoldás felületébe.



26. ábra: Infrakit szoftverben megjelenített épülő útmodell

5. AUTOMATIZÁLT FINISHER BEMUTATÁSA MUNKA KÖZBEN

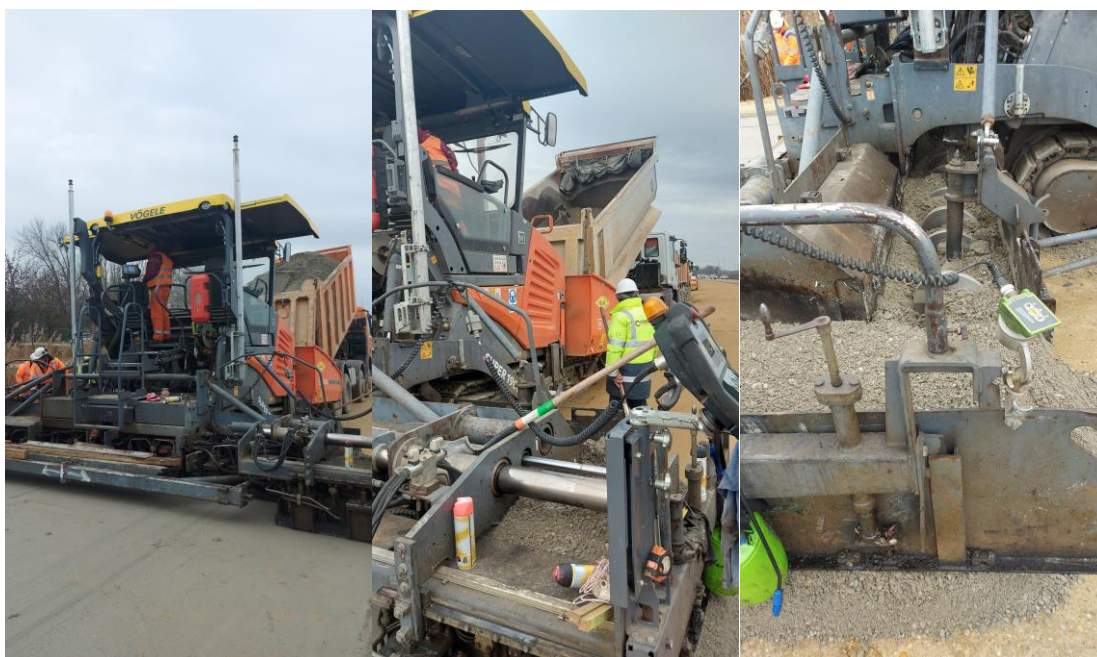
Volt alkalmam megtekinteni egy Leica iCON szoftverrel ellátott automatizált Vögele aszfaltozó gépet az M83-as gyorsforgalmi út jelenleg épülő szakaszán. A Győr, Ménfőcsanak, Malom utcai körforgalmától az Új élet utcai körforgalomig terjedő mintegy 900 m hosszú szakaszán.

A helyszínen találkoztam a Colas Hungária Zrt alkalmazottjával, aki a Leica iPA3 szoftver és a munkagép kalibrálásáért, működtetéséért és az egység szállításáért felel. Továbbá jelen volt a helyszíni alappont hálózat kialakításáért felelős földmérő alvállalkozó csapat, valamint az útépítő munkások. Az aznapra kitűzött 900 m-es szakaszt 8 óra alatt teljesítésre került a felmerülő problémák ellenére is. A korábban részletezett két mérőállomásos módszer kalibrálását követően megkezdődhetett a ckt alapréteg terítése. A földnedves betont a munkaterület közelében felállított betonkeverő állítja elő homokos kavics és cement keverékéből. A finisherre felszerelt prizmákat követő mérőállomások tájokázása szabad álláspontként történt meg két, korábban meghatározott és állandósított pontról. Alapponthálózat biztosítja a munkafolyamat során azt, hogy a munkagép el tudja helyezni magát a térben. Mindegyik mérőállomás mindig azonos prizma adatait szolgáltatja a panel részére, ha el is veszti a kapcsolatot, értelemszerűen ugyanarra a prizmára “csatlakozik” vissza.



27. ábra: A terítőgép mögött kerültek elhelyezésre a mérőállomások

Az első meghibásodás a finisher bal padjában jelentkezett rögtön a munkanap elején. Mechanikai meghibásodás miatt a pad nem követte a paneltől kapott információkat és nem a tervnek megfelelő szélességben terítette a soványbeton réteget. Mivel nem állhat a munka órákon keresztül, amíg megérkezik egy cserepad, ezért ezt a problémát kézi erővel orvosolták és a bal szélén hiányzó 30 centimétert lapátolással pótolták ki, majd kézi tömörítővel simították el. Az ellenőrzésre szolgáló mozgó prizmával határozták meg a pótolt felület magasságát. A szállító autók az anyagot a gép garat részébe öntik, ahonnan egy futószalag segítségével a csigatérbe terelődik. A csiga felelős az anyag egyenletes eloszlásáért.



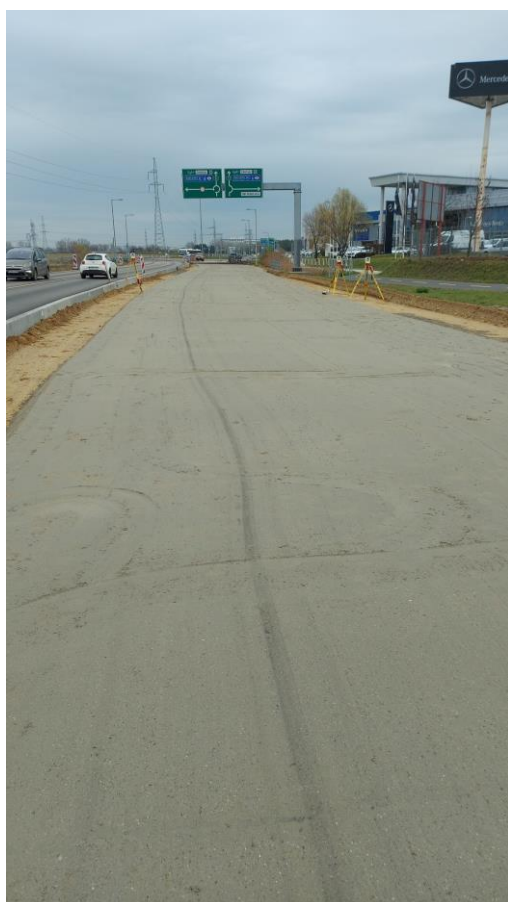
28. ábra: Finisher munka közben 29. ábra: Anyagtöltés teherautóról 30. ábra: A csigatér

Ezen a munkaterületen minden egy teherautónyi leterített anyagmennyiség festék vonallal jelölésre került az alapépítmény felületén és feljegyezték a szakaszok magassági adatait is. Egy kocsi 17-20 méternyi felület terítésére volt elegendő esetünkben. Ez a folyamat elhagyható, az alvállalkozók sajátosságára jellemző ez a fajta ellenőrzés.

A bázisállomások 110-130 méterenként kerültek áthelyezésre. Minden új helyen ahol felállításra kerültek értelemszerűen a tájékozást el kell végezni. Nem kritérium, hogy a finisher mögött helyezkedjenek el, a helyzetük mindig a munkaterület adottságaitól függ, azonban a maximum 120 méteres távolságot a gépre felszerelt prizmák és műszerek között biztosítani kell, valamint a műszernek mindig “látnia” kell a prizmát. Ez az egyik oka annak, hogy az aszfaltozást nem szintvezérelt gépekkel terítik, hiszen az aszfaltozó gép mögött haladó hengerelőkocsik akadályozzák a látóteret, így nem tudja követni a mérőállomás a gépre felszerelt prizmákat, tehát a panel sem kapja meg a mindig aktuális magassági adatokat sem. A szintvezérelt technológiával terített ckt alaprétegre tehát hagyományos finisherek terítik az aszfaltot, amíg az előbb említett problémára nem találnak egy jól működő megoldást, bár az is igaz, hogy a legtöbb időt a földmű és az arra húzandó alapréteg terítésénél spórol meg az új technológia bevetése. Az aszfaltozás menete a hagyományos módszerek szerint is annyiból áll, hogy a terítőlapok magasságát

a tervezett rétegvastagságnak megfelelő pozícióba állítják, ennek eredményeként kapjuk meg a kívánt felület magasságot.

Az alábbi képen jól látható, hogy a finishernek az első 200 méteren nem sikerült ráállnia pontosan az alapvonalra, ezért keletkezett benne vízszintes hullámváz, viszont ez azon kívül, hogy nem szép látvány, semmiféle hátrányt nem eredményezett.



31. ábra: Görbület a vonalvezetésben

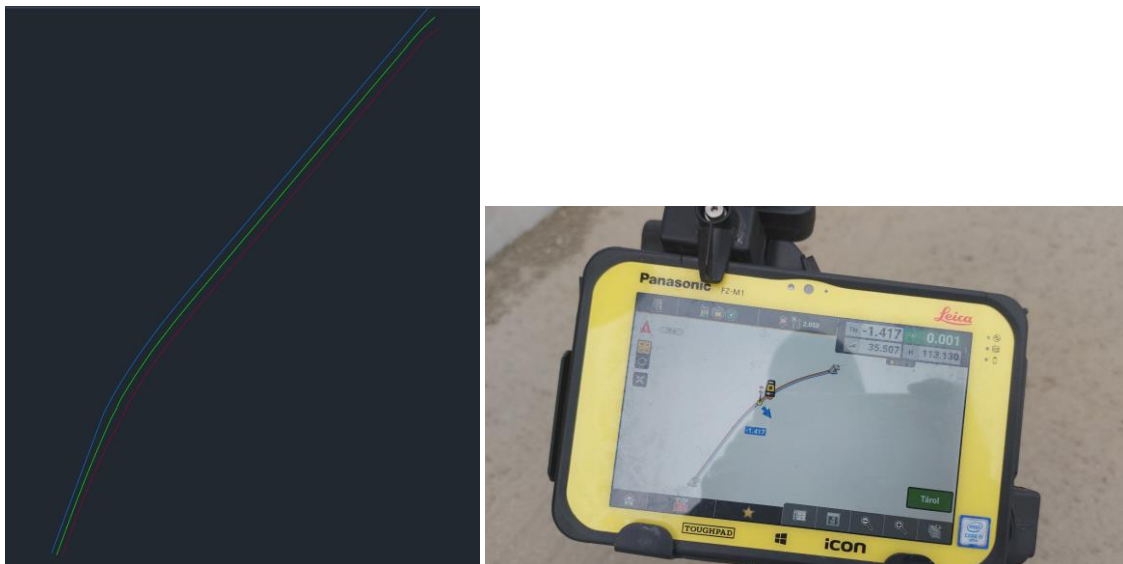


32. ábra: Padka melletti munkavégzés

A helyszínen eltöltött idő alatt kiderült számomra, hogy a finisher nem csak a 3D modellben zöld színnel jelölt bázisvonalon tud haladni, hanem attól a megadott távolságban jobbra és balra is. Ez előnyt jelent, amikor a terepviszonyok nem teljesen felelnek meg a modellben megalkotott felületnek, vagy nem megfelelően működik valamely oldalpad nyitószervezete, vagy esetleg eltérő oldalnyitású padokkal felszerelt gép van munkába állítva (az egyik oldali pad hosszabb, mint a másik). Ilyenkor az eltéréssel megegyező távolsággal tér el a munkagép tengelye az alapvonaltól. Ebből

kiindulva a modell készítése során említett rés a ckt réteg vége és a k-szegély között feleslegesen kerül megtervezésre.

A 32. ábrán látható szegély melletti terítés során a finisher oldalpadjára ultrahangos érzékelő kerül felszerelésre és a szegély tetejétől megadott függőleges távolsággal dolgozik tovább a gép. Itt egy mérőszalag segítségével is ellenőrzik a padka teteje és a terített réteg közötti távolságot. Az alsó képen látható a dwg állományban megjelenített alapréteg terítéséhez szükséges vonallánc, valamint az ellenőrző prizma felszerelt kezelőpanel. A képernyőn látható a prizma és a mérőállomás helyzete a munkaterületen, a jobb felső sarokban pedig láthatjuk, hogy 1 mm-es eltérés van a terv és a megvalósított állapot között.



33. ábra: A finisher működéséhez szükséges vonallánc megjelenése a dwg állományban és az iCON szoftverben

A földmű építése során látványos igazán az új technológia előnyei. Az eddigi évek (évtizedek) során a beépítés a földművek esetén úgy történt, hogy a megkapott tervek alapján a geodéta kiszámolta, hogy szintről szintre milyen magasságban kell magassági karókat kihelyezni a munkaterületen, melyet kint jelzett is a kivitelezésben dolgozó kollégáknak, gépvezetőknek és művezetőknek. A pályaszerkezeti rétegek elkészítése során a kihelyezett karókra a tervnek megfelelő szintmagasságban drótot húznak ki, melyet a finisher ultrahangos érzékelővel követ. Hogy miért fontos a szintenkénti beépítés? A megfelelő töltés tömörségének és teherbírásának elérése érdekében 30-40 cm vastag sávokban történhet csak a beépítés, ugyanis ezzel biztosítható a bedolgozó

gépláncok (dózer, gréder, földmunkahenger) esetén a már fent említett tömörség és teherbírás elérése, ugyanis ezen gépek – különösen a földmunkahenger vibrációs része – csak bizonyos vastagságig képes tömöríteni. Ez a folyamat mindig egy kicsit időigényesebb, hosszadalmasabb volt, valamint sok erőforrást vett igénybe, hiszen egy vonalas létesítmény esetén akár 5-6-7 helyen is történhet egyszerre a beépítés. A beépítések zökkenőmentes biztosítása érdekében mindenhol szükséges a megfelelő előkészület: kezdve a tervi számításoktól, egészen a munkaterületen kihelyezett jelzőkarókig. Általában a megépülő földmű tető és a kiinduló, töltésalapozással biztosított altalaj esetén elég nagy a magassági különbség, így itt 4-5 réteg is beépítésre kerül, melyet a már fent említett módon elő kell készíteni ahhoz, hogy a megfelelő geometriát és a földművek esetén szükséges teherhordó állapotot biztosítsuk. Ezzel szemben a modern, szintvezérelt technológia jóval kevesebb erőforrást igényel, mert a terepi munka jócskán lecsökkenthető. Azonban a megfelelő előkészületre itt is szükség van, mert a kétdimenziós térből átlépünk a háromdimenziós térbe a tervezés során és így már a tervi modellekből kinyert adatokat felhasználva tudjuk azt a gépláncok számára megfelelően biztosítani.

Akár földmunka, akár pályaszerkezet beépítésről van szó, a munkaterület előkészítése során fontos, hogy legyen a munkaterület közelében egy olyan fix pontunk, amivel biztosítani tudjuk a gépek vezérlőinek azt, hogy az adott munkagép térben éppen hol helyezkedik el.

Először a munkaterületen egy fix magassági pontot használva saját bázisállomás kerül telepítésre, melynek feladata, hogy megfelelő magassági, illetve északi és keleti koordinátát biztosítson a munkagépek számára. Ez nem azt jelenti, hogy ez a bázisállomás szolgáltatja a gépnek a helyzetét, hanem azt, hogy maga a bázisállomás hol helyezkedik el a térben. A pontosítást és a magasságot már maga a gépekre szerelt egységek számolják és állítják be a munkagépen. Amint a munkagép pozicionálása megtörtént, már csak annyi a személyzet dolga, hogy a munkagép központi számítógépébe feltölti a háromdimenziós terv felületet és onnantól a rendszer már automatikusan vezérli a gép azon részeit, amelyek a magasság kialakításáért felelősek, a földmunka esetében a gréder késmagasságát, a pályaszerkezet építésénél a padok szélességét és a magasságát is.



34. ábra: A finiszeren elhelyezkedő vezérlőpanel 35. ábra: A tájékozópontok megjelenítése a mérőállomáson

Pályaszerkezeti gépek esetén (ami minket érint) pedig elsősorban a finisher az, amelyik automatizálásra kerül. Itt azonban a rendszer sokkal bonyolultabb, mert nem elég egy fix bázisállomás, hanem ahogy eddig is láthattuk minimum 3 darab mérőállomásra és egy kontrollállomásra van szükség. Ez azért fontos, mert még a fenti esetben a grédert a gépkezelő irányítja a helyszínen, addig a pályaszerkezeti finisher teljesen önmagát vezérli. A gépkezelő az indításért és a finisher leállításáért felel, amíg az anyag hordó és töltő teherautók váltják egymást. Ez azt jelenti, hogy magától halad a munkaterületen és magától végzi a pályaszerkezet terítését adott vastagságban, helyen, illetve szélességben, ehhez pedig szükséges az, hogy minél több pontról tudjon tájékozódni és ezáltal elhelyezni magát a térben.

6. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS ÖSSZEGZÉS

A felmerülő hibák ellenére is kifizetődőbb és gyorsabb az automatizált rendszer használata. Időt spórol meg azzal, hogy nem kell elvégezni minden egyes beépítendő szint esetében a zászlózást, valamint kevesebb emberre van szükség a működése közben és kisebb a hibalehetőség is. A hagyományos módszer során kihelyezett drótot szakaszonként ellenőrizni kell, előre dolgozásra nincsen lehetőség, mert nagyobb az esélye, hogy valamilyen állat, vagy akár az egyik munkás is elmozdíthatja. A háromdimenziós modell ellenőrzésére szolgáló Exceles munkafolyamatot automatizálni lehetne, ami gyorsítana az eljárás menetén. További költségeket spórol meg a modell a tervi szakaszban felmerülő hibák könnyebb ellenőrzési módszerével. Az építőipar területén észlelhető munkaerőhiány az elmúlt években növekedett, erre is megoldást nyújt a BIM, valamint a virtuális térben történő együttműködés a beruházók, tervezők, kivitelezők és üzemeltetők között lehetővé teszi a költségek csökkentését.

Mivel az új technológia módszereinek kidolgozása, az új eszközök és technológiai újítások kipróbálása a szakemberek feladata, ezért még vannak megoldásra váró problémák, melyek növelhetik a hatékonyságot. Azt tapasztaltam, hogy a kommunikáció hiánya áll fenn a kivitelezők, modellkészítők és tervezők között egyaránt. Egyelőre nem kihasználják a BIM által nyújtott előnyöket, miszerint a résztvevő szakemberek munkája egységes rendszerben jelenik meg, ezáltal a megrendelő kívánságát minden részletre kiterjedően modellezni tudják. Ennek legfőbb oka az, hogy a tervezői fázis a hagyományos módszer szerint készül, és a modelltervezőnek nincs hatásköre azt felül írni, tehát a modellbe a kivitelezés szempontjából feltétlen szükséges adatok kerülnek. Magyarországon a Duna Aszfalt Kft. munkatársai már négy éve dolgoznak BIM modell létrehozásával, és szintvezérelt munkagépekkel a kivitelezés területén, a megszerzett tapasztalat eredményeként jobban ki tudják használni az új technológia előnyeit. Az új beruházási törvény hatályba lépése, (ami kötelezővé tenné az állami beruházások BIM-ben való tervezését 2023-tól) a modellért felelős munkatársak munkáját felgyorsítja és az információtöbblet a még pontosabb adatok szolgáltatását teszi majd lehetővé.[21]

Irodalomjegyzék

[1] Magyar építők, Hegedűs Gergely: Megérkezett a magyar útépitésbe az első automata finisher. Online elérés:

<https://magyarepitok.hu/technologia/2018/12/megerkezett-a-magyar-utepitesbe-az-elso-automata-finisher> (letöltés 2022. 11.21.)

[2] Mérnök vagyok.hu, Lázár János bemutatta az új beruházási kerettörvényt. 2022.

október 12./Fókusz/ Online elérés: <https://mernokvagyok.hu/blog/2022/10/12/lazar-janos-bemutatta-az-uj-beruhazasi-kerettorvenyt/> (letöltés: 2022.12.06.)

[3] Almássy Kornél – Dr. Pallós – Imre – Dr. Pethő, László: Útépités és fenntartás,

Budapest, 2013. Online elérhető Online elérés: <https://docplayer.hu/3437328-Utepites-es-fenntartas.html> (letöltés: 2022.12.03.)

[4] Útépités Akadémia, Útépités folyamata, aszfaltozás menete, 2022.09.22. Online

elérés: <https://utepitesakademia.hu/utepites-folyamata/> (letöltés: 2022.12.02.)

[5] Alföld Aszfalt Kft, Farkas Zsolt: Az aszfaltozás menet és ami mögötte van, 2020.

03.06. Online elérés: <https://www.alfoldaszfalt.hu/l/az-aszfaltozas-menete/> (letöltés: 2022.11.26.)

vaa.hu, Az útépités folyamata, részei. Online elérés: <https://www.vaa.hu/hir/az-utepites-folyamata-reszei>

(letöltés: 2022.11.26.)

Index, Latyák Balázs : Nem nagy ügy az autópálya építés? Ime a valóság (2022.05.26.)

Online elérés: <https://index.hu/techtud/2022/05/26/autopalya-epites-tereprendezes-kivitelezes-technologia-nyomvonal/> (letöltés: 2022.12.03.)

[6] NFM Előterjesztés 53.§. (1) 2016.szeptember 15. a Közutak tervezéséről

[7] NFM Előterjesztés 53.§. (2) 2016.szeptember 15. a Közutak tervezéséről

93/2012 (V.10.) Korm. rendelet az utak építésének, forgalomba helyezésének és megszüntetésének engedélyezéséről. Online elérés:

<https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1200093.kor> (letöltés: 2022.12.13.)

[8] 312/2012. (XI. 8.) Korm. rendelet az építésügyi és építésfelügyeleti hatósági eljárásokról és ellenőrzésekről, valamint az építésügyi hatósági szolgáltatásról (2017) Online elérhető: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1200312.kor> (letöltés: 2022.12.13.)

[9] Magyar Mérnöki Kamara: Tervdokumentációk tartalmi és formai követelményeinek szabályzata.(2017) pp. 181-199. Online elérés: <https://www.e-villamos.hu/letoltes/mmk-tervdokumentacio-kovetelmenyei-20170509.pdf> (letöltés: 2022.12.12.)

[10] OE-AMK, Katona János: Mérnöki alapismeretek II. jegyzet

Dr Bártfai Zoltán: Közlekedési hálózatok, Szent István Egyetem, 2011. Online elérhető: <https://docplayer.hu/24540759-Kozlekedesi-halozatok-dr-bartfai-zoltan.html> (letöltés dátuma: 2022.12.10.)

[11] Peri Group, BIM Bilding Information Modelling (2022. 12. 6.) Online elérhető: <https://www.peri.hu/szakertelem/bim-building-information-modeling.html> (letöltés: 2022.12.02.)

Trimble Construction, Sara Lorek: What is BIM. 2022. 04.06. Online elérhető: <https://constructible.trimble.com/construction-industry/what-is-bim-building-information-modeling> (letöltés:2022. 10. 09.)

Simple Scan - Mi az a BIM? Online elérhető: https://felmerespontosan.hu/mi-az-a-bim/?gclid=CjwKCAiAyfybBhBKEiwAgtB7fmOa8KlhJX6eYzOhslHrm5lZvpXmViCmMtkNEc5tMJMcqzxIOYznxoCUBAQAvD_BwE (letöltés:2022. 10. 09.)

[12] Autodesk.com, BIM benefits. Online elérhető: <https://www.autodesk.com/industry/aec/bim/benefits-of-bim> (letöltés:2022. 10. 09.)

[13] Arkance system, Antal Iván: BIM építőipari megoldások. 2018.08.23. Online elérhető: <https://bim.cads.hu/epuletinformacio-modellezes/> (letöltés: 2022. 12. 11.)

Magyar Építők, Almási Krisztina: A digitális megoldások az útépítésben is egyre nagyobb szerephez jutnak, 2020. 09.07. Online elérhető:

<https://magyarepitok.hu/iparagi-hirek/2020/09/a-digitalis-megoldasok-az-utepitesben-is-egyre-nagyobb-szerephez-jutnak> (letöltés: 2022.12. 11.)

[14] Lechner Tudásközpont: Az építésügyi informatikai fejlesztések támogatása - BIM funkciókra vonatkozó követelmények meghatározása, Online elérhető: <https://lechnerkozpont.hu/oldal/bim> (letöltés: 2022.12.10.)

[15] Lechner Tudásközpont: A Lechner Tudásközpont épületinformációs modellezéshez (BIM - Building Information Modelling) kapcsolódó tevékenységei. Online elérhető: <https://lechnerkozpont.hu/oldal/bim> (letöltés: 2022.12.10.)

BIM-köz-PONT, Mi a BIM? Online Elérhető: <http://bim.lechnerkozpont.hu/hu/bim#miabim> (letöltés: 2022.12. 10.)

Lechner Tudásközpont, BIM kézikönyv, Online elérhető: http://bim.lechnerkozpont.hu/sites/default/files/2019-10/bim-kezikonyv-1.2-a-bim-altalanos-leirasa_0.pdf (letöltés: 2022.12.10.)

[16] Colas Magyarország facebook oldala, 2022 Július 22. bejegyzés. Online elérhető: <https://www.facebook.com/colasmagyarorszag> (letöltés: 2022.12.10.)

[17] Colas Hungaria Zrt. értekezlete az automatizált útburkoló finisherekről pdf formátumban

Leica Geosystems: Fisisherek és aszfaltmarók Online elérhető: <https://leica-geosystems.com/hu-hu/products/machine-control-systems/pavers-and-cold-planers> (letöltés: 2022. 11. 24.)

[18] Magyar Építők: Kalácska-Nagy Nóra: Így halad a 83-as főút építése. 2022.10.20. Online elérhető: <https://magyarepitok.hu/utepites/2022/10/igy-halad-a-83-as-fout-epitese-video>, <https://magyarepitok.hu/temak/83-as-fout> (letöltés: 2022.12.09.)

Nemzeti Infrastruktúra Fejlesztő Zrt. 2022. I. negyedévben kezdődik meg a 83-as győri bevezető szakasz 2×2 sávós átépítése az Új Élet út – Malom utca csomópontok között. 2021.09.24. Online elérhető: <https://nif.hu/cimke/83-sz-fout/oldal/2/> (letöltés: 2022.12.09.)

[19] Magyar Építők: Kalácska-Nagy Nóra: Így halad a 83-as főút építése. 2022.10.20. Online elérhető: <https://magyarepitok.hu/utepites/2022/10/igy-halad-a-83-as-fout-epitese-video>, <https://magyarepitok.hu/temak/83-as-fout> (letöltés: 2022.12.09.)

[20] OE-AMK, Katona János: Mérnöki Alapismeretek II. jegyzet, 100. oldal,

[21] Magyar Építők, Almási Krisztina: A digitális megoldások az útépítésben is egyre nagyobb szerephez jutnak. 2020.02.07. Online elérhető: <https://magyarepitok.hu/iparagi-hirek/2020/09/a-digitalis-megoldasok-az-utepitesben-is-egyre-nagyobb-szerephez-jutnak> (letöltés: 2022.12.11.)

Ábrajegyzék

1. ábra: MMK: Tervdokumentációk tartalmi és formai követelményeinek szabályzata 173. old	10
2. ábra: Biztosítandó látótávolság, Forrás: Katona János, Mérnöki alapismeretek jegyzet 23. oldal	11
3. ábra: Utak szerkezeti elemei, Forrás: Katona János, Mérnöki alapismeretek jegyzet 96. oldal	12
4. ábra: Különféle szoftveres szinten változik a vezérlés dimenziója is, Forrás: Colas Hungaria Zrt.....	18
5. ábra: Finisher rendszer felépítésének fő elemei, Forrás: Colas Hungária Zrt.....	19
6. ábra: A kalibrálási folyamat során megmért 6 pont, Forrás: Colas Hungária Zrt.	20
7. ábra: A panel munka közben, Forrás: Colas Hungária Zrt	21
8. ábra: Egy mérőállomásos megoldás 9. ábra: Két mérőállomásos megoldás,	23
10. ábra: 1UP megoldás 11. ábra: GNSS megoldás, Forrás: Colas Hungária Zrt.....	24
12. ábra: M83 autóút Colas Hungária	26
13. ábra: M83-as út, https://magyarepitok.hu/utepites/2022/10/igy-halad-a-83-as-fout-epitese-video	27
14. ábra: Engedélyezési és kiviteli terv részlet, mintakeresztshelvény, Forrás: Colas Hungária Zrt.....	28
15. ábra: Részletes keresztshelvény, Forrás: Colas Hungária Zrt.....	28
16. ábra: Részletes helyszínrajz részlet, Forrás: Colas Hungária Zrt	29
17. ábra: DWG állomány keresztshelvény megjelenítés, Forrás: Colas Hungária Zrt ...	29
18. ábra: 3D modell készítése során alkalmazott “HA függvény”, Forrás: Colas Hungária Zrt.....	30
19. ábra: Kisebb szakaszok megjelenítése AutoCad-ben, Forrás: Colas Hungária Zrt ..	31
20. ábra: A felépítmény rétegeinek ábrázolása, Forrás: Colas Hungária Zrt.....	31
21. ábra: Információlekérés szemléltetése, Forrás: Colas Hungária Zrt.....	32
22. ábra: A kiolvasandó vonallánc pontjai keresztshelvényen, Forrás: Colas Hungária Zrt	33
23. ábra: Metsző vonalak megjelenése a modellben, Forrás: Colas Hungária Zrt	33
24. ábra: Hibaszűrés excelben, Forrás: Colas Hungária Zrt	34

25. ábra: Vektorlánc dwg. állományban, Forrás: Colas Hungária Zrt.....	34
26. ábra: Infrakit szoftverben megjelenített épülő útmodell, Forrás: Colas Hungária Zrt	35
27. ábra: A terítőgép mögött kerültek elhelyezésre a mérőállomások.....	37
28. ábra: Finisher munka közben29. ábra: Anyagtöltés teherautóról 30. ábra: A csigatér	38
31. ábra: Görbület a vonalvezetésben 32. ábra: Padka melletti munkavégzés.....	39
33. ábra: A finisher működéséhez szükséges vonallánc megjelenése a dwg állományban és az iCON szoftverben	40
34. ábra: A finisferen elhelyezkedő vezérlőpanel35. ábra: A tájékozópontok megjelenítése a mérőállomáson	42

Rövidítések jegyzéke

BIM Building Information Modelling

NIF Nemzeti Infrastruktúra Fejlesztő Zrt

PDF Portable Dokument Format

DWG Drawing - olyan fájlformárum a mi két- és háromdimenziós vektorgrafikát tartalmaz

DXF Drawing Exchange Format

CKT Cementkötésű Teherhordó (alapréteg)

GIS Geographic Information System - Földrajzi Információs Rendszer