

## Szakmai útmutató vonalas létesítmények 3D modellezéséhez (geodéziai tervezők részére)





**Magyar Mérnöki Kamara**  
**Kiadványsorozata ??.**

**Szakmai útmutató vonalas létesítmények 3D  
modellezéséhez**  
**(geodéziai tervezők részére)**

**MMK FAP azonosító:**  
**2024/109-GGT**

**Budapest, 2024. október 15.**

A sorozat szerkesztője:  
**WAGNER ERNŐ**  
a Magyar Mérnöki Kamara elnöke

Készült a Magyar Mérnöki Kamara Geodéziai és Geoinformatikai Tagozatának gondozásában, a 2024. évi Feladat Alapú Pályázatok pénzügyi keretéből.

A kiadvány a Magyar Mérnöki Kamara tulajdona. Másolása, teljes terjedelmében való közzététele csak a Kamara engedélyével lehetséges. Minden jog fenntartva.

*Szerzők:*  
**Dr. Takács Bence / 01-9608**  
**Hrutka Bence Péter**  
**Takács Regina**

*Lektorálta:*  
**Dr. Vasvári Gergely / 01-12108, 01-65853**

**Kiadó:**  
Magyar Mérnöki Kamara  
1118 Budapest, Budaörsi út 125/A  
[info@mmk.hu](mailto:info@mmk.hu), [www.mmk.hu](http://www.mmk.hu)



## TARTALOMJEGYZÉK

|                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Vezetői összefoglaló.....                                        | 6  |
| 2. Bevezetés .....                                                  | 7  |
| 3. Útpálya modellezése AutoCAD Civil3D szoftverben .....            | 9  |
| 3.1. AutoCAD Civil3D modelltér előkészítése .....                   | 9  |
| 3.1.1. Civil3D Country Kit for Hungary .....                        | 9  |
| 3.1.2. Hasznos beállítások AutoCAD-ben.....                         | 12 |
| 3.1.2.1. Rajzi beállítások – Drawing settings.....                  | 12 |
| 3.1.2.2. Stílus, rétegek, pontok megjelenítésének beállításai ..... | 15 |
| 3.2. Modellezés .....                                               | 17 |
| 3.2.1. Vonalvezetés létrehozása .....                               | 18 |
| 3.2.2. Hossz-szelvény létrehozása.....                              | 33 |
| 3.3. Mintakeresztshelvény.....                                      | 44 |
| 3.4. Túlemelés .....                                                | 58 |
| 3.5. Szélesítés .....                                               | 59 |
| 3.6. A modell .....                                                 | 60 |
| 3.7. Modellek további felhasználása.....                            | 66 |
| 3.7.1. Keresztshelvények létrehozása .....                          | 66 |
| 3.7.2. 3D modellek kimentése különböző formátumokban .....          | 70 |
| 4. További szoftverek.....                                          | 75 |
| 4.1. Trimble Connect .....                                          | 75 |
| 4.2. Trimble Business Center .....                                  | 77 |
| 4.3. Leica Infinity.....                                            | 83 |
| 4.4. ProVI.....                                                     | 87 |
| 4.4.1. Vonalvezetés.....                                            | 87 |
| 4.4.2. Hossz-szelvény létrehozása.....                              | 89 |
| 4.4.3. Keresztshelvény szerkesztő.....                              | 90 |

## 1. Vezetői összefoglaló

---

Örvendetes módon Magyarországon folyamatosan épülnek új utak és vasutak, illetve a meglévő útjaink és vasútjaink felújítása is rendszeres feladat. A kivitelezési munkák igénylik a geodéziai tervezők és szakértők közreműködését, elsősorban a kitűzések és az ellenőrző, minősítő mérések során. A geodéziai mérések során szükségesek a tervezett létesítmények 3D modelljei, amelyeket gyakran a geodéták állítanak elő a tervek alapján, más esetekben a tervezők készítik el és adják át a kivitelezők (és egyben a geodéták) számára. Ebben az esetben a geodéták feladata a modellek ellenőrzése, illetve szükség esetén megfelelő formátumba történő átalakítása. Az általánosan használt „modell” kifejezés többféle értelmezést is takarhat az egyszerű 3D felülettől kezdődően az alkalmazott tervezési paraméterek teljes spektrumát és összefüggéseit tartalmazó digitális létesítménymodellig. Ebben a szakmai útmutatóban a kivitelezéshez elegendő háromdimenziós felületek és testek létrehozására szolgáló funkcionális modell létrehozásának bemutatása a fő cél.

Ez a szakmai útmutató jól illeszkedik a „Közutak geodéziai előírásai és geometriai követelményei” című Útügyi Műszaki Előírás 2024-es változatához, amelyben többek között a pontfelhőt alkotó technikák és a gépvezérlés alkalmazásának a szabályai is kidolgozásra kerültek. Ezek a technikák erősen támaszkodnak a tervezett létesítmények 3D modelljeire.

Ez a szakmai útmutató utak és vasutak 3D modellezéséhez készült, elsősorban geodéták számára, a leggyakrabban alkalmazott tervező, modellező szoftverekhez (AutoCAD Civil3D, Trimble Business Center, Leica Infinity, ProVI). A szakmai útmutatóban részletesen bemutatott mintapélda egy gyorsforgalmi út tervein alapul. A tengely vízszintes vonalvezetése, a hossz-szelvény általánosan alkalmazható más vonalas létesítmények (pl. vasúti pályák, alagutak, hidak) modellezéséhez is, a mintakeresztszelvényeket értelemszerűen a konkrét feladathoz kell elkészíteni. A szakmai útmutató célja a helyes gyakorlat bemutatása, a geodéziai tervezők és szakértők, illetve a téma iránt érdeklődő kollégák számára hasznos lehetőségek, tippek és trükkök bemutatása.

## 2. Bevezetés

---

Az út- és vasúttervezők ma már szinte kivétel nélkül használnak valamilyen modellező szoftvert a tervezés során, hiszen a korszerű tervezés alapvető feladata a tervezett létesítmény 3D modelljének előállítása. Tapasztalataink szerint a tervezők egy része ennek ellenére még mindig lényegében 2D digitális rajzokat és terveket ad át az építtető számára, sok esetben nem szerkeszthető vagy nehezen kezelhető (pl. pdf) formátumban. A több, mint 6 éve hatályos Közutak Geodéziai előírásai és Geometriai Követelményei című Útügyi Műszaki előírás szerint is kötelező a tervezői szoftverrel szerkeszthető tervrajzokat (pl. DXF formátumban) átadni. A szokásos gyakorlat szerint tehát a kivitelezést előkészítő mérnökök, számos esetben a geodéták, a tervek alapján újra előállítják a tervezett létesítmény 3D modelljét. Jó lenne elérni, hogy a megrendelői igények és a tervezőkkel kötött szerződések természetes része legyen a 3D modellek átadása is. Ebben az esetben a kivitelezést előkészítő mérnökök, számos esetben a geodéták, feladata a 3D modellek ellenőrzése.

A korszerű mérnöki gyakorlatban a kitűzéseket, az ellenőrző és minősítő méréseket a geodéziai műszerekbe töltött 3D modellek alapján végzik. A 3D modellek szükségesek a gépvezérléssel történő építés során is, amely Magyarországon is egyre jobban terjed.

Különösen az ellenőrző és minősítő mérések során egyre többször alkalmazunk pontfelhőt alkotó technikákat (drón fotogrammetriát, földi és légi lézerszkennelést, mobil térképező rendszereket). A pontfelhők az ellenőrző, minősítő mérések során jól használhatók, a pontfelhő pontjainak összehasonlítása a tervezett felülettel ma már rutin jellegű feladat, amelynek során a megépült szerkezetek és rétegek geometriai hibái lényegében tetszőleges sűrűségben kimutathatók. Ehhez persze kulcsfontosságú a tervezett felület előállítása pontos és részletes 3D modellek alapján.

A szakmai útmutató az előbb felsorolt feladatokhoz nyújt segítséget, elsősorban a téma iránt érdeklődő kezdő, esetleg haladó felhasználók számára. Először nagyon részletesen, szinte lépésről lépésre bemutatjuk a modellezést AutoCAD Civil3D környezetben, valós terveken alapuló, de fiktív gyorsforgalmi út egy szakaszának modellezésén keresztül. Ezután a magyarországi mérnöki gyakorlatban szintén elterjedt további szoftvereket mutatunk be, kevésbé részletesen. Ezek a szoftverek: Trimble Connect, Trimble Business Center, Leica Infinity, ProVI. Természetesen a piacon számos más szoftver is elérhető, arra értelemszerűen a szerzők nem vállalkozhatnak, hogy minden egyes szoftvert bemutassanak.

A szakmai útmutató vonalas létesítmények modellezéséhez készült. A már említett mintapélda egy út, a tengely vízszintes vonalvezetése, a hossz-szelvény egy az egyben alkalmazható más vonalas létesítmények (pl. vasúti pályák, alagutak, hidak)

modellezéséhez is, a mintakeresztmetszelvényeket értelemszerűen az adott feladathoz kell elkészíteni. A szakmai útmutató célja a helyes gyakorlat bemutatása, a geodéziai tervezők és szakértők, illetve a téma iránt érdeklődő kollégák számára hasznos lehetőségek, tippek és trükkök bemutatása.

### 3. Útpálya modellezése AutoCAD Civil3D szoftverben

---

Az építőmérnöki gyakorlatban az egyik leggyakrabban használt szoftver az *AutoCAD Civil 3D*, amely lehetőséget kínál számos tervezési feladat elvégzéséhez. Emellett persze rendelkezik geodéziai munkák végzéséhez szükséges funkciókkal is. A későbbiekben ezeket az előnyöket kihasználva, és a rendelkezésre álló klasszikus, papírra nyomtatott tervek alapján készítjük el tervezett út 3D modelljét, először *AutoCAD* szoftverkörnyezetben. A szoftverekhez számos írásos és képi segédanyag érhető el a világhálón, ezeket ajánljuk a jelen szakmai útmutatóban nem bemutatott részletek iránt érdeklődők számára.



1. ábra AutoCAD Civil 3D program

#### 3.1. AutoCAD Civil3D modellter előkészítése

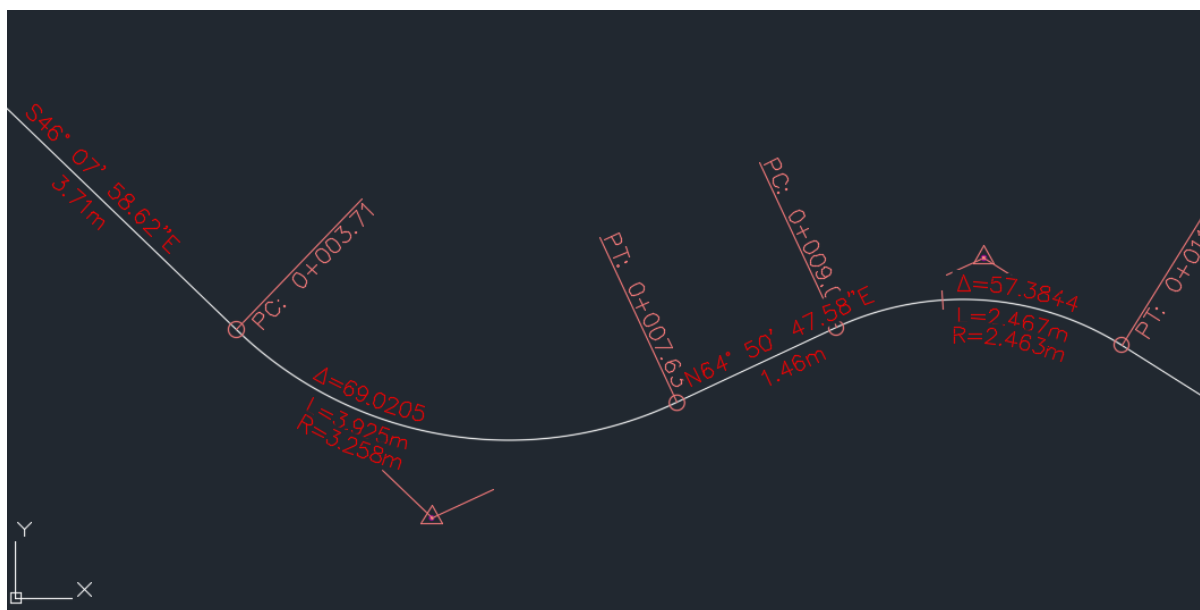
---

A következő fejezetekben végig nézzük a modellezés fontosabb lépéseit. A segédlet készítése során az éppen aktuális, 2024-es Civil3D angol nyelvű verzióját használtuk fel. A szöveg megfelelő helyein az alkalmazott parancsok magyar megfelelőit is igyekszünk feltüntetni. A program telepítése után, az érdemi modellezés megkezdése előtt, célszerű pár beállítást ellenőrizni.

##### 3.1.1. Civil3D Country Kit for Hungary

---

AutoCAD Civil3D használata közben gyakran találkozhatunk azzal, hogy a programban megtalálható funkciók alapértelmezéseként megjelenő feliratok, adatok, formázások eltérnek a hazai gyakorlatban megszokott jelölésrendszertől. A programban ezt manuálisan, hosszas keresgéléssel, próbálgatással lehetőségünk van tesztre szabni, azonban a megfelelő beállítások kitapasztalása rengeteg időt vehet igénybe.



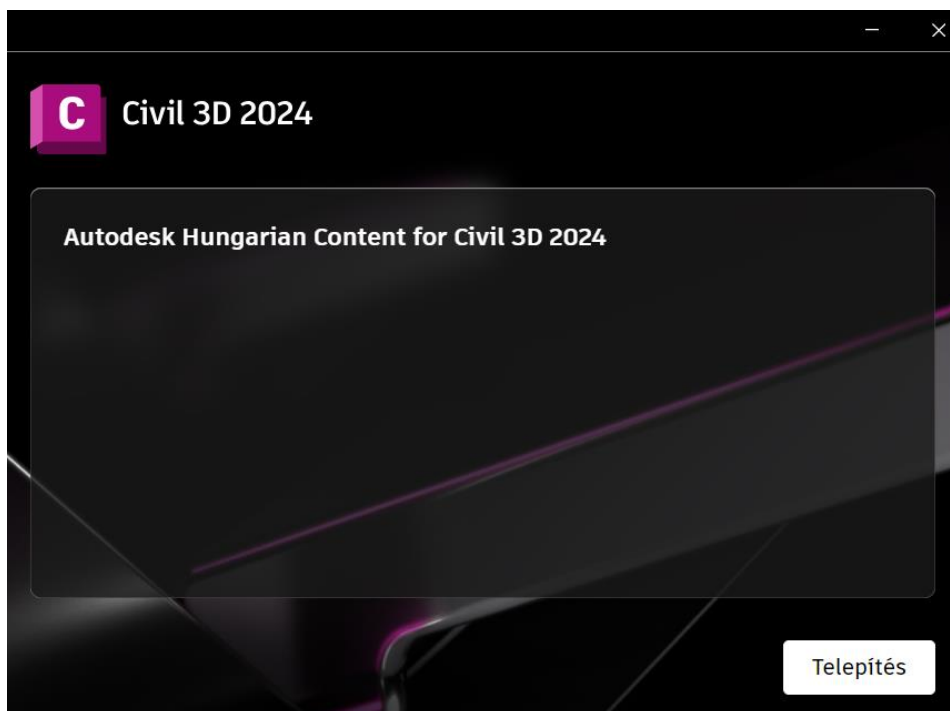
2. ábra: Vonalvezetés AutoCAD Civil3D-ben a beépített sablonokkal feliratozva

Az országoként eltérő jelölésrendszerek kezelésére az Autodesk Inc. megbízásából készültek az egyes országok szabványaihoz, szokásaihoz illeszkedő, azonos tervezői környezetet biztosító kiegészítő tartalmak (Country Kits).

A magyar felhasználók számára szánt Magyar Tartalom elsősorban az útépitési, közműépítési és vasútépitési tervek készítésére koncentrál, azonban a további építőmérnöki tervezési feladatokra is jól használható.

A modellezés megkezdése előtt érdemes telepítenünk ezt a kiegészítőt. Az Autodesk honlapjáról<sup>1</sup> ezt szabadon letölthetjük és telepíthetjük. A bővítmény az újabb (2020 utáni) AutoCAD verziókhoz letölthető fájl segítségével pár kattintással könnyen telepíthető.

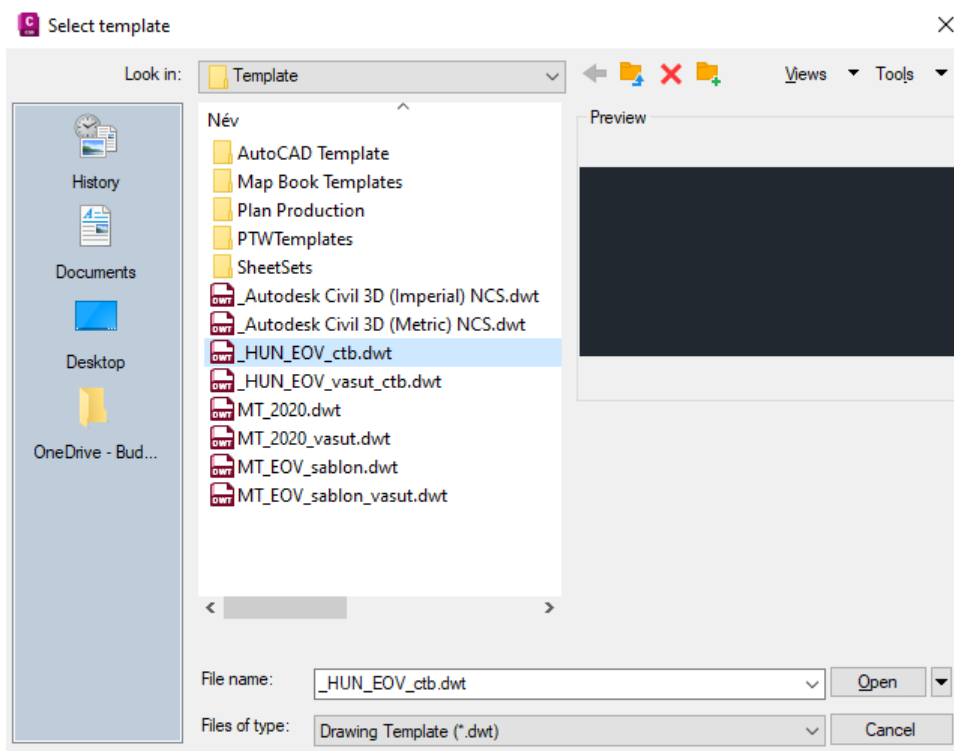
<sup>1</sup> <https://www.autodesk.com/support/technical/article/caas/tsarticles/ts/2Pr60OrwDhf6sljm5P2ZOM.html>



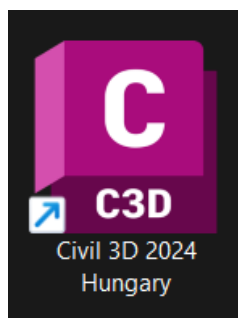
*3. ábra: Magyar jelöléseket tartalmazó kiegészítő telepítése*

A korábbi 2019-es verzióknál külön kell hozzá adnunk a programhoz a **Vezérlőpult → Programok eltávolítása** menüpontokat felkeresve a telepített Civil 3D **Eltávolítás/módosítás** parancsánál.

A telepítés után a magyar szabványos jelöléseket tartalmazó AutoCAD template-t (sablon) a számítógép Asztalán megjelenő Civil 3D 20## Hungary ikonnal, vagy a megnyitott programon belül a **CTRL+N** billentyűzet kombinációval érhetjük el.



4. ábra: Telepítés után elérhető kiegészítők



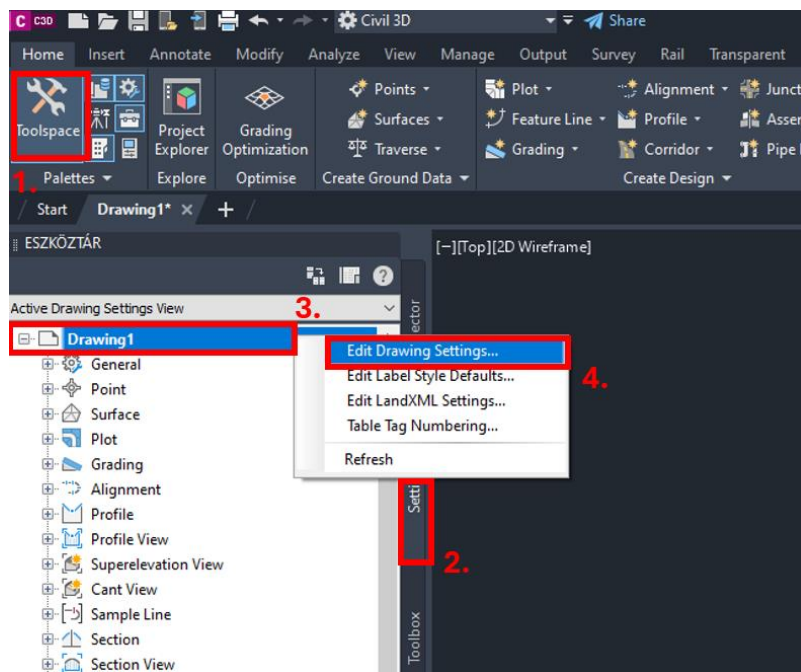
5. ábra: Az új kiegészítőnk ikonja

## 3.1.2. Hasznos beállítások AutoCAD-ben

### 3.1.2.1. Rajzi beállítások – Drawing settings

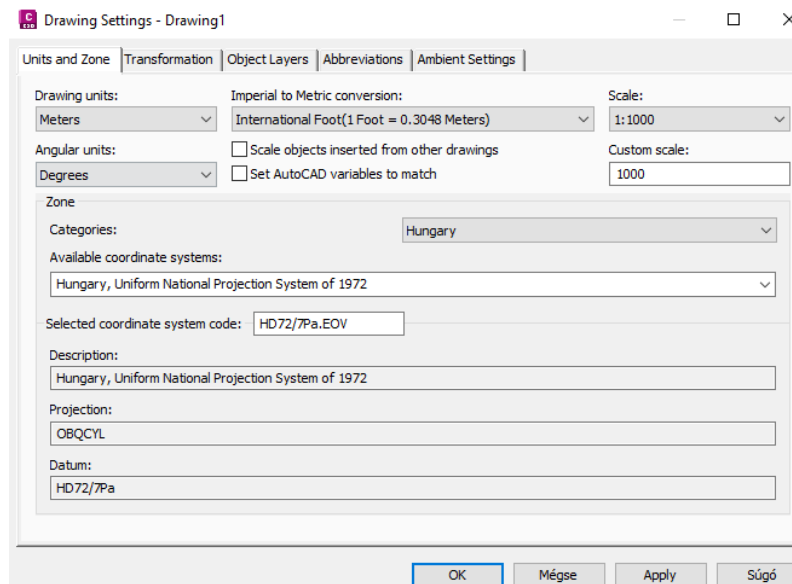
Mielőtt elkezdünk az AutoCAD Civil3D-ben tervezni érdemes egy-két rajzi beállítást ellenőriznünk. A **Home (Alap)** fülön belül a **Toolspace (Eszköztár)** parancs segítségével egy eszközkészlet tudunk megnyitni. Itt a **Settings-en (Beállítás)** belül elérhetjük a rajzunk egyéb beállításait.





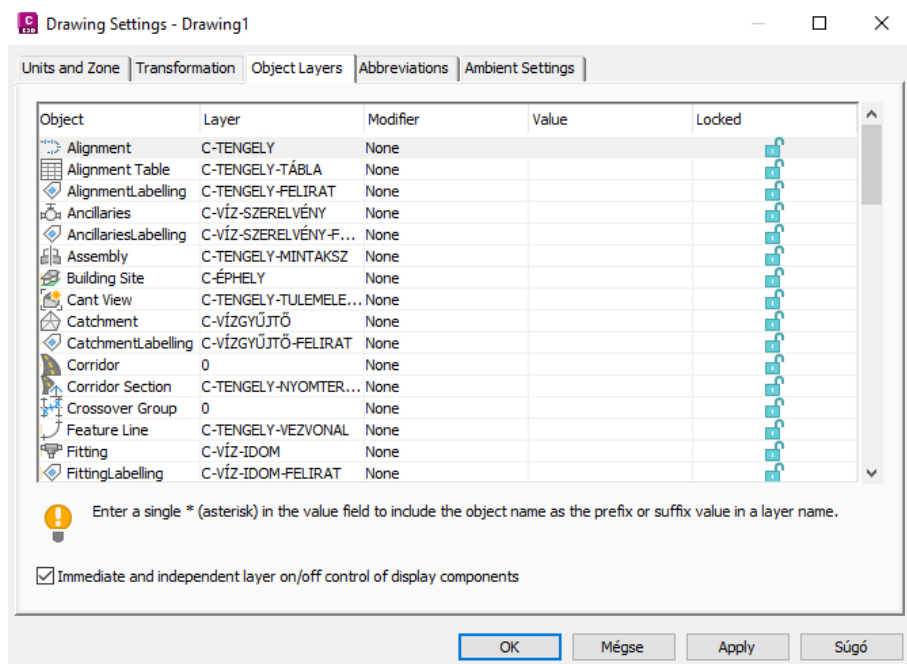
6. ábra: A rajzi beállítások elérése

A megnyíló ablakon belül az első fülön ellenőrizhetjük a mértékegység és vetületi rendszer beállításait. Lehetőségünk van beállítani a feliratok megjelenítésére vonatkozó méretarányt is.



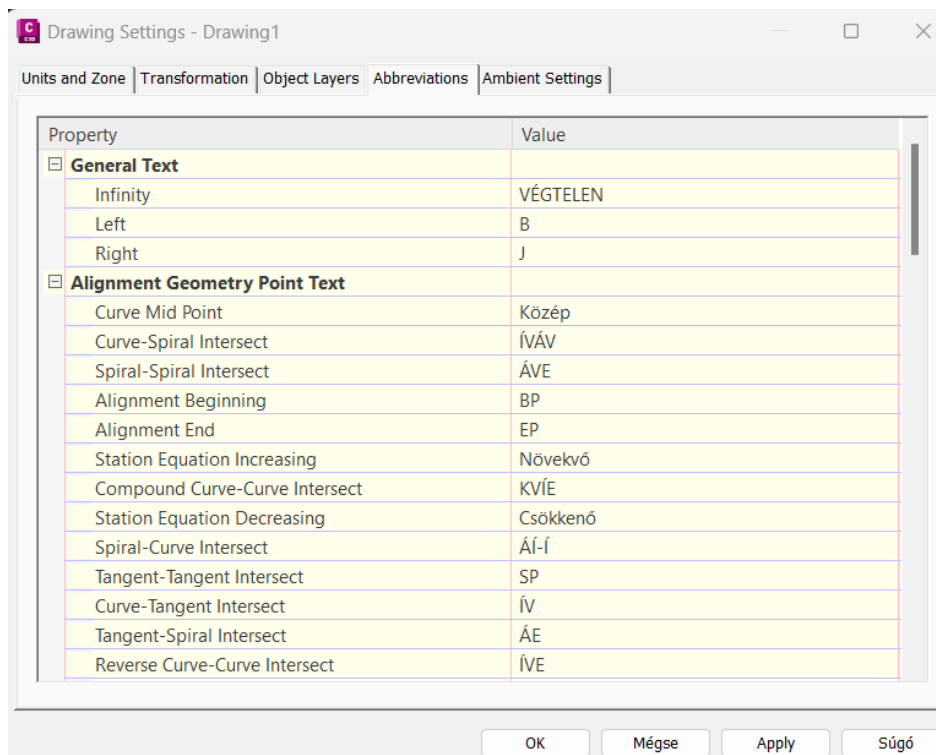
7. ábra: Mértékegységekre, felirat méretarányra és vetületre vonatkozó rajzi beállítások

A megjelenő ablakon belül aktiválhatunk további koordináta transzformációs beállításokat. Megtekinthetjük a Civil3D beépített funkciói által használt fóliákat (layers), ezek megjelenítésre vonatkozó beállításait módosíthatjuk is.



8. ábra: A kiegészítőhöz tartozó rétegek

Van lehetőségünk megtekinteni az egyes jelöléseket is. Amennyiben letöltöttük és telepítettük a magyar szabványos beállításokat tartalmazó kiegészítőt, akkor a hazai gyakorlatban megszokott rövidítéseket is megtekinthetjük itt.

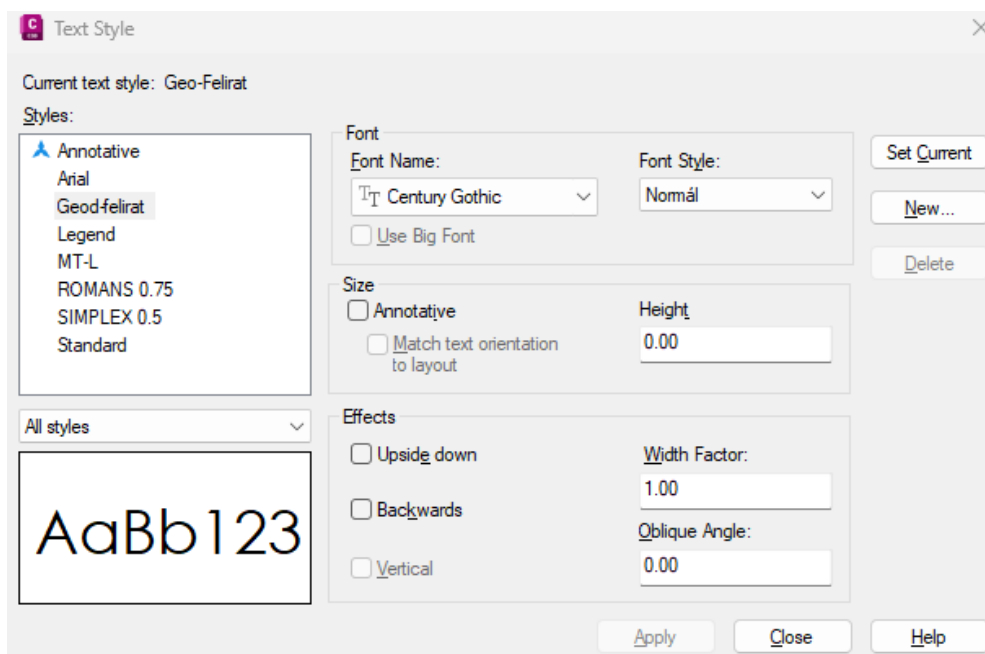


9. ábra: Szabványos jelölések a kiegészítő telepítése után

Amennyiben nem telepítettük a kiegészítőt, akkor van lehetőségünk a rajzban alkalmazott betűjeleket módosítani. Az AutoCAD által alapesetben használt angol rövidítések<sup>2</sup> jelentését az interneten is megtekinthetjük.

### 3.1.2.2. Stílus, rétegek, pontok megjelenítésének beállításai

A szerkesztés megkezdése előtt érdemes ellenőriznünk a különböző szövegstílus beállításokat is. Legkönnyebben ezt a **STYLE (STÍLUS)** paranccsal tudjuk megtenni, ami segítségével elérhetjük, illetve módosíthatjuk a már meglévő beállításainkat. Lehetőségünk van új stílusokat létrehozására is, amin belül különböző betűtípus és megjelenítési beállítás között válogathatunk. Az itt szereplő stílusokat a Civil3D egyes rajzi elemeihez (pl.: pontok) generált címkéinél is alkalmazhatjuk. Fontos megjegyezni, hogy alap esetben a program a „Standard” stílust használja a felíratok létrehozásánál.



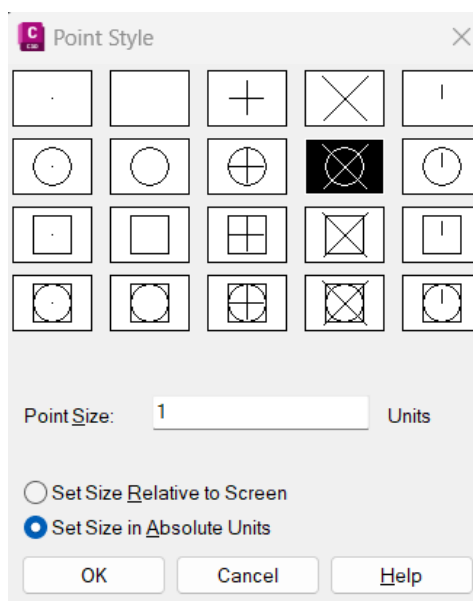
10. ábra: Megjelenő szöveg stílusának beállításai

Amennyiben sima, csak koordinátákkal rendelkező AutoCAD pontokat (point nodes) szeretnénk használni a szerkesztés során, akkor ezek megjelenítési módját is át tudjuk állítani a **PTYPE (PTÍPUS)** parancs segítségével. Itt fontos azonban megjegyezni, hogy Civil3D-ben létre tudunk hozni saját megjelenítési stílussal rendelkező koordináta-geometria (COGO) pontokat<sup>3</sup> is, amely az adott ponthoz a koordináták mellett egyéb

<sup>2</sup> Segítség az angol jelölésekhez: <https://help.autodesk.com/view/CIV3D/2017/ENU/?guid=GUID-DD7C0EA1-8465-45BA-9A39-FC05106FD822>

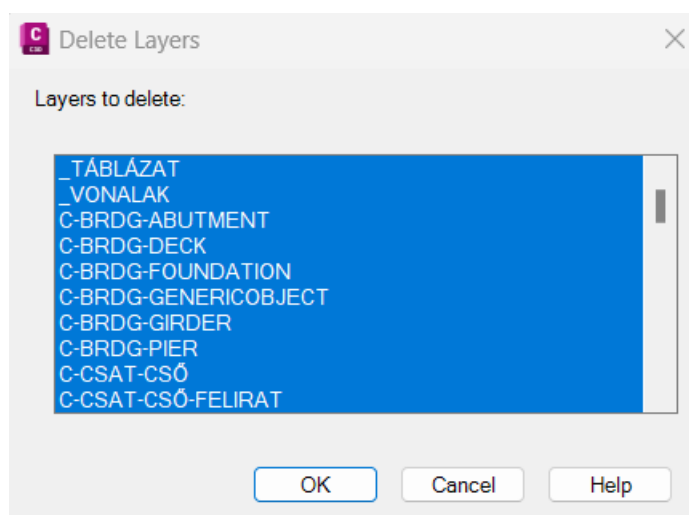
<sup>3</sup> COGO Points: <https://help.autodesk.com/view/CIV3D/2024/ENU/?guid=GUID-3481A6B7-B16E-4636-8FC0-F28119CEC0FD>

attribútumokat (pl.: pontszámot, pontneve, leírás) is képes tárolni, és beállított stílus függvényében megjeleníteni. A szerkesztés során későbbiekben mi is ezeket a COGO pontokat fogjuk majd használni.



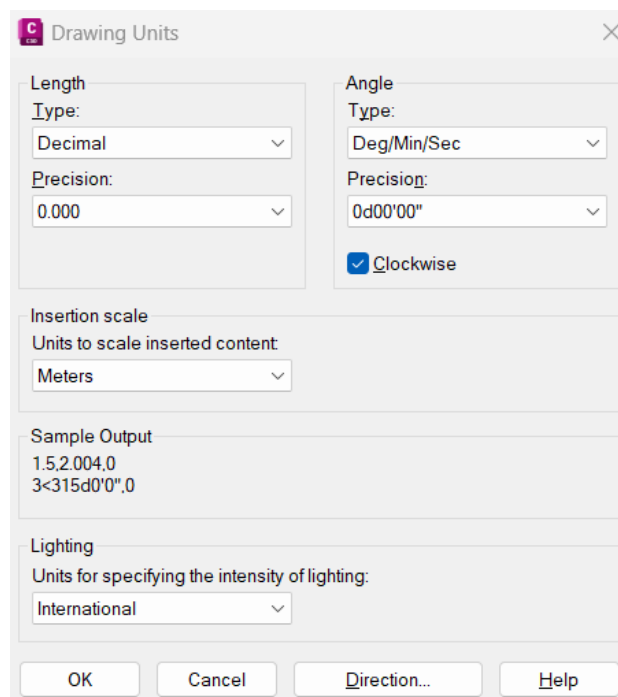
11. ábra: Megjelenő pont objektumok megjelenítésének beállításai

A Civil3D a saját elemeihez előre generált fóliákat használ. Sok esetben zavaróak lehetnek a saját fóliák létrehozásánál, így érdemes lehet ezeket törölni. A **LAYDEL (FÓLIATÖRL)** parancs segítségével név szerint rendezve törölni tudjuk a fölösleges rétegeket.



12. ábra: Civil3D által alapesetben létrehozott üres rétegek

Hasznos parancs a **UNITS (MÉRTEGYS)**, amely segítségével a koordináták, távolságok és szögek megjelenítési formátumát, illetve élességét állíthatjuk be.



13. ábra: Rajzi mértékegységek ablak és az itt lévő ablak és beállításai

A fent említett beállításokat lehetőségünk van rajzsablonfájl (DWT) formájában elmenteni. Így az általunk preferált előzetes beállításokat pár kattintásra alkalmazni tudjuk a programban.

## 3.2. Modellezés

Az AutoCAD-ben úgy, mint ahogy a legtöbb tervező szoftverben egy út modelljének előállítása a tradicionális tervezési gyakorlathoz hasonlóan alapvetően három elem létrehozásából, majd összeillesztéséből áll:

- Nyomvonal, azaz helyszínrajzi úttengely (Alignment)
- Hossz-szelvény (Profile)
- Mintakereszt-szelvény (Assembly)

Ezek segítségével létrehozhatjuk a tervezett utunkat leíró modellt, amelyet kitűzési adatok generálására, különböző rajzi részek elkészítésére vagy akár 3D-s objektumént exportálva, más feladatokra is felhasználhatunk.

A továbbiakban egy fiktív gyorsforgalmi út tervein keresztül mutatjuk be az útmodellezés folyamatát.

### 3.2.1. Vonalvezetés létrehozása

A nyomvonal előállításának lényegében az út tengelyének definiálásából áll. A szükséges adatokat alapvetően a rendelkezésre álló tervekből tudjuk kinyerni, majd felhasználni. Itt elsősorban az út geometriáját leíró kezdő-, sarok-, és végpontok koordinátáját, szelvényszámát, az ívsugarakat, átmeneti ív paramétereit, az ívek hosszát kell felhasználnunk.

1. Táblázat: A tervezett vízszintes vonalvezetés

| Pontszám | Szelvény [m] | Y <sub>EOV</sub> [m] | X <sub>EOV</sub> [m] | Hossz [m] | R      | P     |
|----------|--------------|----------------------|----------------------|-----------|--------|-------|
| A1       | 50300.000    | 621820.201           | 233820.453           | 0.000     |        |       |
| A2       | 50450.000    | 621966.246           | 233786.235           | 150.000   |        |       |
|          |              |                      |                      |           | -35000 |       |
| A3       | 50537.158    | 622051.130           | 233766.459           | 87.158    |        |       |
|          |              |                      |                      |           | 35000  |       |
| A4       | 50610.319    | 622122.387           | 233749.872           | 73.161    |        |       |
| A5       | 50952.535    | 622455.611           | 233671.940           | 342.216   |        |       |
|          |              |                      |                      |           | 2400   | 1250  |
| A6       | 51603.577    | 623081.687           | 233495.328           | 651.042   |        |       |
|          |              |                      |                      |           |        |       |
| A7       | 51963.251    | 623406.751           | 233342.172           | 359.674   |        | 600   |
|          |              |                      |                      |           |        | -1250 |
| A8       | 52113.251    | 623535.703           | 233265.560           | 150.000   |        |       |
| A9       | 52587.840    | 623941.170           | 233018.919           | 474.590   | 600    |       |
|          |              |                      |                      |           |        |       |
| A10      | 52875.840    | 624192.639           | 232878.885           | 288.000   |        |       |
|          |              |                      |                      |           |        | 500   |
| A11      | 53860.237    | 625151.119           | 232842.893           | 984.396   |        |       |
|          |              |                      |                      |           | 1250   |       |
| A12      | 54060.237    | 625334.526           | 232922.512           | 200.000   |        |       |
|          |              |                      |                      |           |        |       |
| A13      | 54260.237    | 625517.933           | 233002.130           | 200.000   |        |       |
|          |              |                      |                      |           |        | 500   |
| A14      | 54592.533    | 625841.025           | 233075.502           | 332.296   | -8500  |       |
|          |              |                      |                      |           |        |       |
| A15      | 54792.533    | 626040.831           | 233082.909           | 200.000   |        |       |
|          |              |                      |                      |           |        |       |
| A16      | 55666.427    | 626912.673           | 233136.852           | 873.895   |        |       |

A munka megkönnyítése érdekében a következő pontokat és az ezekhez tartozó koordinátákat mentjük el egy szöveges fájlba:

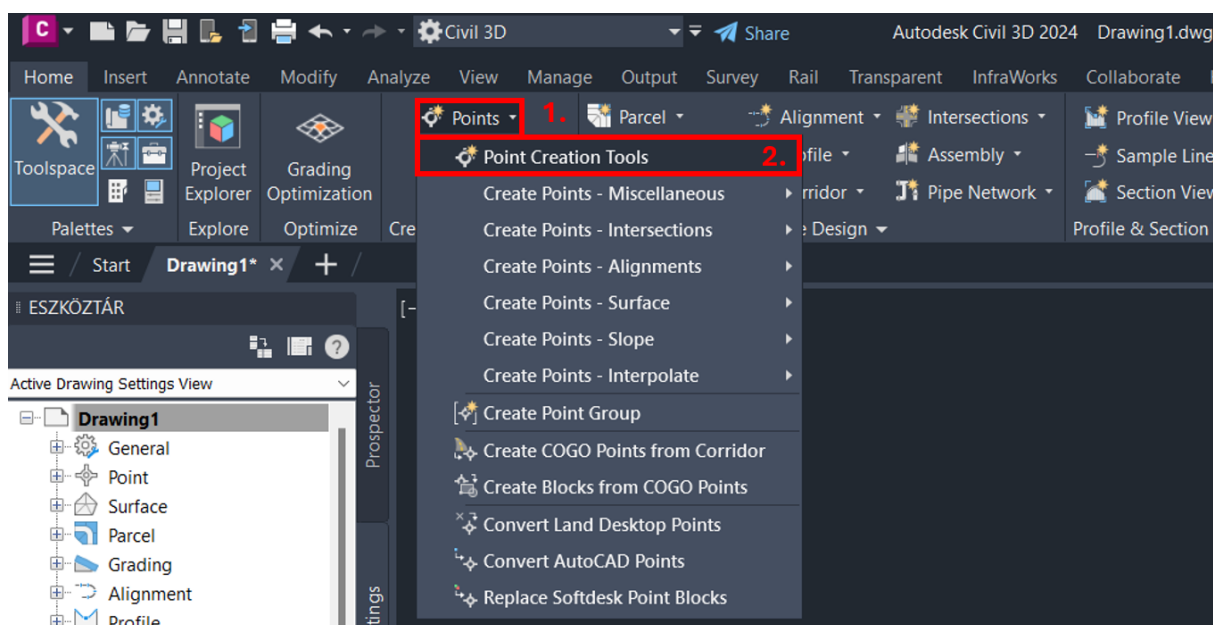
```

1, 621820.201, 233820.453
2, 621966.246, 233786.235
3, 622051.130, 233766.459
4, 622122.387, 233749.872

```

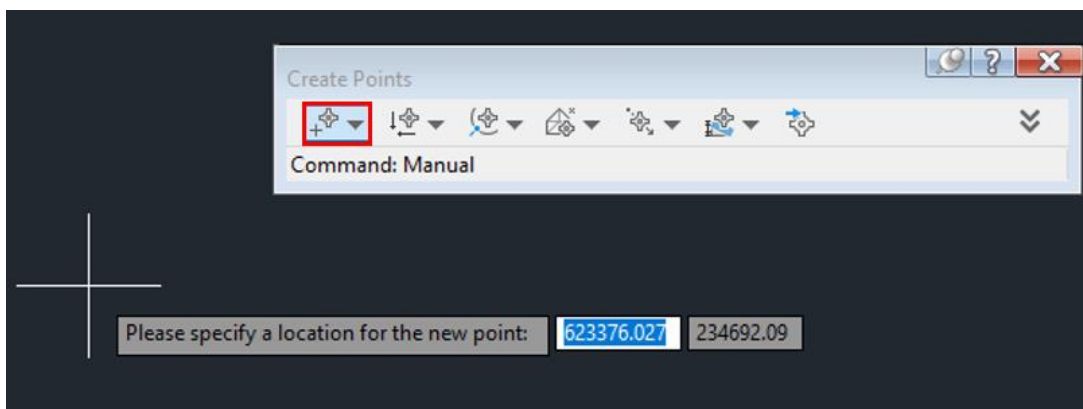
5,622455.611,233671.940  
 6,623081.687,233495.328  
 7,623406.751,233342.172  
 8,623535.703,233265.560  
 9,623941.170,233018.919  
 10,624192.639,232878.885  
 11,625151.119,232842.893  
 12,625334.526,232922.512  
 13,625517.933,233002.130  
 14,625841.025,233075.502  
 15,626040.831,233082.909  
 16,626912.673,233136.852

Ezt követően használjuk a Civil3D beépített funkcióit a pontok betöltéséhez. A funkciót a **Home (Alap) → Points (Pontok) → Point Creation Tools (Pontok létrehozása eszköztár)** menüponton belül érhetjük el.



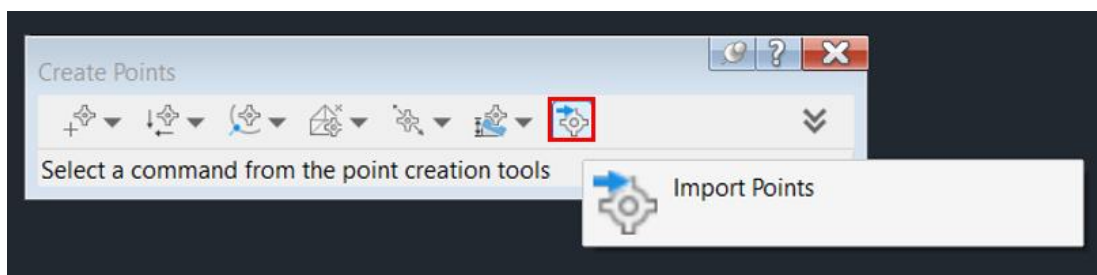
14. ábra: Pontok betöltésére használható funkció betöltése

A funkción belül elérhetővé válik egy pont objektum előállítására használható eszköztár. Itt lehetőségünk van a pontokat manuálisan, vagy szöveges fájlból hozzáadni. Manuális bevitel esetén rendre megadhatjuk a pontok Y, X koordinátáját, pontkódját és magasságát is.



15. ábra: Pontok bevitele manuálisan

Amennyiben több pontunk van érdemes a koordináta jegyzék fájlból történő beolvasását használnunk, amit az **Import Points (Pontok importálása)** segítségével tehetünk meg.



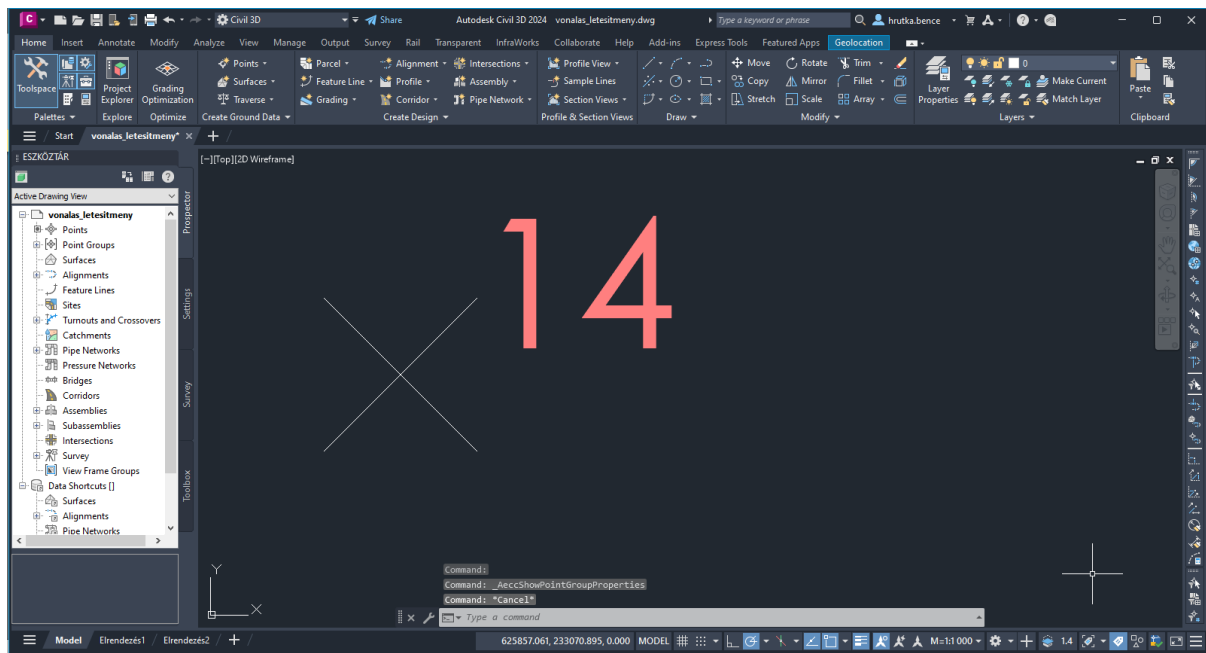
16. ábra: Pontok fájlból való betöltésére használható funkció

A megjelenő ablakban megadhatjuk a pontjainkat tartalmazó fájlt, annak formázását is. Akár külön pontcsoportot is létrehozhatunk.

A Civil3D a betöltött pontokhoz egy alapértelmezett stílust és címkét rendel hozzá. Utóbbi állapota több esetben kikapcsolt, ezért nem jelenik meg a címke. Amennyiben az alapbeállításokat szeretnénk módosítani, akkor a pontok kijelölése után a menüsávban megjelenő **Point Group Properties-en (Pontcsoport tulajdonságai)** belül tehetjük ezt meg. Itt a pontok megjelenítési módja mellett lehetőségünk van különböző adatokat is kiíratni az egyes pontokhoz. Amennyiben telepítettük a Civil3D magyar kiegészítőjét, akkor itt különböző magyar megnevezések közül is választhatunk.

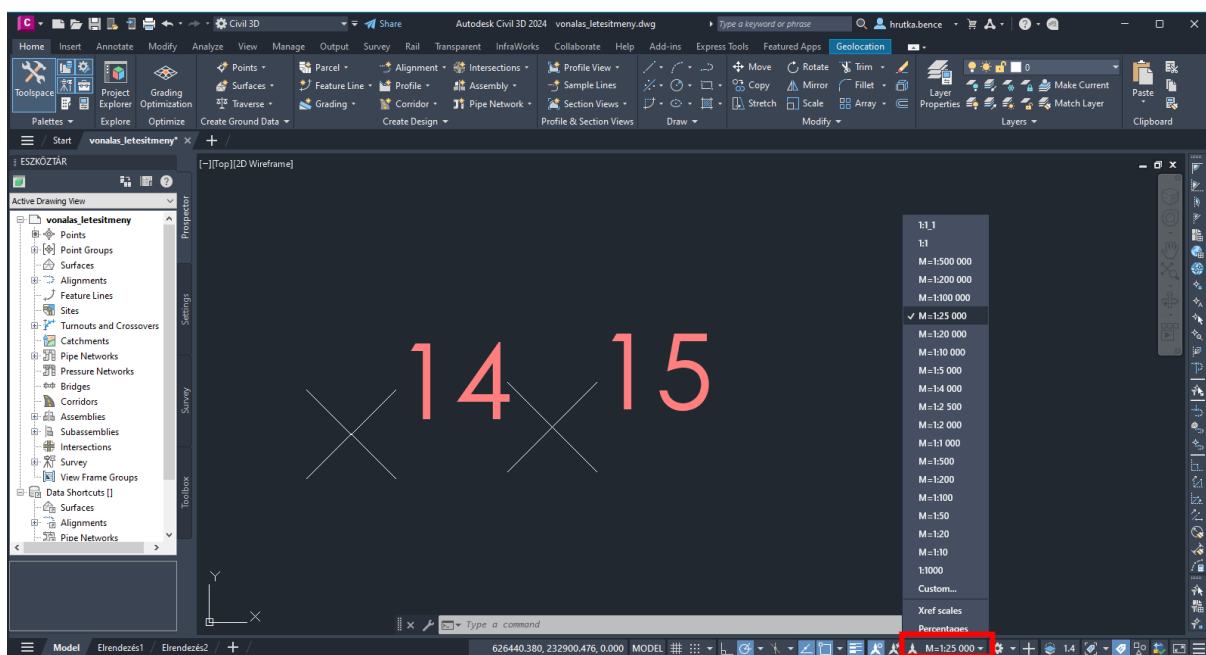






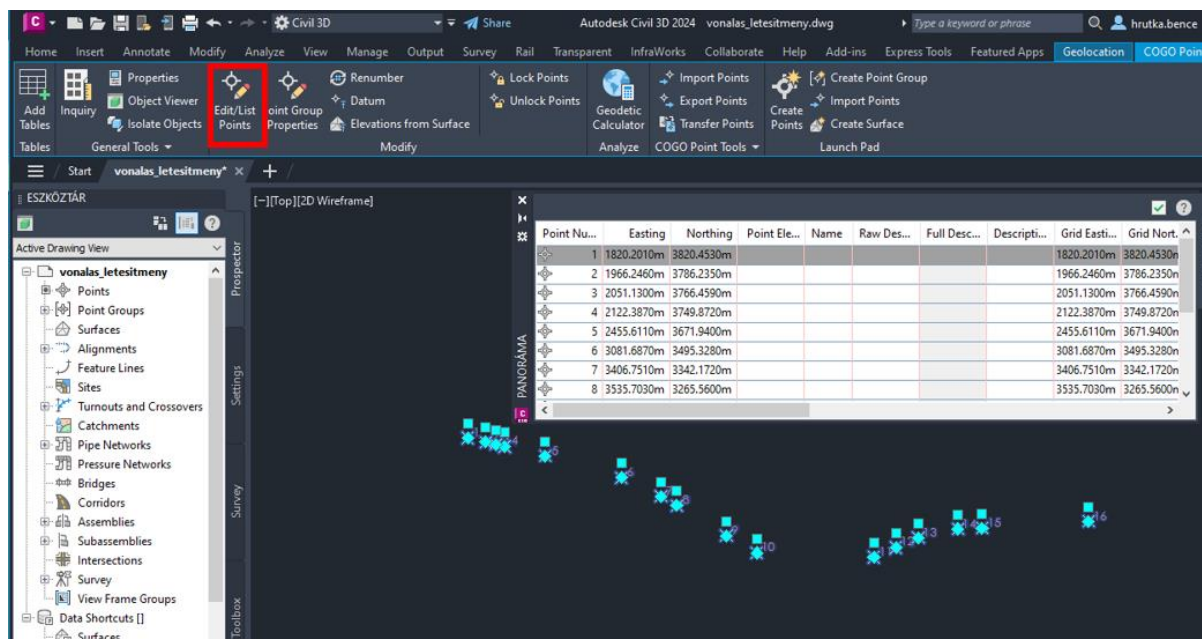
19. ábra: Pont objektum beállított felirattal

Amennyiben szeretnénk növelni a megjelenő értékek együttes méretét a modell térben, ezt bal alul található **Annotation Scale (Feliratozáslépték)** funkcióval tehetjük meg. A későbbi szerkesztéshez érdemes ezt beállítanunk.



20. ábra: A feliratok megjelenítési méretének módosítása

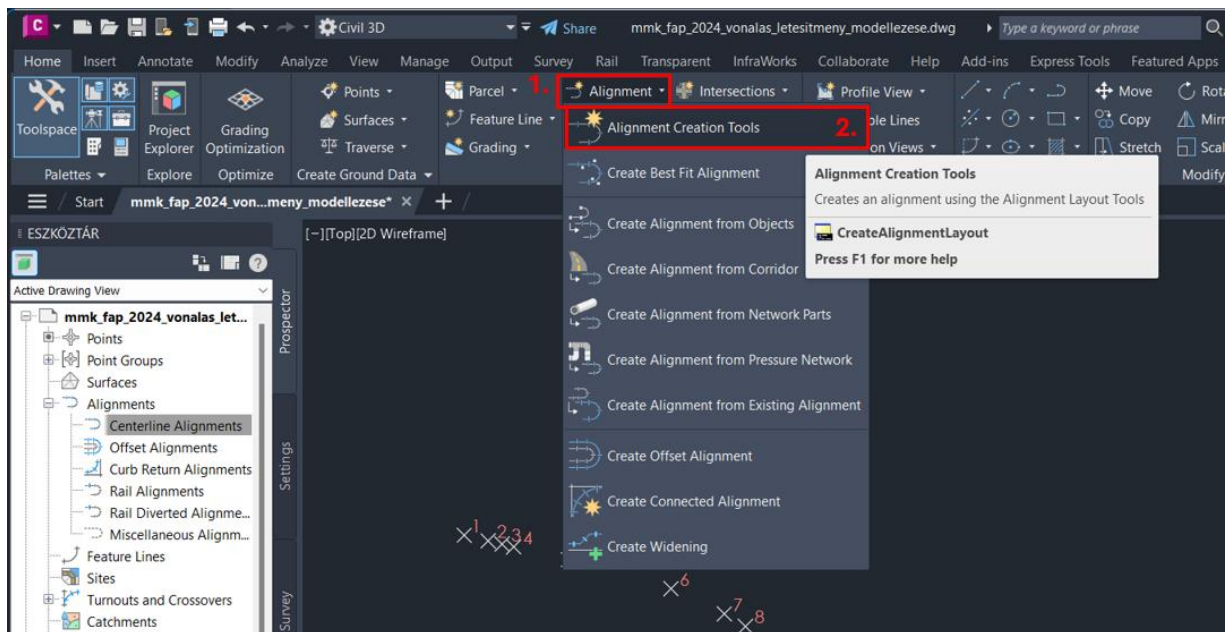
A pontok kijelölése után az **Edit/List Points-ra (Pontszerkesztőre)** kattintva egy táblázaton belül van lehetőségünk utólag is megnézni, ellenőrizni, illetve szerkeszteni a betöltött adatokat.



21. ábra: Importált pontok adatok megtekintése és szerkesztése

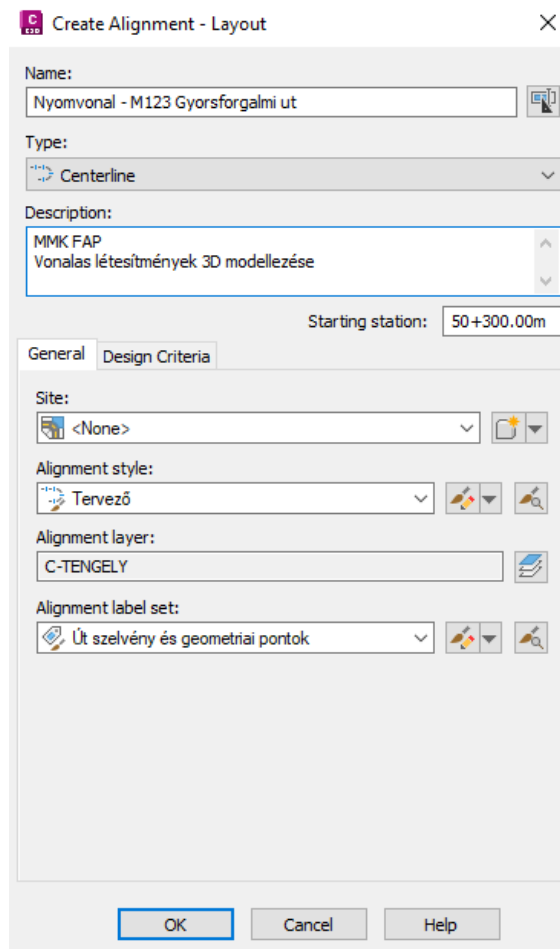
A jellemző pontok megadását és ellenőrzését követően elkezdhetjük az *Alignment*, vagyis a helyszínrajzi vonalvezetést létrehozását. A Civil3D-ben létrehozható nyomvonal dinamikus objektumként hozható létre. Létrehozása után az alkotóelemeket (pl.: kezdő- és végpontok pozíciója, ívek sugara stb.) igény szerint tetszőlegesen változtathatjuk, aminek eredményeként az egyes elemek feliratai is frissülnek, dinamikusan változnak.

Nyomvonal objektum létrehozását a Home (Alap) → Alignment (Nyomvonal) → Alignment Creation Tools (Nyomvonal-tervezési eszközök) parancsok segítségével kezdhetjük el.



22. ábra: Vonalvezetés eszköztár elérése

Az elérési útvonalat követve egy ablak jelenik meg, ahol lehetőségünk van a vonalvezetés nevének, kezdőszelvényének és stílusának megadására. Akár különböző megjegyzéseket is tehetünk a nyomvonalunkhoz, különböző tervezést segítő beállítások között is válogathatunk, például a tervezési sebességet is beállíthatjuk.



23. ábra: Vízszintes vonalvezetés létrehozása

A paraméterek beállítása után az **OK** gombra kattintva egy eszköztár jelenik meg, amely segítségével elkezdhetjük a nyomvonal létrehozását. A szerkesztés során az itt elérhető funkciók segítségével adhatjuk majd hozzá a nyomvonalunkhoz az egyes elemeket. Fontos megjegyezni, hogy ezeknek az elemeknek az irányultságát – vagyis a szelvényezés irányát – a pontok megadásának sorrendjét határozza meg a szerkesztés során.



24. ábra: Vonalvezetés eszköztár

Az eszköztárban a következő opciók<sup>4</sup> állnak rendelkezésünkre:

- 1.) **Continuous Geometry Creation Tools:** Egyrészt lehetővé teszi, hogy rögzített érintők sorozatát (Tangent to Tangent) adjuk hozzá megadott pontok között. Azt is lehetővé teszi, hogy automatikusan íveket adjunk az így kialakított sarokpontokhoz.
- 2.) **Insert PI (SP beillesztése):** A nyomvonal objektum létrehozása után új sarokpontokat - SP (Points of Intersection - PI) adhatunk hozzá a nyomvonalhoz.
- 3.) **Delete PI (SP törlése):** Az eszköz segítségével sarokpontokat törölhetünk.
- 4.) **Break-Apart PI (SP darabolása):** Lehetővé teszi egy-egy sarokpont ketté osztását az érintők végpontjának találkozásánál. A 5-9. pontok esetében egy legördülő menüből választhatunk. Itt az egyes elemeket definiálására különböző lehetőségeink vannak. Az eszköztáron megjelenő ikonok mindig az éppen aktív, kiválasztott opciót érhetjük el.
- 5.) **Individual Line Creation Tools (Vonaleszközök):** Lehetővé teszi egyedül álló egyenes elemek létrehozását.
- 6.) **Individual Curve Creation Tools (Ív eszközök):** Lehetővé teszi egyedül álló körívek létrehozását.
- 7.) **Floating Line with Spiral Creation Tools (Vonalak átmenetiív eszközök):** Lehetővé teszi folytonosan csatlakozó egyenes elemek és átmeneti ívek létrehozását.
- 8.) **Curve with Spiral Creation Tools (Ívek átmenetiív eszközök):** Lehetővé teszi folytonosan csatlakozó, valamint köztes körív és átmeneti ív kombinációk létrehozását.
- 9.) **Individual Spiral Creation Tools (Átmenetiív eszközök):** Lehetővé teszi köztes átmeneti ívek létrehozását.
- 10.) **Convert AutoCAD Line and Arc (AutoCAD vonal és ív konvertálása):** Meglévő AutoCAD objektumokból (vonalak, ívek) hozhatunk létre nyomvonal elemeket.
- 11.) **Reverse Sub-Entity Direction (Alkotóelem irányának megfordítása):** Lehetővé teszi a vonal vagy ív alkotóelemek irányának megfordítását.
- 12.) **Delete Sub-Entity (Alkotóelem törlése):** Lehetővé teszi a meghatározott nyomvonal elemek (egyes, ív, átmeneti ív) törlését.
- 13.) **Edit Best Fit Data for All Entities (Az összes elem közelítési adatának szerkesztése):** Amennyiben regresszió segítségével hoztuk létre a nyomvonalat,

---

<sup>4</sup> Alignment Layout Tools segédlet: <https://help.autodesk.com/view/CIV3D/2024/ENU/?guid=GUID-1481F228-A59C-427A-A4B0-B83CA74A401E>

akkor itt lehetőségünk van megjeleníteni, illetve szerkeszteni az „legjobb” illesztéshez használt adatokat.

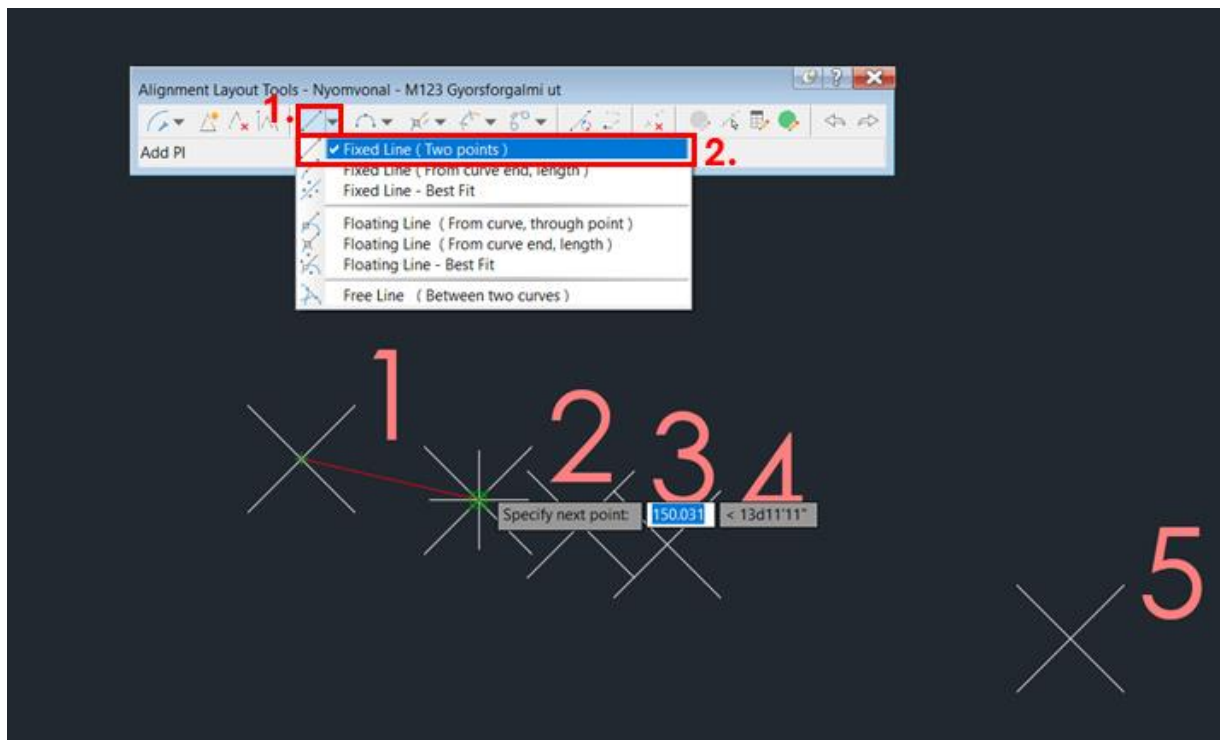
- 14.) **Pick Sub-Entity (Válasszon egy alkotóelemet):** Lehetővé teszi a kiválasztott alkotóelem paramétereinek megjelenítését és szerkesztését.
- 15.) **Sub-Entity Editor (Alkotóelem szerkesztő):** Lehetővé teszi a kiválasztott nyomvonal elemek numerikus adatainak táblázatban való megjelenítését.
- 16.) **Alignment Grid View (Nyomvonal elemek táblázata):** Táblázatos formában megjeleníti a létrehozott nyomvonal egyes elemeit és az egyes elemekhez beállított paramétereiket.
- 17.) **Undo (Visszavonás):** Lehetővé teszi az előző parancs(ok) visszavonását.
- 18.) **Redo (Előre):** Lehetővé teszi a visszavont parancs(ok) újbóli alkalmazását.

A tervek és eszköztár megismerése után elkezdhetjük létrehozni a nyomvonalunkat. Az eszköztár segítségével különböző módszerek között választhatunk az egyes elemek létrehozása során. Minden rajzi elemből három különböző típus különböztethetünk meg: egyedi (fix), csatlakozó (floating) és köztes (free).

Az egyedi típus esetén fix pontokat kell definiálnunk, amely segít az egyes elemek elhelyezésében (pl.: egyenes esetében kezdő- és végpontok). Az csatlakozó esetben a nyomvonalunk utolsó eleméhez tudjuk hozzácsatolni a kiválasztott elemet (egyenes, ív, átmeneti ív). Köztes típusnál meglévő elemek közé (pl.: két érintő egyenes, újabb átmeneti ív létrehozása) beilleszteni egy ismeretlen paraméterű elemet.

Kezdjük el a nyomvonal létrehozását az egyenes elemek megadásával. Mivel az egyes elemek kezdő- és végpontjainak koordinátái a megadott tervekből ismertek, így az elemek létrehozásánál is pontok megadásán alapuló funkciókat érdemes használni:





25. ábra: Egyenes elem létrehozása két pont között

Erre több lehetőségünk is van. A fenti ábrán bemutatott módszer mellett használhatjuk a **Continuous Geometry Creation Tools**-on belül rendelkezésreálló funkciókat is. Gyorsabb, profibb megoldás, ha a pontok helyett vonallánc koordinátaként illesztjük a program parancssorába a koordinátáinkat. Ezt **PLINE** parancs segítségével, majd YX koordinátapárok szóközzel, vagy sortöréssel elválasztott adatainak beillesztésével tehetjük meg. A létrehozott vonalláncot a **Convert AutoCAD Line and Arc (AutoCAD vonal és ív konvertálása)**-al konvertálni tudjuk a Civil3D nyomvonal objektumává.

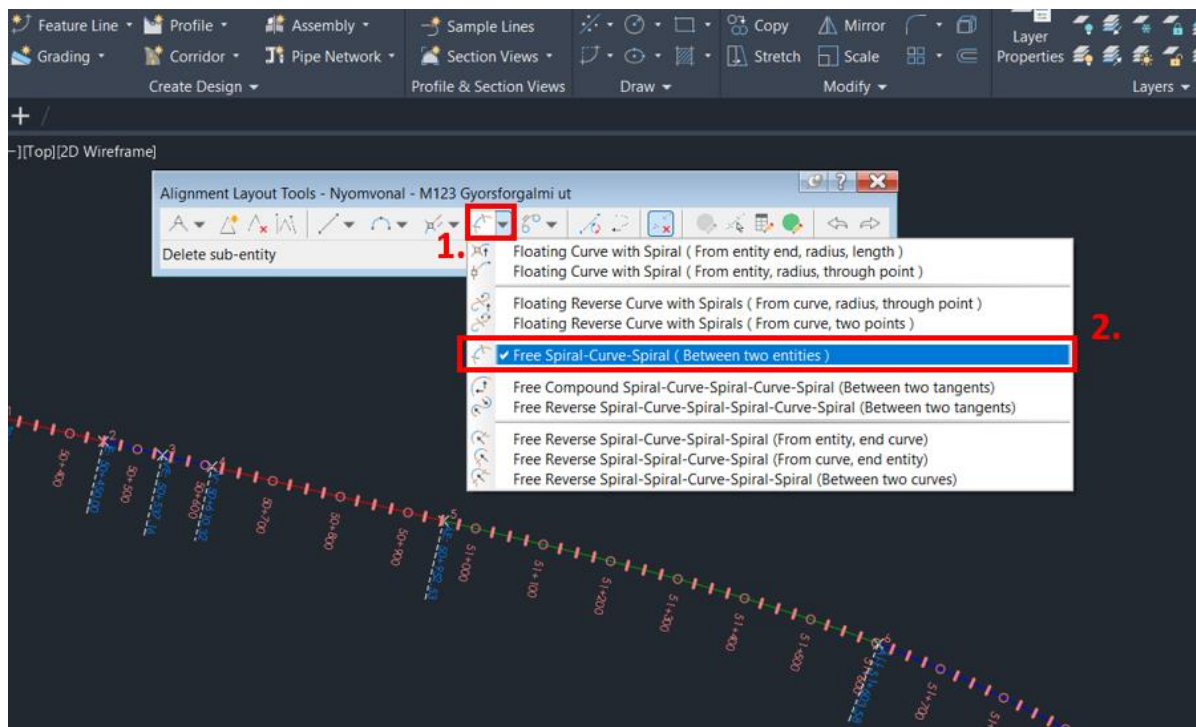
A szakasz(ok) megadása után **ESC** billentyű lenyomásával frissíthetjük az objektumot, így már a kiválasztott stílusnak megfelelő feliratozás is megjelenik, jelezve azt, hogy az adott elemet sikerült hozzáadni a nyomvonal objektumhoz és folytathatjuk a szerkesztést.

Az egyenesek mellett gyakran használt elem az átmeneti íves körív. A Civil3D eszköztárában ezt a **Free Spiral-Curve-Spiral (Köztes átmenetiív-ív-átmenetiív)**<sup>5</sup> tudjuk hozzáadni a nyomvonalunkhoz. Az elem definiálásához meg kell adnunk azokat az elemeket, amik közé szeretnénk beilleszteni az átmeneti íves körívünket, majd ezt követően meg kell adnunk a körív sugarát, a bemenő átmeneti ív P (angol jelöléssel: A)

<sup>5</sup> Free Spiral-Curve-Spiral: <https://help.autodesk.com/view/CIV3D/2024/ENU/?guid=GUID-2ACE6E04-2523-47E4-8CB0-D68568C7FF9C>

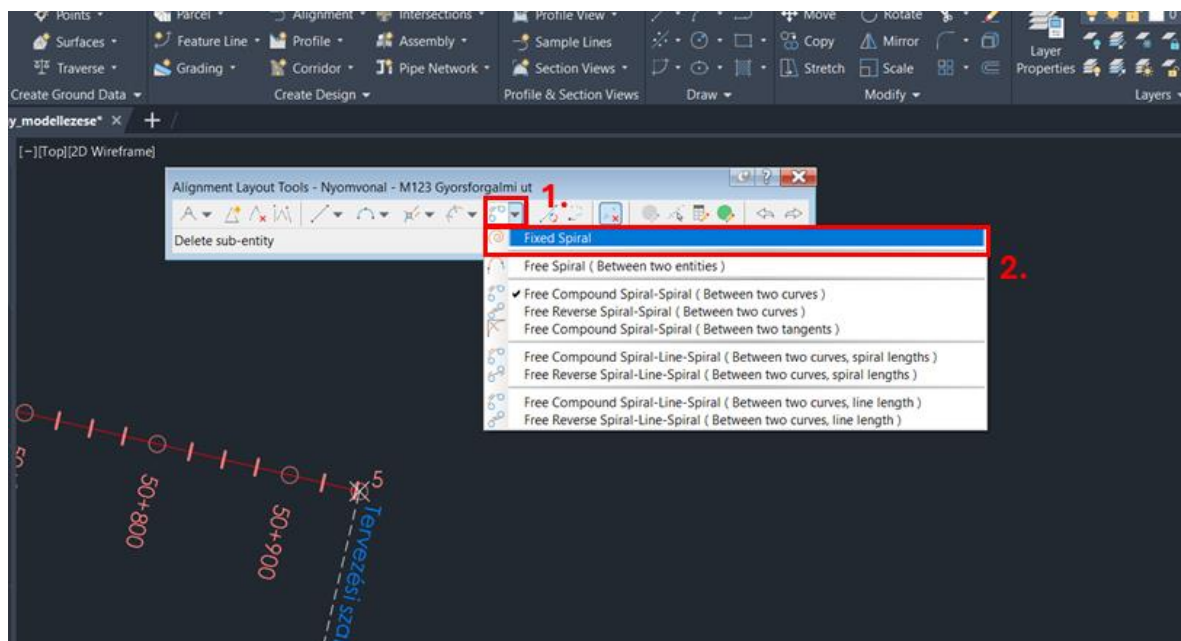


paraméterét, majd a kimenő átmeneti ív paraméterét. Amennyiben a P értéke nem ismert, akkor az átmeneti ív hosszát is megadhatjuk.



26. ábra: Átmeneti íves körív létrehozása

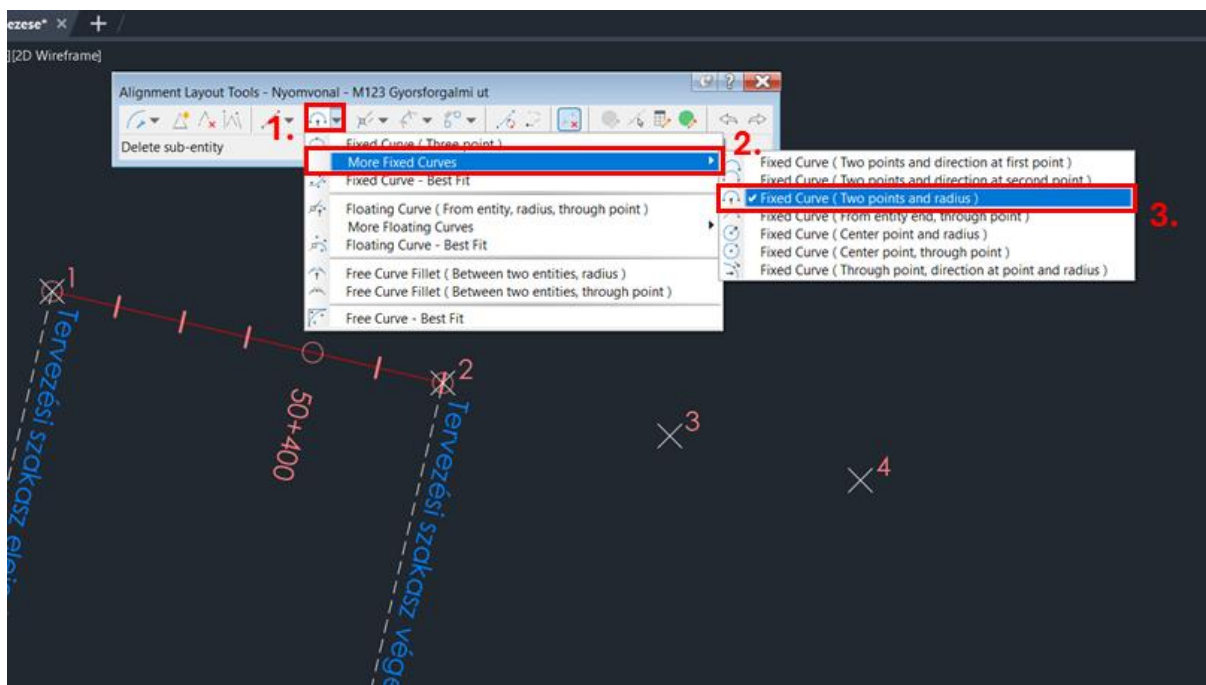
Az rendelkezésre álló eszköztárunkkal az átmeneti íveket, tiszta köríveket akár külön-külön is létrehozhatjuk. Az átmeneti ívek létrehozására használható funkciót a következő módon tudjuk elérni:



27. ábra: Átmeneti ív létrehozása

A **Fixed Spiral (Rögzített átmenetív)**<sup>6</sup> funkción belül meg kell adnunk az átmeneti ív kiinduló elemét, jelen esetben az egyenes elemet. Ezután be kell állítanunk, hogy milyen típusú átmeneti ívet akarunk szerkeszteni (pl.: bemenő, kimenő átmeneti ív stb.), majd meg kell adnunk, hogy óramutató járásával egyező, vagy azzal ellentétes irányba szeretnénk-e azt elindítani. Ezt követően megadhatjuk az átmeneti ívünk adatait (pl.:  $p$ ,  $R$ ), ami alapján a program automatikusan kiszerkeszti az elemet. A rendelkezésünkre álló adatok alapján más szerkesztési funkciókkal is próbálkozhatunk.

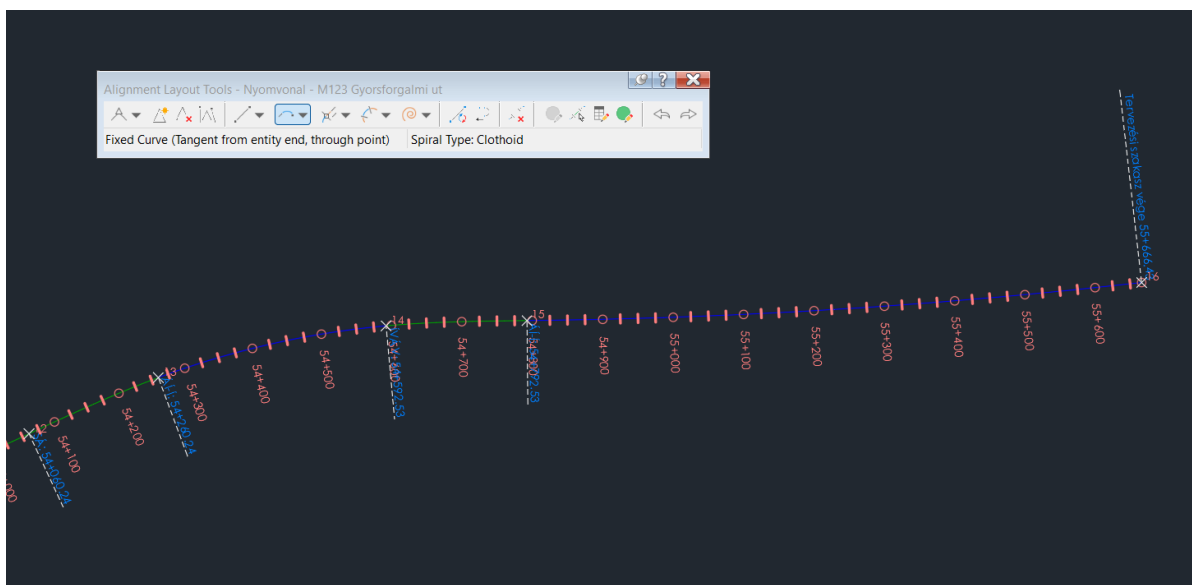
Tiszta körív szerkesztésére is számos egyéb lehetőséget kínál az eszköztár. A következőben nézzünk meg az egyik ilyen, amelyet a rendelkezésünkre álló adatokat felhasználva tudunk alkalmazni.



28. ábra: Tiszta körív létrehozása

Az egyes elemek megadásával megszerkeszthetjük a nyomvonalunkat.

<sup>6</sup> Fixed Spiral: <https://help.autodesk.com/view/CIV3D/2024/ENU/?guid=GUID-C0574078-D5C1-47EC-84C8-A41FE22EBBCA>



29. ábra: A létrehozott nyomvonal

A szerkesztés során megadott paramétereket lehetőségünk van ellenőrizni, utólag módosítani.

| No. | Type   | Tangency Constraint     | Parameter Constraint | Length   | Radius     | A         | Direction        | Start Station | End Station | Delta angle  | Chord length |
|-----|--------|-------------------------|----------------------|----------|------------|-----------|------------------|---------------|-------------|--------------|--------------|
| 1   | Line   | Not Constrained (Fixed) | Two points           | 150.000m |            |           | S76° 48' 48...   | 50+300.00m    | 50+450.00m  |              |              |
| 2   | Curve  | Not Constrained (Fixed) | Three points         | 87.157m  | 35000.000m |           |                  | 50+450.00m    | 50+537.16m  | 000.1427 (d) | 87.15...     |
| 3   | Curve  | Not Constrained (Fixed) | Three points         | 73.162m  | 35000.000m |           |                  | 50+537.16m    | 50+610.32m  | 000.1198 (d) | 73.16...     |
| 4   | Line   | Not Constrained (Fixed) | Two points           | 342.216m |            |           | S76° 50' 12...   | 50+610.32m    | 50+952.54m  |              |              |
| 5   | Spiral | Not Constrained (Fixed) | Spiral Start ...     | 651.042m |            | 1250.000m |                  | 50+952.54m    | 51+603.58m  | 007.7712 (d) |              |
| 6   | Curve  | Not Constrained (Fixed) | Three points         | 359.674m | 2399.974m  |           |                  | 51+603.58m    | 51+963.25m  | 008.5867 (d) | 359.33...    |
| 7   | Spiral | Not Constrained (Fixed) | Spiral Start ...     | 150.000m |            | 600.000m  |                  | 51+963.25m    | 52+113.25m  | 001.7905 (d) |              |
| 8   | Line   | Not Constrained (Fixed) | Two points           | 474.589m |            |           | S58° 41' 17.7... | 52+113.25m    | 52+587.84m  |              |              |
| 9   | Spiral | Not Constrained (Fixed) | Spiral Start ...     | 288.000m |            | 600.000m  |                  | 52+587.84m    | 52+875.84m  | 006.6005 (d) |              |
| 10  | Curve  | Not Constrained (Fixed) | Three points         | 984.397m | 1249.999m  |           |                  | 52+875.84m    | 53+860.24m  | 045.1215 (d) | 959.15...    |
| 11  | Spiral | Not Constrained (Fixed) | Spiral Start ...     | 200.000m |            | 500.000m  |                  | 53+860.24m    | 54+060.24m  | 004.5837 (d) |              |
| 12  | Spiral | Not Constrained (Fixed) | Spiral Start ...     | 200.000m |            | 500.000m  |                  | 54+060.24m    | 54+260.24m  | 004.5837 (d) |              |
| 13  | Curve  | Not Constrained (Fixed) | Three points         | 332.296m | 1249.987m  |           |                  | 54+260.24m    | 54+592.53m  | 015.2315 (d) | 331.31...    |
| 14  | Spiral | Not Constrained (Fixed) | Spiral Start ...     | 200.000m |            | 500.000m  |                  | 54+592.53m    | 54+792.53m  | 004.5837 (d) |              |
| 15  | Curve  | Not Constrained (Fixed) | Three points         | 873.894m | 8499.532m  |           |                  | 54+792.53m    | 55+666.43m  | 005.8910 (d) | 873.50...    |

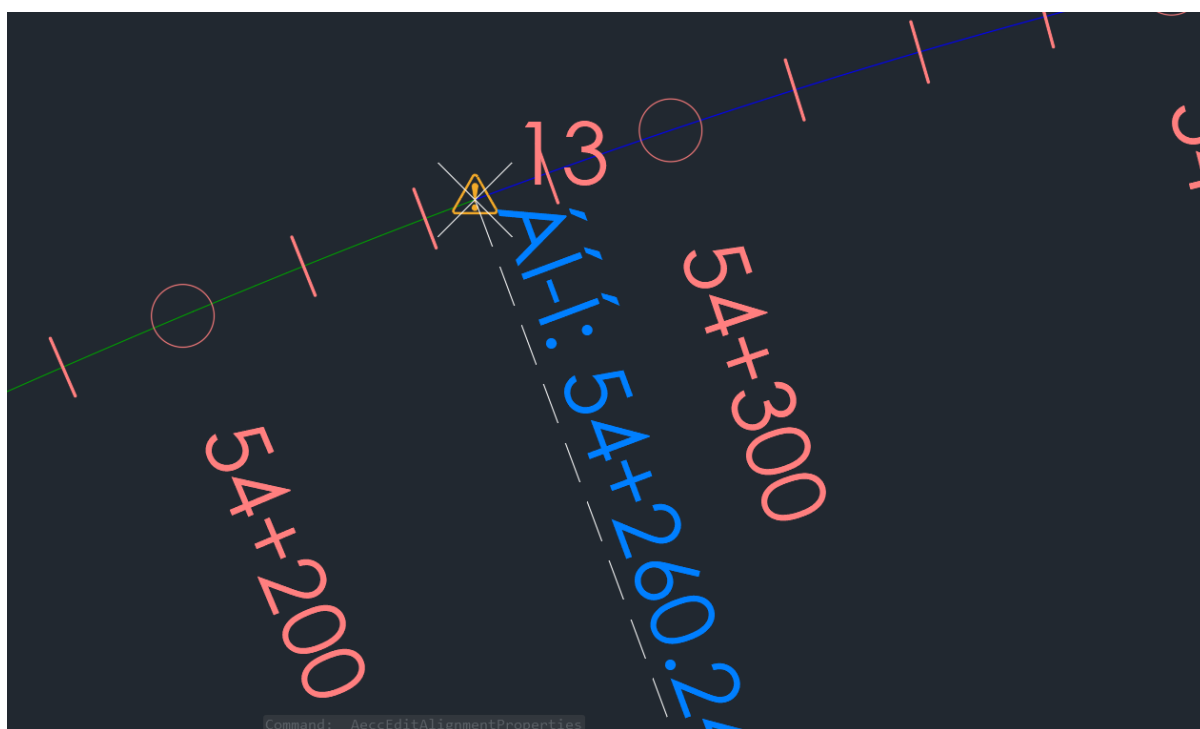
30. ábra: A nyomvonal egyes elemeinek megjelenítése táblázatos formában, megadott paraméterekkel

A nyomvonal létrehozásánál előfordulhat olyan szituáció, amikor az egyes elemeket a meglévő tervek alapján nem tudjuk tökéletesen összekapcsolni. Ilyenkor célszerű különböző hozzáadási módokat próbálgatni. Az így kialakított értékeket a táblázatban a lakat ikon feloldása után szerkeszteni a tervben megadott értékekere.

| No. | Type   | Tangency Constraint     | Parameter Constrai... | Parameter ...    | Length   | Radius     | A         |
|-----|--------|-------------------------|-----------------------|------------------|----------|------------|-----------|
| 1   | Line   | Not Constrained (Fixed) |                       | Two points       | 150.000m |            |           |
| 2   | Curve  | Not Constrained (Fixed) |                       | Three points     | 87.157m  | 35000.000m |           |
| 3   | Curve  | Not Constrained (Fixed) |                       | Three points     | 73.162m  | 35000.000m |           |
| 4   | Line   | Not Constrained (Fixed) |                       | Two points       | 342.216m |            |           |
| 5   | Spiral | Not Constrained (Fixed) |                       | Spiral Start ... | 651.042m |            | 1250.000m |
| 6   | Curve  | Not Constrained (Fixed) |                       | Three points     | 359.674m | 2400.000m  |           |
| 7   | Spiral | Not Constrained (Fixed) |                       | Spiral Start ... | 150.000m |            | 600.000m  |
| 8   | Line   | Not Constrained (Fixed) |                       | Two points       | 474.589m |            |           |
| 9   | Spiral | Not Constrained (Fixed) |                       | Spiral Start ... | 288.000m |            | 600.000m  |
| 10  | Curve  | Not Constrained (Fixed) |                       | Three points     | 984.397m | 1250.000m  |           |
| 11  | Spiral | Not Constrained (Fixed) |                       | Spiral Start ... | 200.000m |            | 500.000m  |
| 12  | Spiral | Not Constrained (Fixed) |                       | Spiral Star...   | 200.000m |            | 500.000m  |
| 13  | Curve  | Not Constrained (Fixed) |                       | Three points     | 332.296m | 1250.000m  |           |
| 14  | Spiral | Not Constrained (Fixed) |                       | Spiral Star...   | 200.000m |            | 500.000m  |
| 15  | Curve  | Not Constrained (Fixed) |                       | Three points     | 873.894m | 8500.000m  |           |

31. ábra: A tervezett nyomvonal paramétere

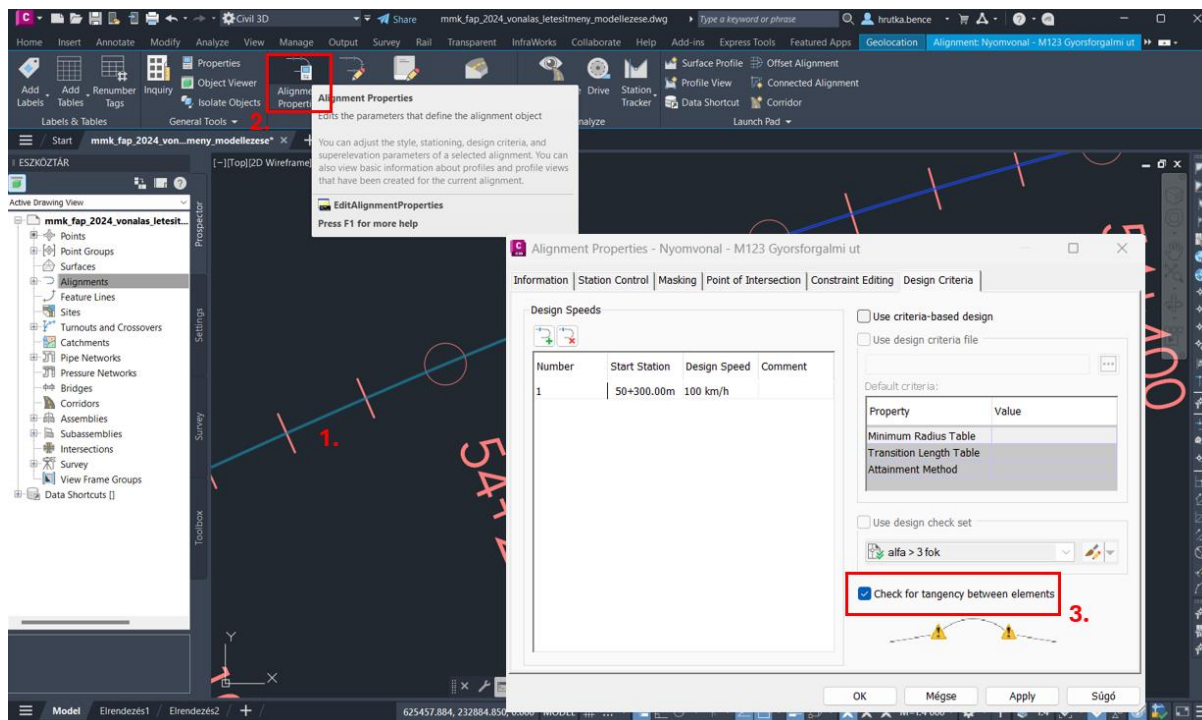
Bizonyos esetekben a létrehozott elemeknél, paraméter módosítások után figyelmesek lehetünk sárga felkiáltójelekre a táblázat adott soraiban és a modell térben egyaránt.



32. ábra: Figyelmeztető szimbólum a modell térben

Az AutoCAD Civil3D elsősorban úttervezésre használt program, így számos ellenőrző funkció, különböző szabványok is megtalálható benne, amelyek a tervezést segítik. A ! szimbólumok valamilyen geometriai problémára utalnak (pl. a beállított tervezési sebesség nem megfelelő a kialakított geometriához). Mivel itt egy már megtervezett geometria rekonstruálása a cél, így a tervezési paraméterek átírása nem célszerű. Az megadott értékektől való eltérés sok környezeti körülmény befolyásolhatja, ez a

tervező jogkörébe körébe tartozik. A kapcsolódó beállításokat a nyomvonal kijelölése után érhetünk el következő ablakban:



33. ábra: Nyomvonal tulajdonságok ellenőrzése

A nyomvonal tulajdonságoknál lehetőségünk van a tervezési sebességet átállítani, akár a tervezési gyakorlatban is használatos szabványokat beállíthatunk. Alap esetben a program ellenőrzi az egyes elemek (pl.: egyenesek és ívek érintőinek) találkozásait, és amennyiben azok egy adott értéken kívül esnek, akkor arról egy figyelmeztetést ad. Ezt lehetőségünk van kikapcsolni, viszont nem érdemes élni ezzel a lehetőséggel, hiszen folytonos geometria esetén visszajelzést kaphatunk az esetlegesen létrejövő törésekről.

Sajnos a modell reprodukálás során belefuthatunk ilyen problémákba. Oka lehet a terv sajátossága, vagy akár az eltérő tervező program használat is. Sok esetben viszont foglalkozni kell a problémával mert, ha nincs kezelve, akkor nem minden esetben engedi a modellezést a Civil3D.

### 3.2.2. Hossz-szelvény létrehozása

A vízszintes vonalvezetés definiálása után a következő fejezetben a hossz-szelvény generálást nézzük végig. A hossz-szelvény az AutoCAD-ben szintén egy dinamikus objektum, amelynek előfeltétele, hogy legyen egy vízszintes vonalvezetésünk.

A hossz-szelvény előállításához szükségünk lesz a tervekből kiolvasható magassági vonalvezetésre is.

2. Táblázat: A tervezett magassági vonalvezetés

| Pontszám | Szelvény [m] | h [mBf.] | Hossz [m] | R       |
|----------|--------------|----------|-----------|---------|
| B1       | 50300.000    | 110.795  | 625.000   |         |
| B2       | 50925.000    | 110.733  |           |         |
|          |              |          | 50.000    | 1000000 |
| B3       | 50975.000    | 110.729  | 321.318   |         |
| B4       | 51296.318    | 110.713  |           |         |
|          |              |          | 87.707    | -50000  |
| B5       | 51384.025    | 110.631  |           |         |
|          |              |          | 90.207    | 50000   |
| B6       | 51474.232    | 110.550  | 800.768   |         |
| B7       | 52275.000    | 110.550  |           |         |
|          |              |          | 250.000   | 50000   |
| B8       | 52525.000    | 111.175  | 125.000   |         |
| B9       | 52650.000    | 111.800  |           |         |
|          |              |          | 284.796   | -35000  |
| B10      | 52934.796    | 112.065  |           |         |
|          |              |          | 954.754   | 250000  |
| B11      | 53889.550    | 110.893  |           |         |
|          |              |          | 107.950   | 25000   |
| B12      | 53997.500    | 111.200  | 155.000   |         |
| B13      | 54152.500    | 111.975  |           |         |
|          |              |          | 522.500   | -52250  |
| B14      | 54675.000    | 111.975  | 125.000   |         |
| B15      | 54800.000    | 111.350  |           |         |
|          |              |          | 460.000   | 92000   |
| B16      | 55260.000    | 110.200  | 406.427   |         |
| B17      | 55666.427    | 110.200  |           |         |

Ahogy a vízszintes vonalvezetésnél tettük a szerkesztés könnyítése érdekében érdemes az adatokat kigyűjtenünk egy szöveges fájlba, majd az adatokat fájlból betöltenünk. A magassági vonalvezetést leíró fájlunk<sup>7</sup> a következő információkat kell tartalmazza:

- Minden sor szelvény számmal kezdődik, amelyet egy szóközzel elválasztva követ a tervezett magassági érték.
- Amennyiben van lekerekítés, vissza kell számolni az adott hossz-szelvényt alkotó egyenesek szelvényét, magasságát, valamint egy harmadik adatként meg kell adni az ív hosszát.

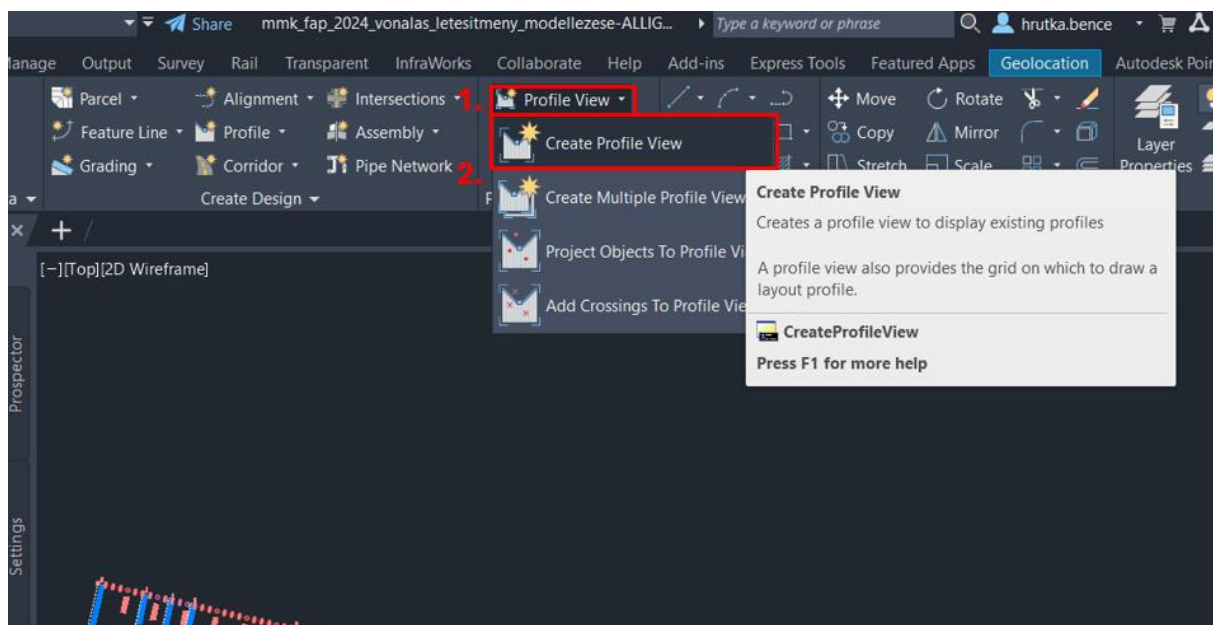
<sup>7</sup> A magassági vonalvezetést leíró fájl: <https://help.autodesk.com/view/CIV3D/2024/ENU/?guid=GUID-58F36650-6B76-4449-BF49-A7899B6F8320>



Jelen esetben nem áll rendelkezésre az ívek hossza, szelvénytípusa, ezek magassága, így a magassági vonalvezetés létrehozásához, csak az egyes elemek kezdő- és végpontjainak szelvénytípusát és megadott elem magasságát gyűjtjük ki a TXT fájlba:

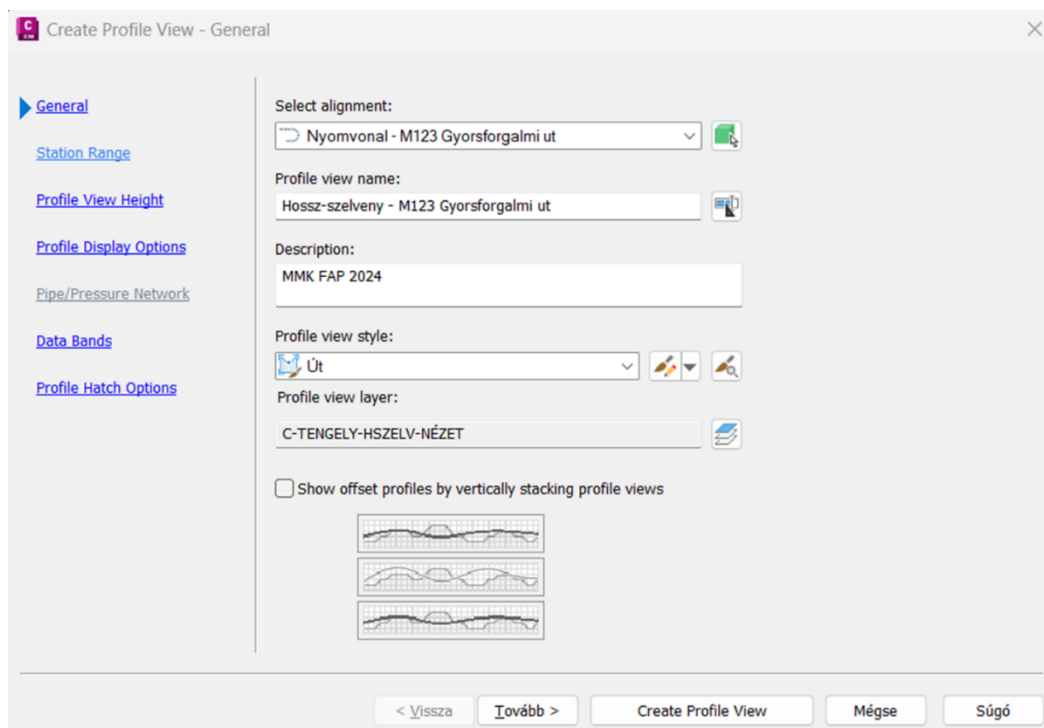
|           |         |
|-----------|---------|
| 50300.000 | 110.795 |
| 50925.000 | 110.733 |
| 50975.000 | 110.729 |
| 51296.318 | 110.713 |
| 51384.025 | 110.631 |
| 51474.232 | 110.550 |
| 52275.000 | 110.550 |
| 52525.000 | 111.175 |
| 52650.000 | 111.800 |
| 52934.796 | 112.065 |
| 53889.550 | 110.893 |
| 53997.500 | 111.200 |
| 54152.500 | 111.975 |
| 54675.000 | 111.975 |
| 54800.000 | 111.350 |
| 55260.000 | 110.200 |
| 55666.427 | 110.200 |

Az előkészítés után elkezdhetjük a munkát a Civil3D-ben. Első lépésként definiálnunk kell egy profil nézetet. Ezt a **Profile View (Hossz-szelvény nézet)** funkción belül a **Create Profile View (Hossz-szelvény nézet létrehozása)** opcióval tehetjük meg.



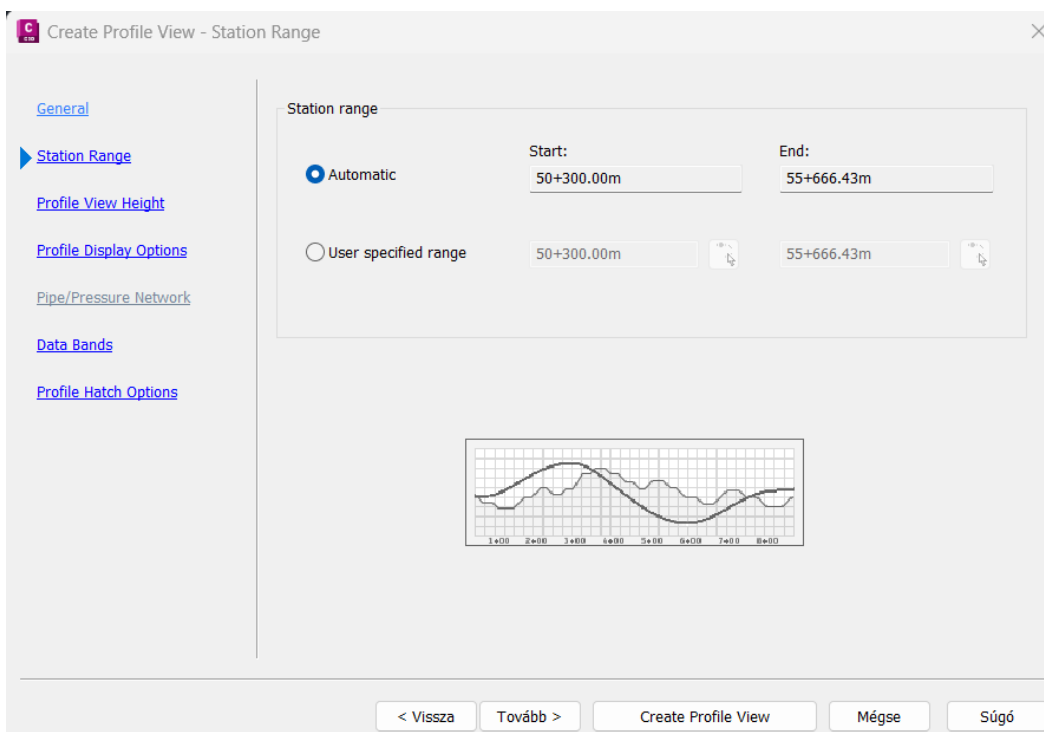
34. ábra: Profile View létrehozása

A nézet létrehozása előtt meg kell adnunk, hogy a metszet melyik nyomvonalhoz kapcsolódjon, mi legyen a neve, opcionális leírása, milyen stílusban jelenjen meg és milyen rétegre kerüljön.



35. ábra: Metszet alap beállításai

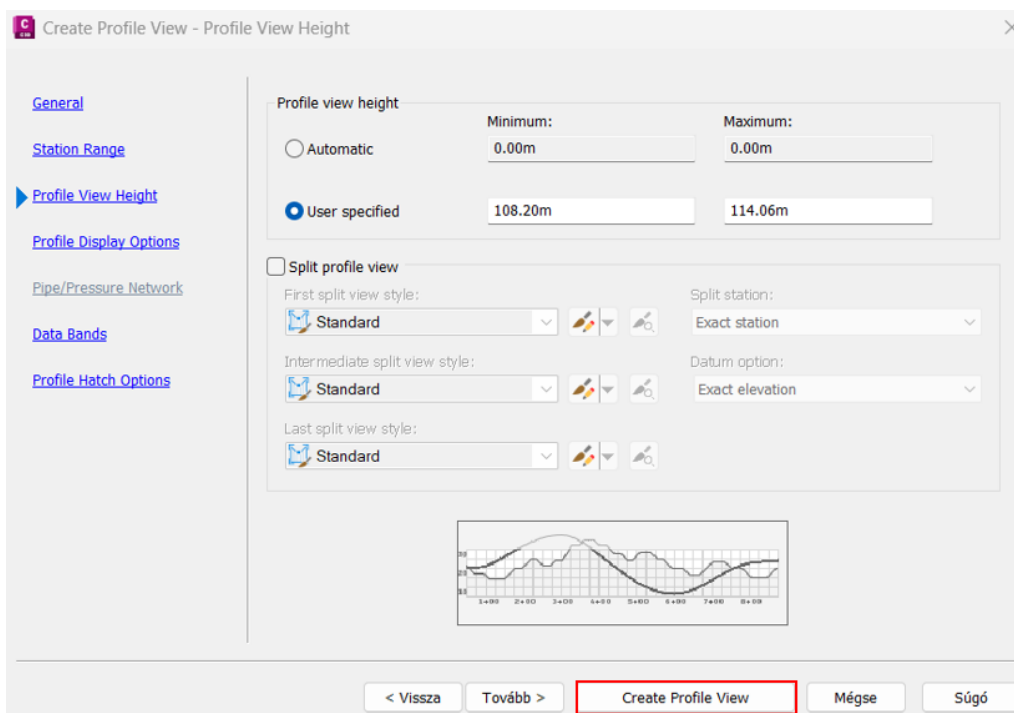
Beállíthatjuk, hogy mely szelvények között szeretnénk létrehozni a nézetet. Alapbeállításként a vonalvezetés teljes hosszára tudjuk ezt létrehozni.



36. ábra: Szelvény beállítás

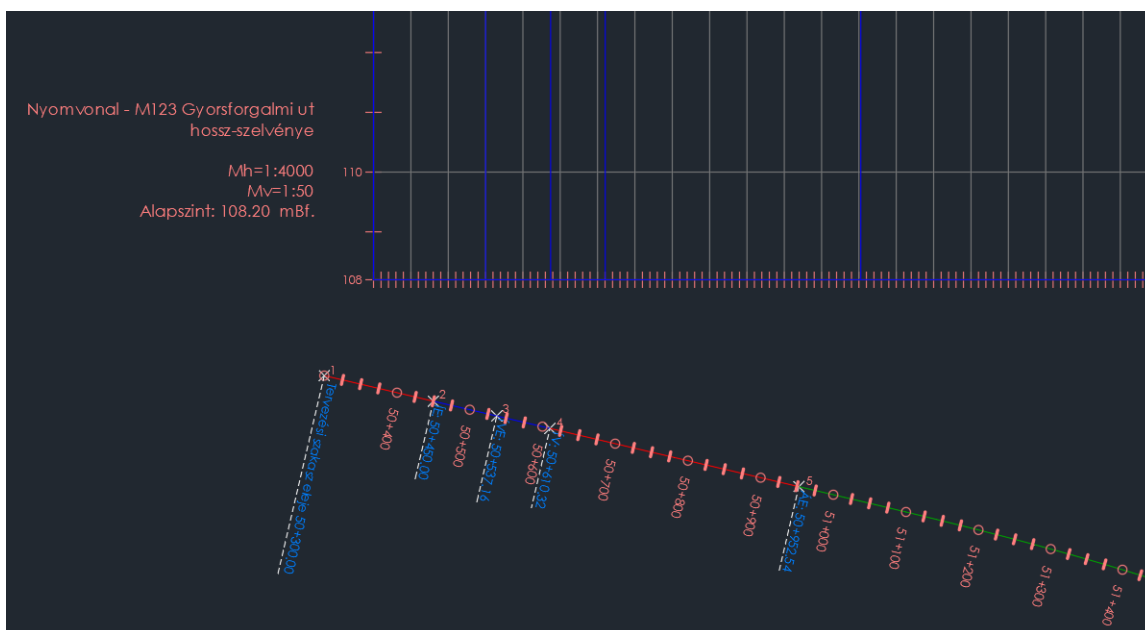


Továbbá lehetőségünk van megadni azt, hogy milyen magasságban generáljuk le a nézetet. Itt érdemes megadni a pont-listából kiolvasható minimum és maximum magasságokat 1-2 méteres.



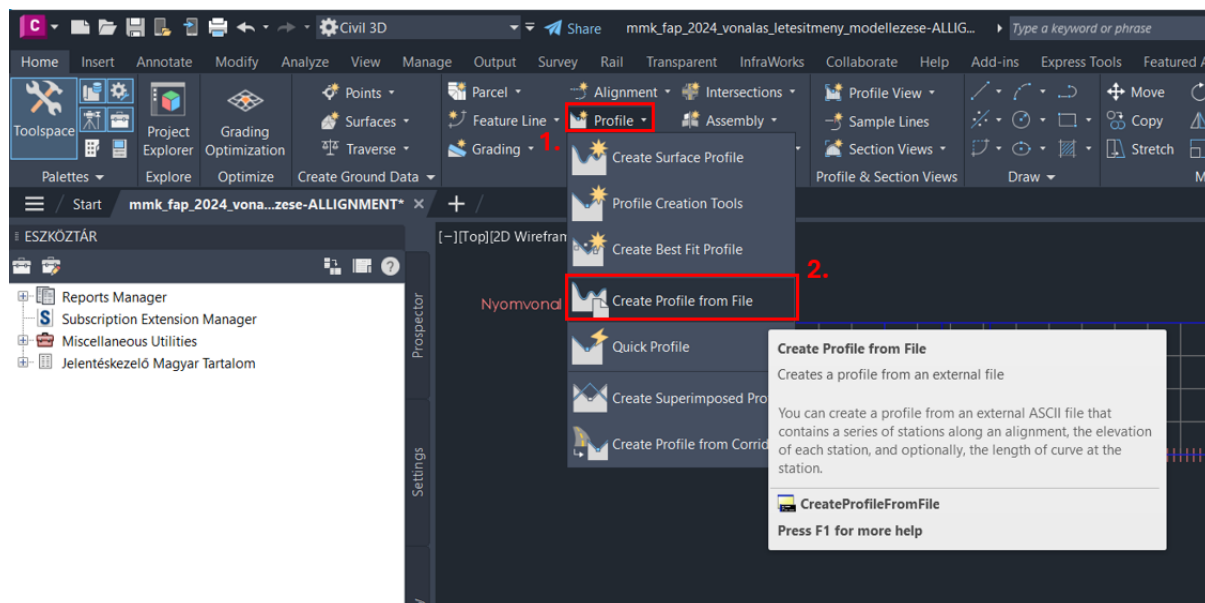
37. ábra: Magassági adatok megjelenítésére vonatkozó beállítások

A beállítások megadása, után a **Create Profile View** (Hossz-szelvény nézetek létrehozása) gomb helyezhetjük el a metszetünket modell térben kattintva.



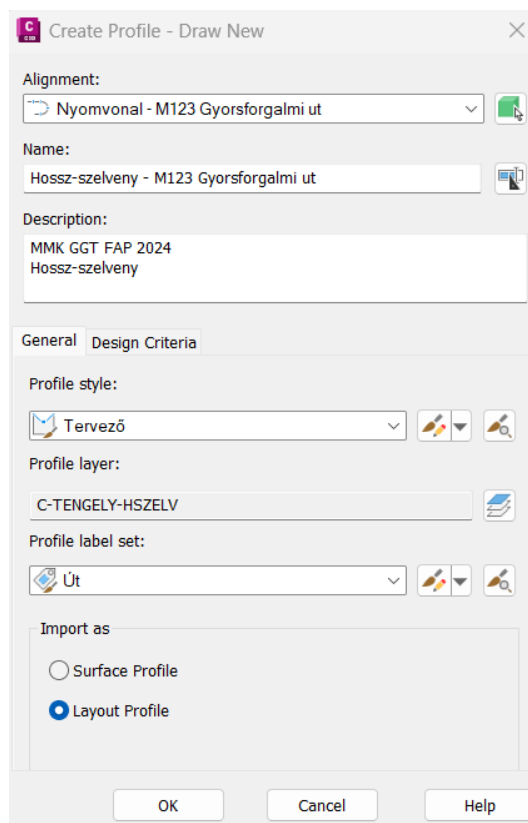
38. ábra: A modell térbe elhelyezett metszet

A profil nézet előállítása után következhet a hossz-metszet tartalommal való megtöltése, amihez a magassági vonalvezetés adatait tartalmazó szöveges fájlt fogjuk felhasználni. A **Civil3D Home (Alap) → Profile (Hossz-szelvény) → Create Profile from File (Hossz-szelvény készítése fájlból)** elérési útvonalán keresztül töltsük be ezt a fájlt.



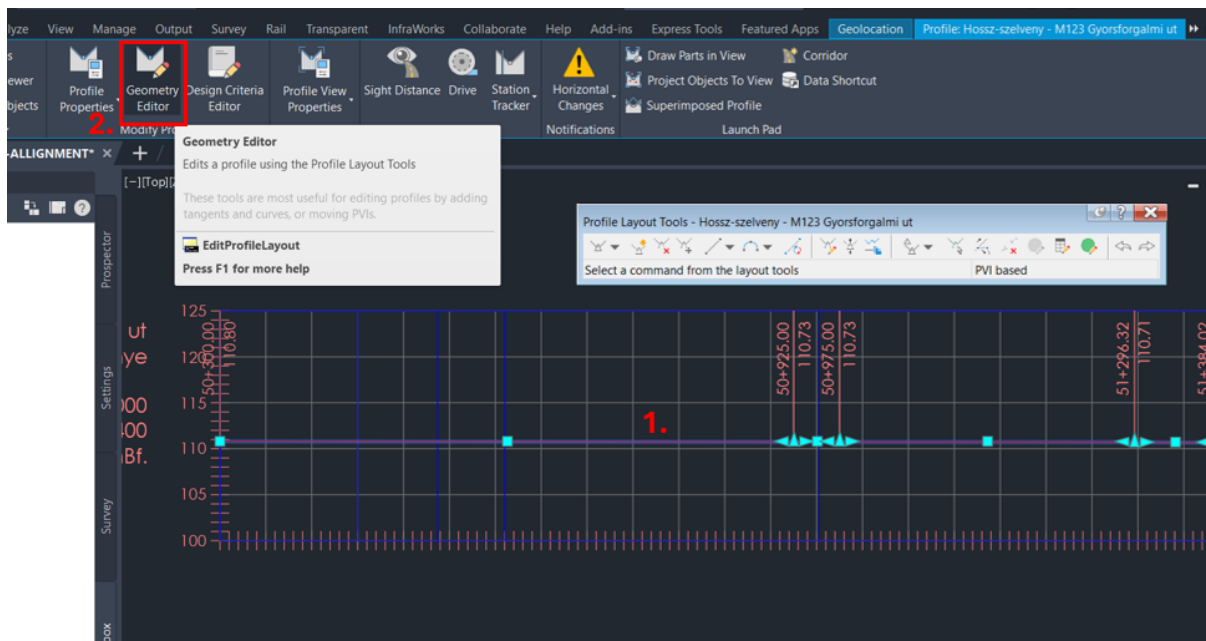
39. ábra: A magassági vonalvezetést tartalmazó adatok betöltése

A funkció elindításával a vízszintes vonalvezetés előállításánál már látott ablak jelenik meg, ahol a korábbiakban már megismert módon különböző beállításokat adhatunk meg.



40. ábra: Hossz-szelvény beállításai

Ezek megadása után a Civil3D a metszet ablakunkat ki fogja tölteni a szöveges fájlból beolvasott adatoknak megfelelően. Mivel a beolvasott fájlban nem adtunk meg lekerekítő íveket, így ezeket manuálisan, a hossz-szelvény szerkesztő eszköztár segítségével fogjuk hozzáadni a hossz-szelvényhez. Az eszköztárat a metszet kijelölése után érjük el a menüsorban megjelenő **Geometry Editor (Geometria szerkesztő)** funkcióval.



41. ábra: Hossz-szelvény eszköztár megjelenítése

Az eszköztár megjelenésében igencsak hasonlít a vonalvezetés létrehozásánál tárgyalt eszköztárra<sup>8</sup>.



42. ábra: Hossz-szelvény eszköztár

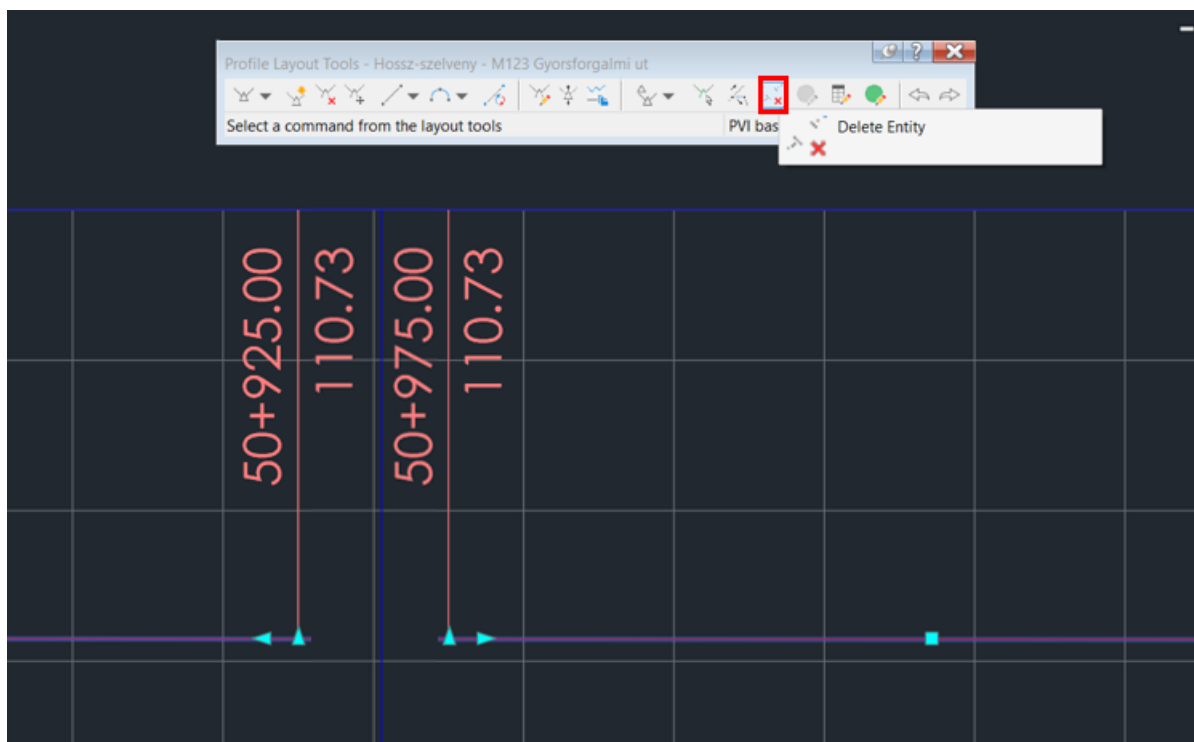
A következőben nézzük meg az eszköztár egyes részeit:

- 1.) **Continuous Geometry Creation Tools:** Egyrészt lehetővé teszi, hogy érintők sorozatát adjunk meg pontok közé, akár lekerekítő ívek sorozatával együtt.
- 2.) **Insert PVI (MSP beillesztése):** A hossz-szelvényi geometria készítés elkezdsét követően lehetőséget ad új magassági sarokpontok - MSP (Point of Vertical Intersections - PVI) hozzáadására.
- 3.) **Delete PVI (MSP törlése):** Törölhetünk sarokpontokat.
- 4.) **Move PVI (MSP mozgatása):** Lehetőséget ad a sarokpontok mozgatására.
- 5.) **Individual Tangent Creation Tools (Érintő létrehozási eszközök):** Lehetőséget ad különböző típusú (egyedi, csatlakozó, köztes) egyenesek hozzáadására.
- 6.) **Individual Vertical Curve Creation Tools (Ív létrehozási eszközök):** Lehetőséget ad különböző típusú lekerekítések hozzáadására.

<sup>8</sup> Profile Layout Tools segédlet: <https://help.autodesk.com/view/CIV3D/2024/ENU/?guid=GUID-BEDDB4FF-833A-4E3C-8C41-87B6DA78AA52>

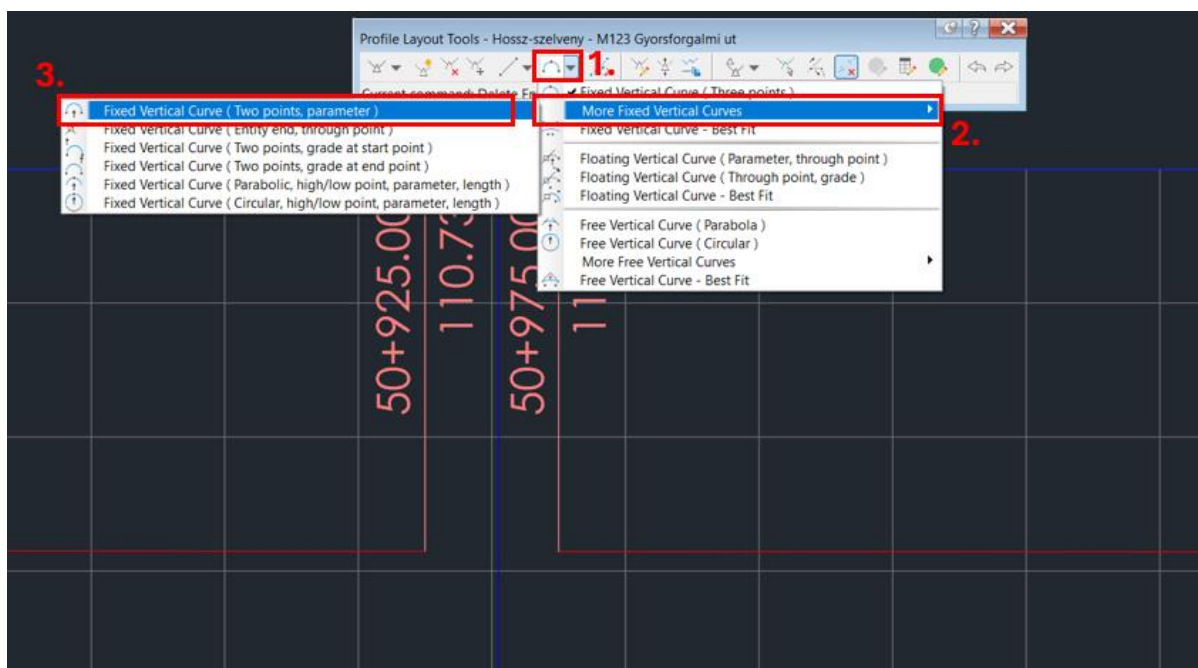
- 7.) **Convert AutoCAD Line and Spline (AutoCAD vonalak és spline görbék konvertálása):** Lehetőséget ad már meglévő rajzi elemek (pl.: egyenesek, spline) metszetté való átalakítására.
- 8.) **8. Insert PVI's – Tabular (MSP-k beillesztése - táblázatos):** A magassági sarokpontok alapján lehetőséget ad különböző típusú lekerekítő ívek hozzáadására.
- 9.) **Raise/Lower PVI's (MSP-magasság):** Lehetővé teszi, hogy egyszerre több magassági sarokpont függőleges helyzetét módosítsuk.
- 10.) **Copy Profile (Hossz-szelvény másolása):** Lehetővé teszi másolat létrehozását egy hossz-szelvény vonalról (egy-egy helyszínradi tengelyhez több hossz szelvény vonal is tartozhat, legegyszerűbb esetben pl. a terep hossz-szelvény és a tervezett magassági geometria hossz szelvénye)
- 11.) **Change Profile Design Methods (Kiválasztási műveletek):** Kétféle geometria-szerkesztési mód közt válthatunk: a magassági sarokpont alapú (MSP avagy PVI) és az alkotóelem alapú. E két mód némiképp összemosódik a szerkesztés során, tehát lehetőségünk van a geometria megadására egyszerre sarokpontokkal és alkotóelemekkel is. Azonban bizonyos módosítási lehetőségek elérhetősége, illetve a paraméter szerkesztő táblázatok tartalma az itt kiválasztott szerkesztési módtól függenek.
- 12.) **Select PVI (MSP kiválasztása):** Lehetővé teszi, hogy a hossz-szelvény egy kiválasztott elemének paraméter értékeit táblázatos formában szerkeszthessük.
- 13.) **Extend Entity (Elem meghosszabbítása):** A paranccsal meghosszabbíthatjuk az alkotóelemet a hossz-szelvény nézet határáig.
- 14.) **Delete Subentity (Elem törlése):** Lehetővé teszi, hogy alkotóelemeket töröljünk.
- 15.) **Edit Best Fit Data for All Entities (Az összes elem közelítési adatának szerkesztése):** Amennyiben a hossz-szelvény létrehozásánál megadott pontok felhasználásával regresszió segítségével alakítottuk ki az egyes elemeket, akkor ez a parancs lehetőséget ad az illesztéshez használt adatok megjelenítésére és szerkesztésére.
- 16.) **Profile Layout Parameters (Hossz-szelvény geometria paraméterei):** Lehetővé teszi a kiválasztott hossz-szelvény alkotóelemei numerikus adatának listában való megjelenítését.
- 17.) **Profile Grid View (Hossz-szelvény táblázatos nézete):** Lehetővé teszi a hossz-szelvény alkotóelemek vagy magassági sarokpontok számadatait tartalmazó táblázat megjelenítését és szerkesztését.
- 18.) **Undo (Visszavonás):** Lehetővé teszi az előző parancs(ok) visszavonását.
- 19.) **Redo (Előre):** Lehetővé teszi a visszavont parancsok újra alkalmazását.

Az eszköztár parancsainak megismerése után elkezdhetjük a magassági vonalvezetésünk szerkesztését. A tervek alapján először törölnünk kell az egyenes elemeket a hossz-szelvény megfelelő helyeiről.



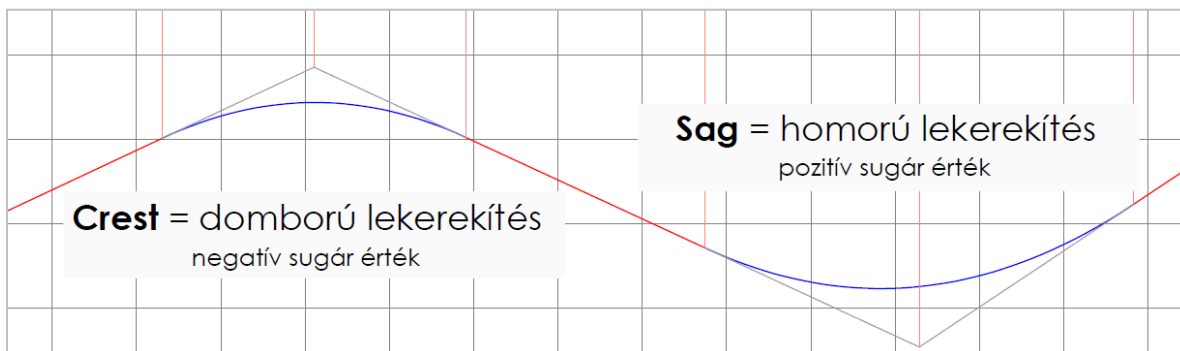
43. ábra: Elemek törlése

Ezt követően a hiányzó részeknél hozzáadhatjuk a lekerekítéseket.



44. ábra: Lekerekítés hozzáadása a hossz-szelvényhez

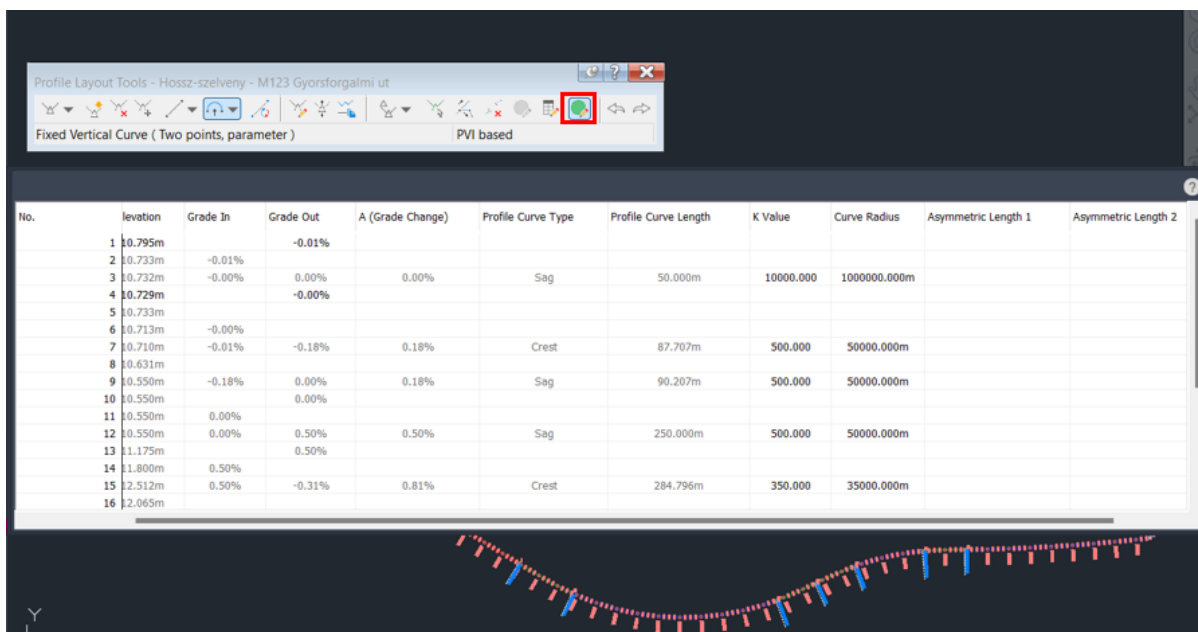
A funkció elindítása után, lekerekítő ívek megadásánál először a kezdő- és végérintőket kell megadnunk, majd ezt követően azt, hogy homorú (sag), vagy domború (crest) lekerekítő ívet szeretnénk-e használni. A rendelkezésünkre álló tervben a lekerekítés típusa a megadott sugarak előjelében különülnek el. Mivel a Civil3D csak pozitív sugárértékeket ismer, így ezt nekünk kell kezelnünk a megfelelő típus kiválasztásával.



45. ábra: Megadott tervhez illeszkedő lekerekítések típusai

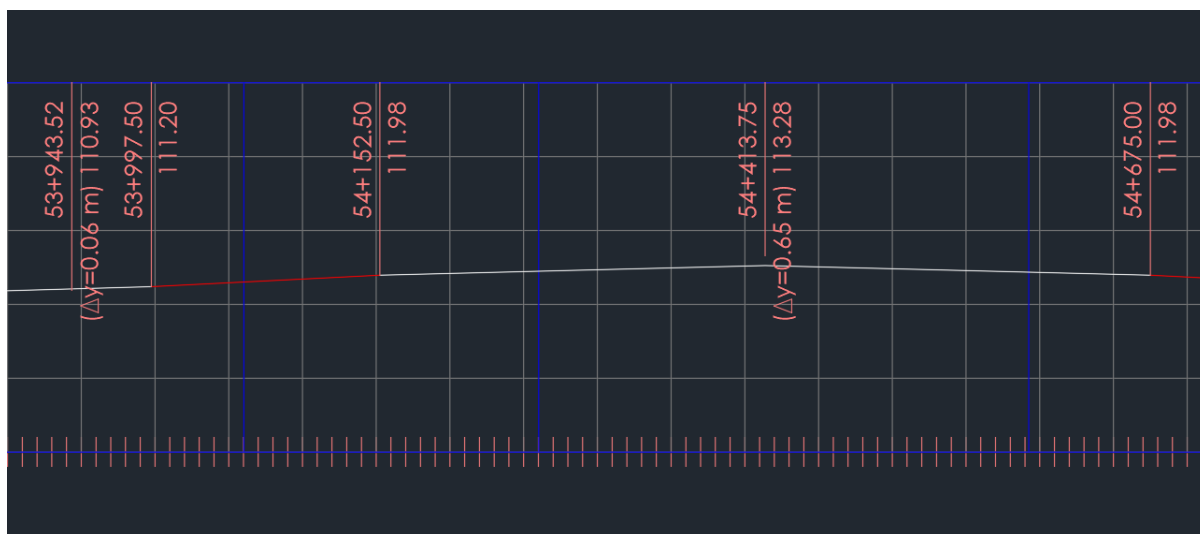
A homorú és domború lekerekítési mód megadása után végül megadhatjuk, hogy mekkora sugarú ívvel végezzük el az egyes elemek összekötését. Előforduló probléma lehet, hogy a köríves lekerekítések helyett a program parabolát hoz létre. Ezt utólag érdemes ellenőrizni.

Az elkészített hossz-szelvényünk adatait a következő ábrán látható gomb segítségével tudjuk megtekinteni:



46. ábra: A hossz-szelvény előállításához használt adatok ellenőrzése

A funkció segítségével elő tudjuk hívni az egyes elemek különböző paramétereit tartalmazó táblázatát, ahol a beállított értékeket meg tudjuk tekinteni, és szükség esetén szerkeszteni is tudjuk.



47. ábra: A létrehozott hossz-szelvény

### 3.3. Mintakeresztszelvény

A mintakeresztszelvény felépítése során – a modell felhasználási céljától függően – az út keresztmetszeti elrendezését modellezzük (útburkolat és szerkezete, padka és szerkezete, rézsű, árok, stb). A Civil 3D-be integráltan sokféle mintakeresztszelvény alkotóelem található meg. Ezeknek a használatával többnyire kellő részletességgel építhetők fel a szükséges mintakeresztszelvények, azonban meg kell említeni, hogy a módszernek vannak korlátai. Megfelelő kombinációval és a Civil 3D eszközeinek használatával elérhetőek összetettebb mintakeresztszelvények is. Amennyiben komplexebb elemekre vagy rugalmasságra van szükség, úgy javasolt a Civil 3D-hez kapcsolódó különálló szoftver, a Subassembly Composer<sup>9</sup> használata. Az eszköz segítségével speciális, jól paraméterezhető, egyedi mintakeresztszelvény alkotóelemek hozhatók létre, azonban ennek alkalmazása már mélyebb ismereteket igényel.

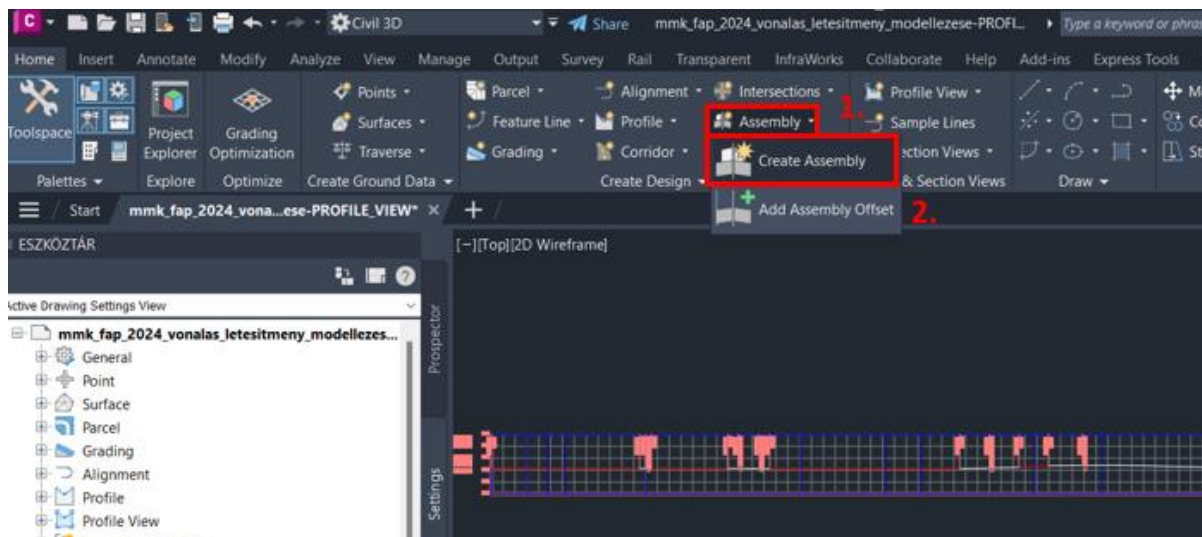
A modell felhasználási célját, valamint az eszközpalettán előre definiált alkotóelemek korlátait figyelembe véve általánosságban javasolt a tényleges mintakeresztszelvényeken egyszerűsítéseket végezni. Semmiképp nem ajánlott a szükségesnél bonyolultabb mintakeresztszelvényt létrehozni, ugyanis az kihatással lehet a modell felépítésének hatékonyságára, valamint a további egyszerű használhatóságára. A továbbiakban egy igen magas részletezettségű mintakeresztszelvény felépítése kerül bemutatásra, a legtöbb esetben nem szükséges

<sup>9</sup> Autodesk Subassembly Composer: <https://help.autodesk.com/view/CIV3D/2024/ENU/?guid=GUID-C569F4E7-D548-410E-B7D6-942A927FFD0B>



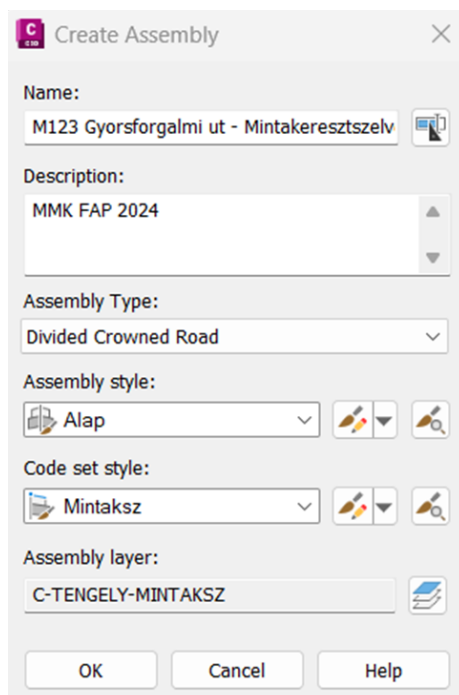
ennyire összetett mintakeresztzelvényt alkalmazni, igény szerint további egyszerűsítésekkel lehet élni.

Jelen példában az utolsó komponens előállítását a Home (Alap) → Assembly (Mintakeresztzelvény) → Create Assembly (Mintakeresztzelvény létrehozása) segítségével tudjuk elvégezni.



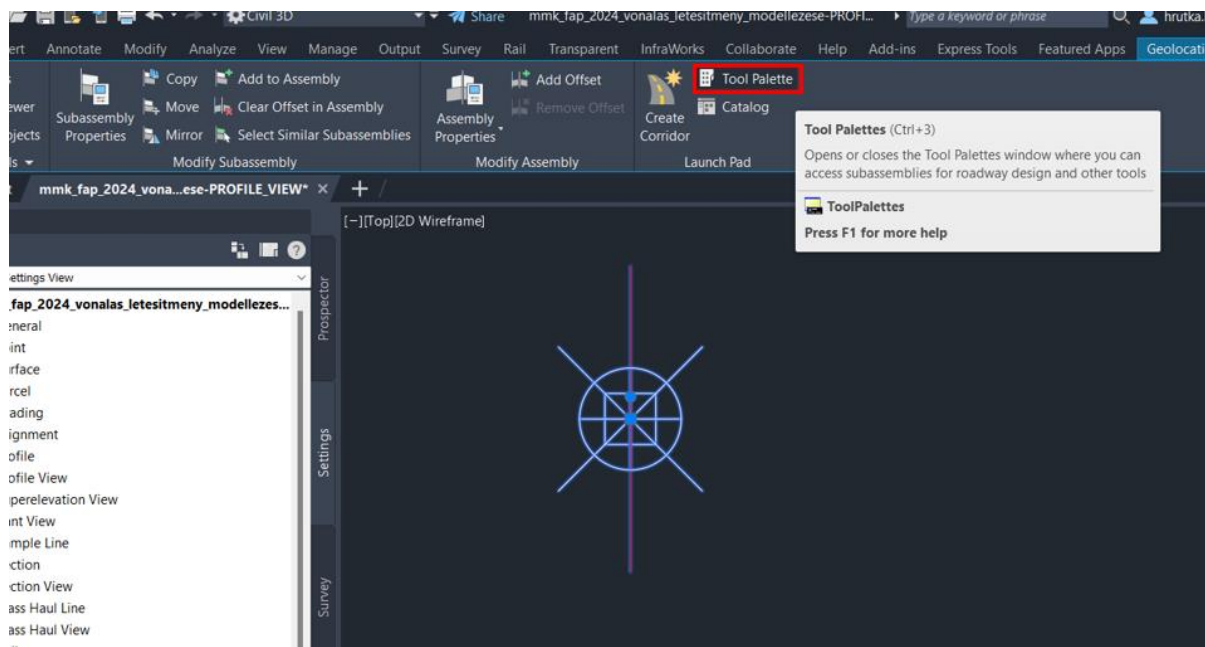
48. ábra: Mintakeresztzelvény létrehozása

Elsőként meg kell adnunk a név és stílus beállításokat, majd a modell tér egy tetszőleges pontjába kattintva el tudjuk helyezni a kezdőpontot, ami az út tengelyét jelöli.



49. ábra: Mintakeresztzelvény beállítások

A későbbiekben ehhez a kezdőponthoz tudunk további mintakeresztszelvény alkotóelemeket hozzáadni. Ezt egy eszköztár segítségével tudjuk elvégezni, amelyet a **Home (Alap)** fül **Palettes** szalagon található **Tool Palette (Eszközpaletták)** paranccsal tudunk előhívni. Ezt követően tetszőleges elemekből a megfelelő helyre kattintva, ezek tulajdonságait (**Properties**) módosítva elő tudjuk állítani a mintakeresztszelvényünket.



50. ábra: Eszközpaletta előhívása

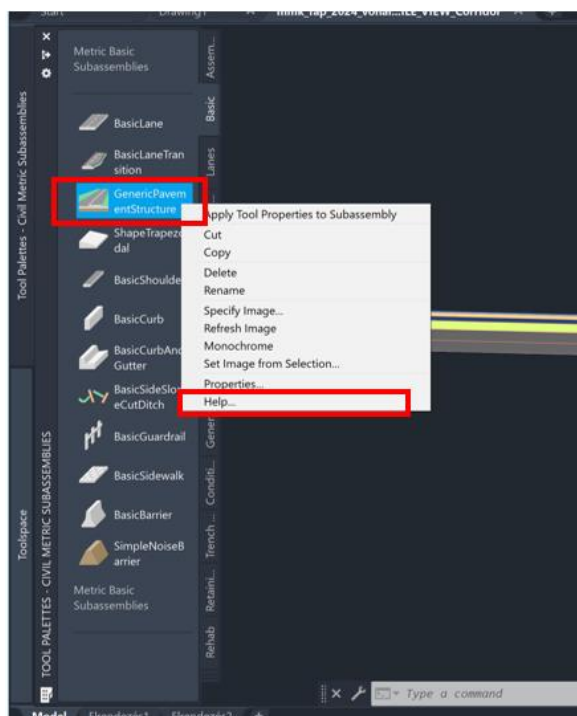
Fontos megjegyezni az elemek kezdőponthoz vett irányultságát. Értelemszerűen a kezdőponttól balra kell elhelyezni a bal oldalhoz tartozó elemeket, azonban az irányultság beállítása többször nem automatikus, hanem az adott alkotóelem beillesztésekor a tulajdonság palettán választható opció. Ezáltal lehetőség van akár jobb oldali elemet illeszteni a kezdőpont bal oldalára is, ami a további paraméterezés során zavarokat okozhat. Például szélesség paraméter esetén a megadott pozitív érték az alkotóelem kezdőpontjától az irányultságnak megfelelő oldalon értendő (tehát a kezdőponttól távolodva), negatív érték pedig azzal ellentétesen.

Előfordulnak azonban irányultság nélküli elemek is. Ezek természetesen mindkét oldalon használhatók, azonban ekkor is figyelemmel kell lenni a megadott értékek, pl. oldalirányú eltolás előjelére. Irányultság nélküli esetben itt a negatív érték bal, a pozitív érték jobb oldali eltolást jelent.

A magasságkülönbségek, függőleges eltolások és oldalesések terén általában a negatív előjelű érték lefelé, a pozitív előjelű pedig felfelé értelmezendő.

A fent leírt előjel érzékeny viselkedést minden alkotóelem első használatakor érdemes megismerni egyrészt az alkotóelem súgóján keresztül, másrészt tapasztalati úton –

próbálkozással. Így sok kellemetlen meglepetéstől kímélhetjük meg magunkat. Az egyes alkotóelemek súgóját minden esetben az eszközpalettán a kiválasztott alkotóelemre jobb egérrel kattintva érhetjük el a legkönnyebben.



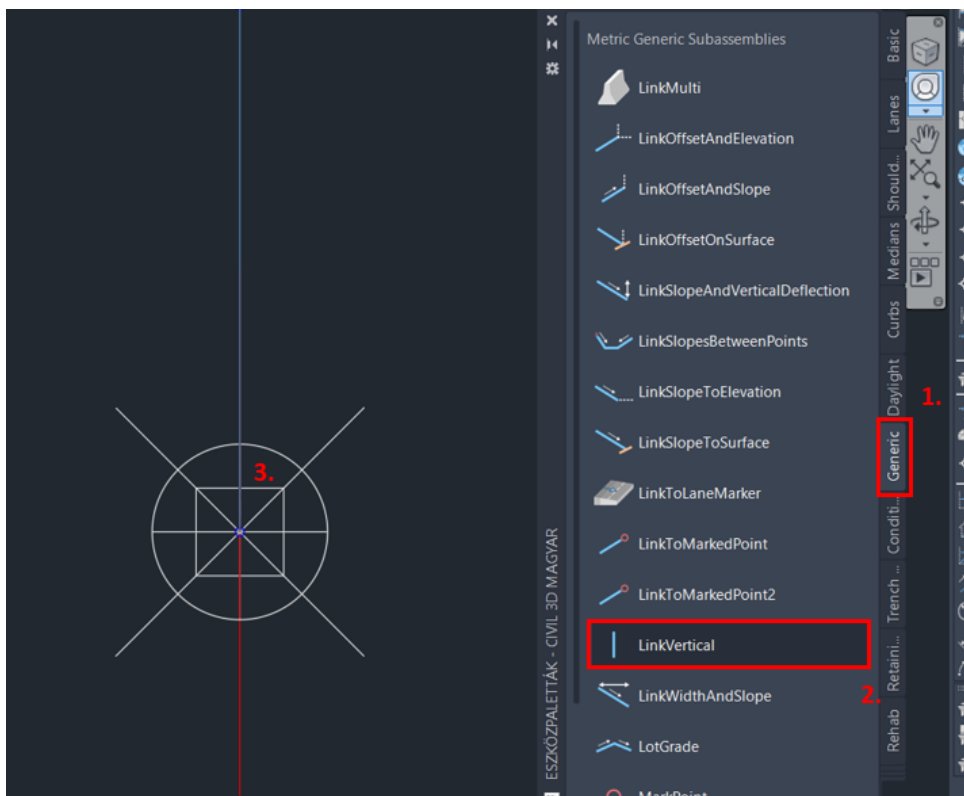
51. ábra: Alkotóelemek súgójának megjelenítése

A mintapéldában modellezett út első szakaszán, az 50+300 szelvénytől az 51+070 szelvényig a gyorsforgalmi út bal és jobb pályáján is a 2x2 sávós aszfaltburkolat oldalesése állandó, kifelé 2,50 %, szélessége szintén állandó: oldalanként 8,25 m. Mindkét oldalt burkolat nélküli üzemi sáv található 2,75 m állandó szélességben és 2,50 %-os oldaleséssel, majd 1,00 m szélességű földpadka 5,00 %-os oldaleséssel. Az egyes elemek rétegrendje, valamint a rézsű kialakítása szintén ismert. Középen burkolat nélküli elválasztósáv, a belső burkolatszélek 1,30 m távolságra vannak a tengelytől. Erre a szakaszra többféle módon is létre lehet hozni a mintakeresztszelvényt, akár az egyes rétegeket külön-külön alkotóelemekből megépíthetjük, azonban most egy már önmagában több réteget tartalmazó alkotóelemet fogunk használni.

Először építsük fel a jobb oldali útpályaszerkezet, s mivel szimmetrikus az út, ezt fogjuk tükrözni a későbbiekben a bal oldalra is. Az elválasztó sáv pontos geometriája számunkra nem fontos, ezért egyszerűsítéssel élünk. Tudjuk, hogy az elválasztósáv befelé 5,00 %-os oldaleséssel a pályaszint alatt 0,06 méterrel metszi az út tengelyét. Első lépésben **Tool Palettes (Eszközpaletták)**<sup>10</sup> eszközpalettánk **Generic (általános)**

<sup>10</sup> Eszközpaletták: <https://help.autodesk.com/view/CIV3D/2024/ENU/?guid=GUID-9454E1EE-2382-4610-9703-3AB83F1A7C75>

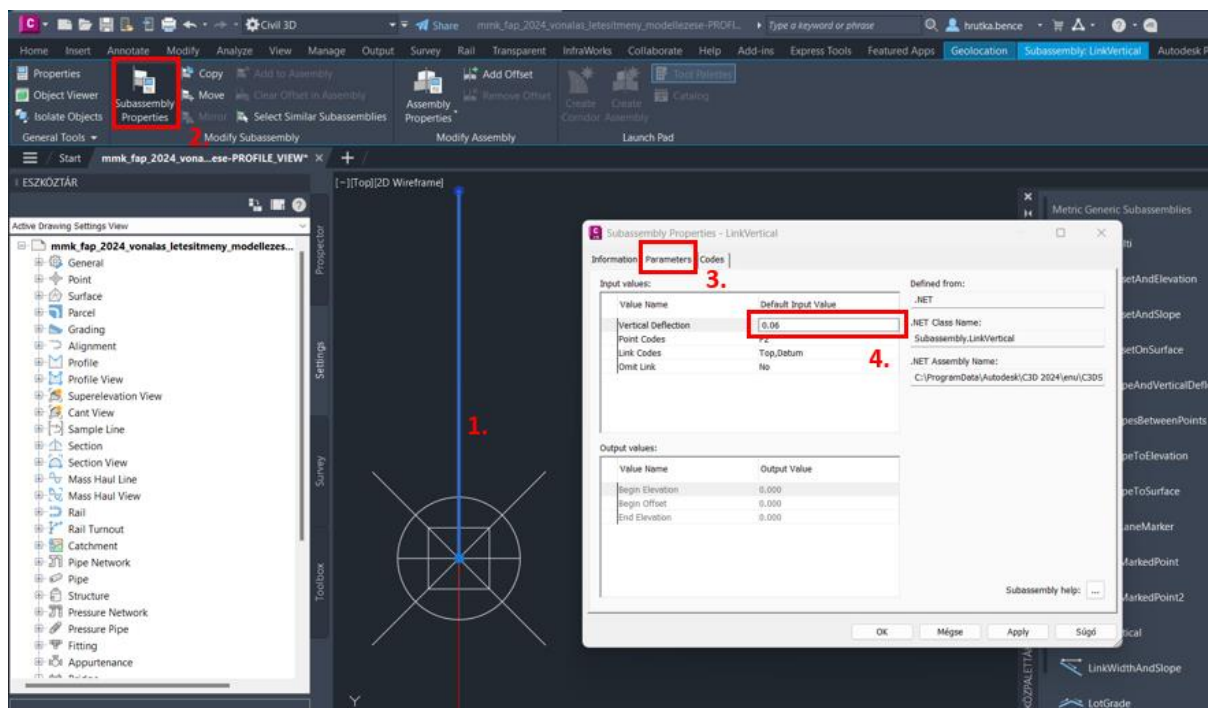
fülén található **LinkVertical (FüggőlegesKapcsolás)**<sup>11</sup> elem hozzáadásával meg tudjuk jelölni ezt a pályaszint alatti metszéspontot.



52. ábra: Pályaszint alatti metszéspont hozzáadása

A hozzáadott metszéspont  $-0,06$  m függőleges eltolásértékét, az alkotóelem kijelölésével a megjelenő **Properties (Tulajdonságok)**, vagy az elem kijelölése után a menüsávban megjelenő **Subassembly Properties (Alkotóelem tulajdonságok)** funkció segítségével elérhetővé váló ablakban tudjuk szerkeszteni.

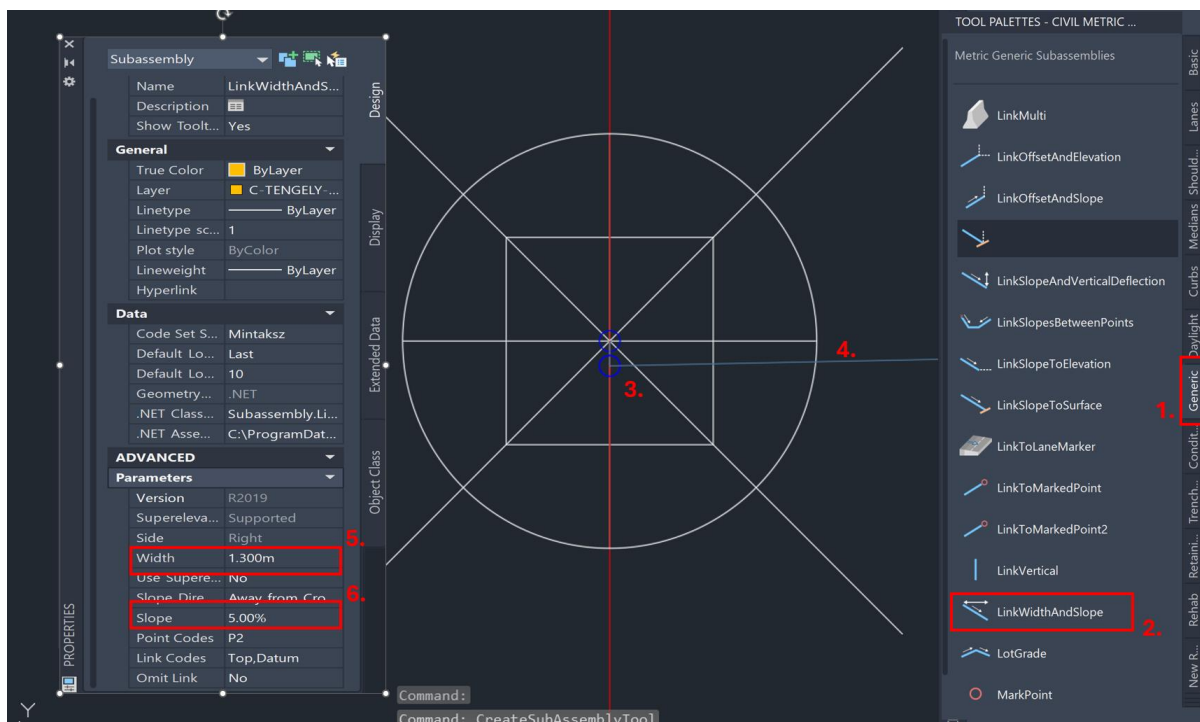
<sup>11</sup> LinkVertical: <https://help.autodesk.com/view/CIV3D/2024/ENU/?guid=GUID-8AA6042B-FC6C-47F0-92EF-5C507E00BB5F>



53. ábra: Függőleges eltolásérték hozzáadása a mintakeresztszelvényhez

Második lépésben ugyanezen fülön található **LinkWidthAndSlope (SzélességÉsEsésKapcsolása)**<sup>12</sup> alkotóelemmel, - megadva az 1,30 méteres szélességet, valamint az 5,00 %-os oldalesést, - létrehozuk a burkolat szélét jelölő pontot, melyhez a továbbiakban kapcsolhatjuk a pályaszerkezet többi elemét.

<sup>12</sup> LinkOffsetAndSlope: <https://help.autodesk.com/view/CIV3D/2024/ENU/?guid=GUID-5CFCE8CD-9E2B-4588-B880-4C9E1E49CE8F>



54. ábra: Az eltolás hozzáadása a keresztmetszvényhez a „tulajdonságok” ablakban

A főpálya rétegrendje 45°-os lépcsőzéssel kialakítva az alábbi:

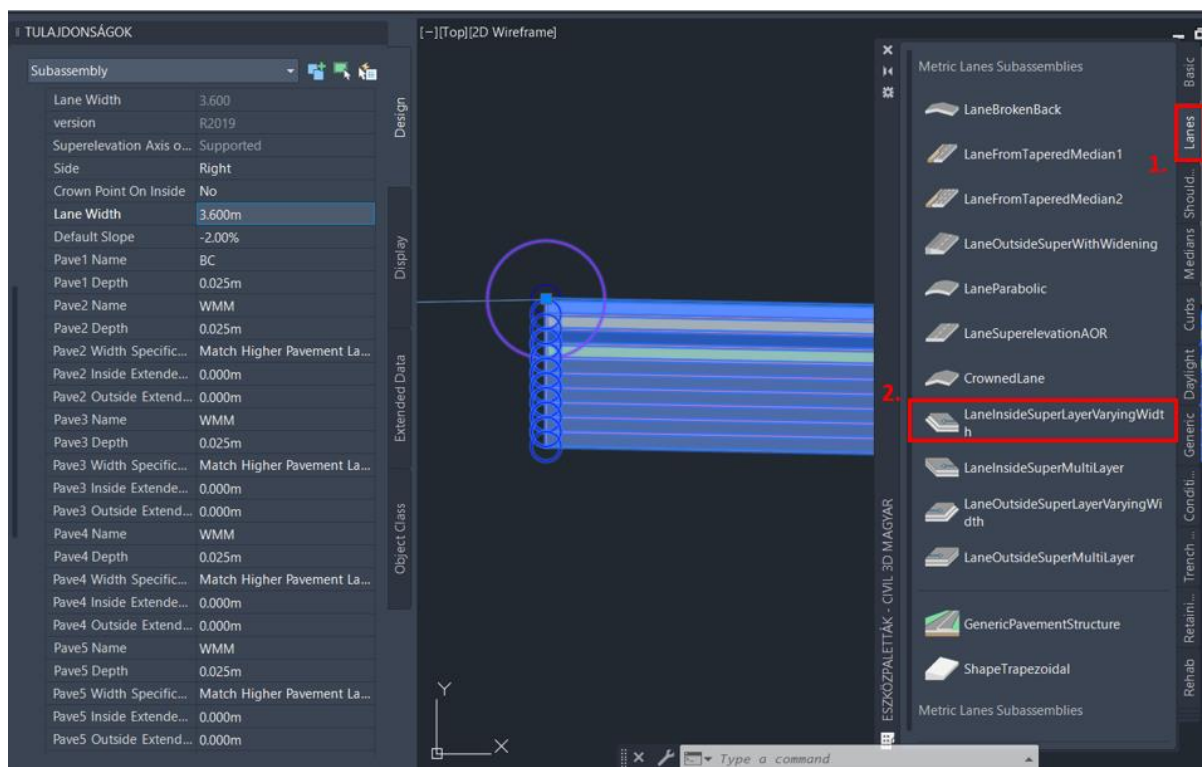
- 4 cm SMA 11 (mI) kopóréteg
- 8 cm AC 22 kötő (mI) kötőréteg
- 10 cm AC 22 kötő (mI) alapréteg
- 20 cm Ckt-4 cementstabilizációs alapréteg feszültségmentesítve

Mindezek alá 50 cm védőréteg kerül két rétegben. A védőréteg alsó 25 centiméterének alsó síkja minimum 4% oldalesésű, azonban a korábban is említett korlátok miatt, jelen példában azzal az egyszerűsítéssel élünk, hogy megegyezik a többi réteg oldalesésével, így használhatók az eszközpalletta alkotóelemei.

A pályaszerkezetet a meghatározott rétegrend, valamint lépcsőzés alapján az eszközpalletta **Lanes (Sáv)** fülén található **LaneOutsideSuperLayerVaryingWidth (SávKülsőTúlemelésVáltozóRétegszélesség)**<sup>13</sup> alkotóelemmel hozzuk létre. Ez az alkotóelem egy több rétegből álló burkolatrész modelljét hozza létre. A rétegek különböző szélességűek lehetnek, ezzel biztosítva a lépcsőzést. Ezenkívül szükség esetén alkalmazhatóak túlemelési adatok is.

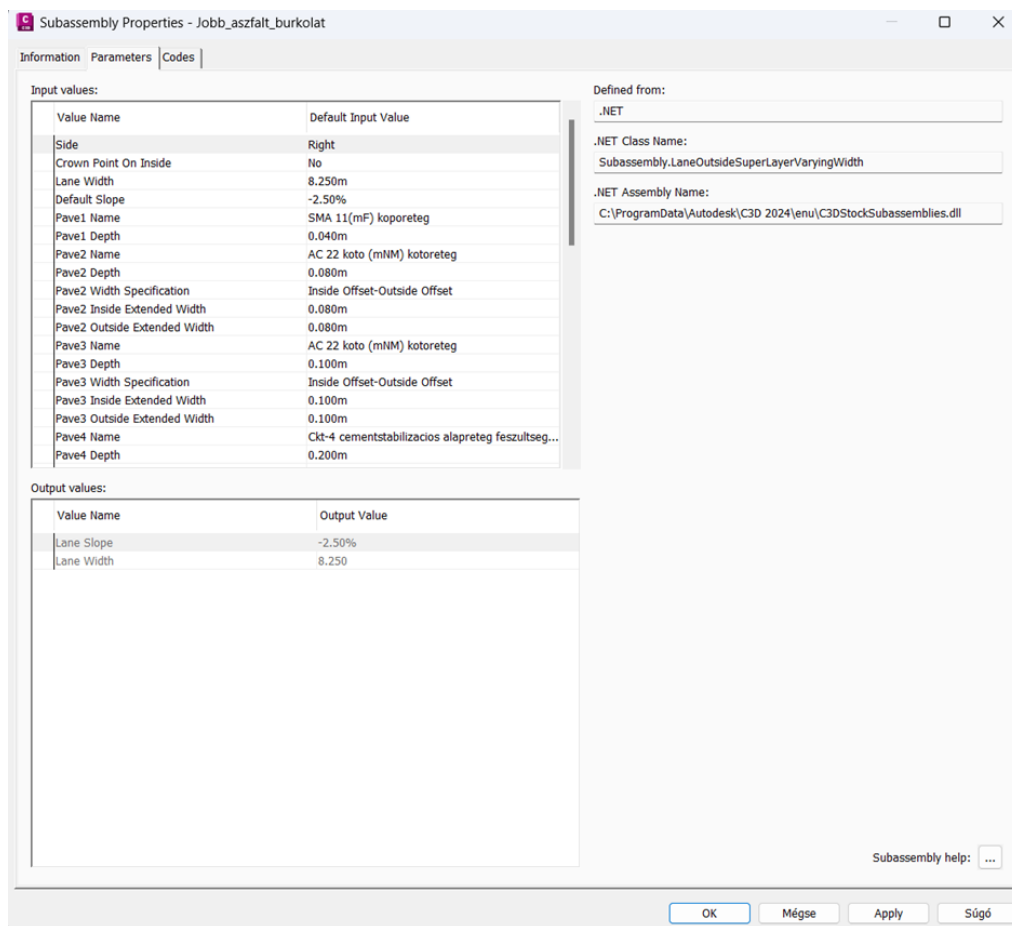
<sup>13</sup> LaneOutsideSuperLayerVaryingWidth: <https://help.autodesk.com/view/CIV3D/2024/ENU/?guid=GUID-508F2BDF-8C9C-4BEA-B864-C120ECCCC1E>





55. ábra: Sáv hozzáadása az eltoláshoz

Az alkotóelemet kijelölve jobb egér kattintással **Subassembly Properties** segítségével előhívhatók a tulajdonságok. A **Parameters (Paraméterek)** fülön beállítjuk az alapadatokat. A *Lane Width (Sávszélesség)* mezőbe beírjuk az alapértelmezett 8,25 m burkolatszélességet, valamint a *Default Slope (Alapértelmezett lejtés)* mezőbe a -2,50 %-os oldalesést. Ezek után lehetőségünk van akár 10 réteget is beállítani. Mindegyiket el tudjuk nevezni a *Pave Name (Burkolat neve)* mezőben, ezenkívül meg tudjuk adni az adott réteg vastagságát a *Pave Depth (Burkolat mélysége)* sorban, valamint a második rétegünktől kezdve megadhatjuk, hogy legyen-e túlnyúlása az adott rétegnek a felette lévő réteghez képest. Jelen példában használjuk ezt a funkciót a lépcsőzés kialakításához, így a *Pave Width Specification (Burkolat szélességének megadása)* mezőben a legördülő listából kiválasztjuk az *Inside Offset-Outside Offset* opciót, mely lehetőséget ad meghatározni a következőkben, hogy az adott réteg mennyivel nyúljon túl a felette lévőhöz képest a megadott szerkezet mindkét oldalán. Ezeket a túlnyúlási értékeket a *Pave Inside Extended Width (Burkolat belső túlnyúlási szélessége)* és *Pave Outside Extended Width (Burkolat külső túlnyúlási szélessége)* mezőkbe írjuk be.



56. ábra: A sáv alkotóelem beállításai

Következő alkotóelemünk a burkolatlan üzemi sáv lesz az alábbi rétegrenddel:

- 5 cm M22 mechanikai stabilizáció
- 20 cm M56 mechanikai stabilizáció
- 17 cm M56 mechanikai stabilizáció

Az üzemi sáv kialakítását, - amennyiben itt is szeretnénk lépcsőzést kialakítani, - úgy két elemből kell megoldanunk. Itt a lépcsőzés kialakítása miatt kissé összetettebb a feladat, ugyanis csatlakozni kell a korábban kialakított haladósáv lépcsőzéséhez. Első lépésben az eszközpalletta **Shoulder (Padka)** fülén található **ShoulderMultilayerVaryingWidth (PadkaTöbbrétegűVáltozóSzélességű)**<sup>14</sup> alkotóelemet használjuk, ugyanis ezzel van lehetőség lekövetni a haladósávban kialakított lépcsőzést, jelen esetben „negatív” irányba. Mivel a rétegrend is különbözik a két sáv között, így fel kell osztanunk az üzemi sáv rétegvastagságát, hogy

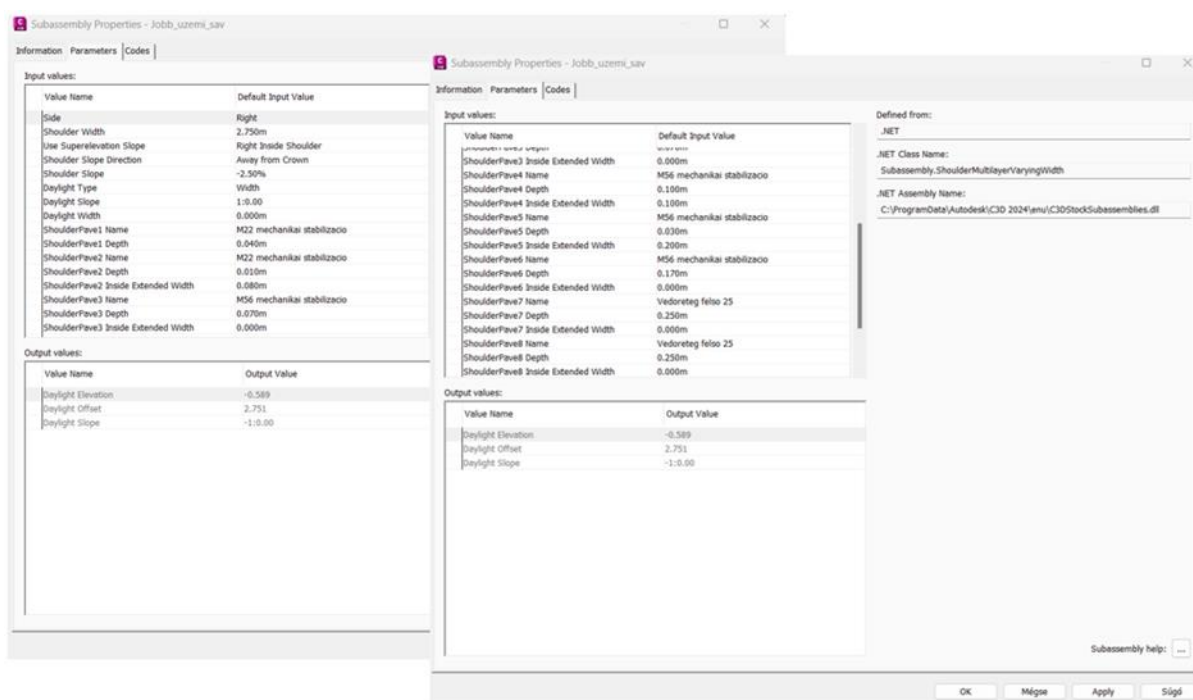
<sup>14</sup> ShoulderMultilayerVaryingWidth: <https://help.autodesk.com/view/CIV3D/2024/ENU/?guid=GUID-398C6729-81D5-4996-9D0F-B3D5EA7E258B>



megegyezzen a haladósáv rétegeivel is a lépcsőzés lekövetése miatt, azaz az alábbi rétegrendet állítjuk be:

- 4 cm M22 mechanikai stabilizáció
- 1 cm M22 mechanikai stabilizáció (belső eltolás 8 cm)
- 7 cm M56 mechanikai stabilizáció (belső eltolás 8 cm)
- 10 cm M56 mechanikai stabilizáció (belső eltolás 10 cm)
- 3 cm M56 mechanikai stabilizáció (belső eltolás 20 cm)
- 17 cm M56 mechanikai stabilizáció (belső eltolás 20 cm)

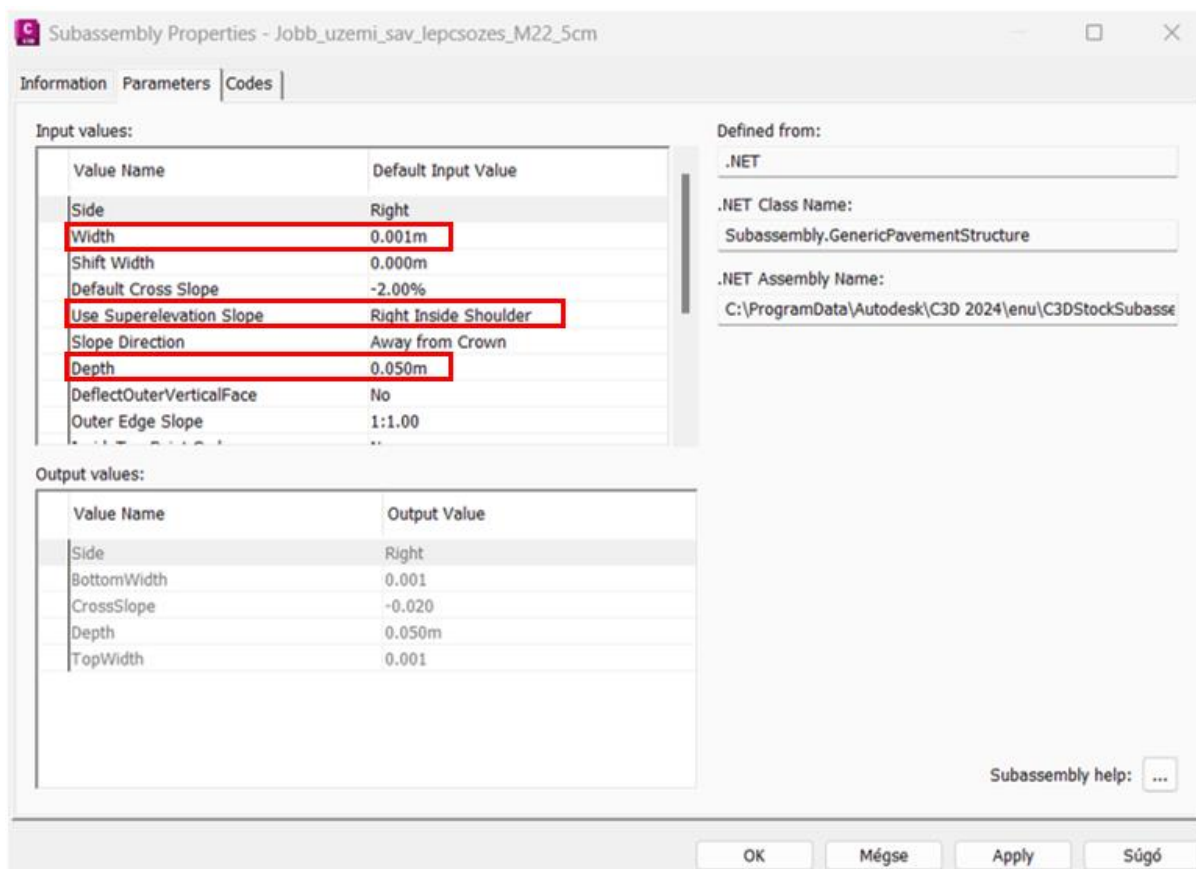
A vastagságokat a tulajdonságokban a ShoulderPave Depth (Burkolat mélysége) sorokban állítjuk be a rétegeknek megfelelően, az eltolás értékeit pedig a ShoulderPave Inside Extended Width (Burkolat szélességének meghosszabbítása) mezőkben. A Use Superelevation Slope (Túlemelés lejtésének használata) mezőben a legördülő listából kiválaszthatjuk a Right Inside Shoulder (Jobb belső padka) értéket, hogy a későbbiekben a jobb ívekben a haladó- és előzősávától különböző túlemelési értékeket tudjunk megadni.



57. ábra: Üzemi sáv alkotóelem beállításai

Amennyiben szükség van az üzemi sáv lépcsőzésének kialakítására is, úgy ismét az eszközpalletta korlátaiba ütközünk, s kissé összetett módon kell kialakítanunk ahhoz, hogy követni tudjuk az üzemi sávra vonatkozó túlemelési értékeket, amiket *Right Inside Shoulder (Jobb belső padka)* néven fogunk a későbbiekben megadni. Rétegenként fogjuk létrehozni csak a túlnyúlásokat **GenericPavementStructure**

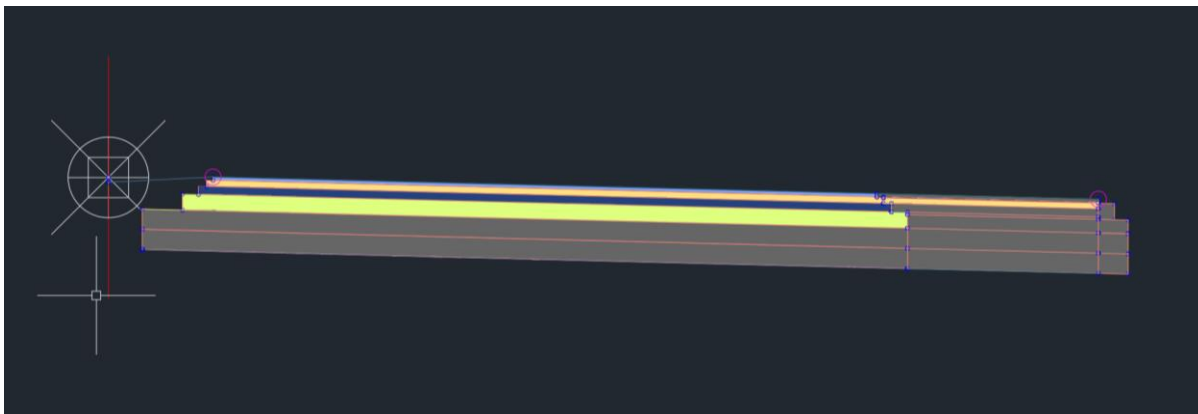
(ÁltalánosBurkolatMűtárgy)<sup>15</sup> alkotóelemekkel, melyet az eszközpalletta **Basic (Alap)** fülén találunk. Első lépésben az 5 cm-es M22 mechanikai stabilizációt túlnyúlását hozzuk létre, ami 0 cm lenne, azonban az elem szélessége 0 nem lehet, így 0.001 méterre vesszük fel, s beállítjuk a *Use Superelevation Slope (Túlemelés lejtésének használata)* mezőben a *Right Inside Shoulder (Jobb belső padka)* értéket.



58. ábra: Üzemi sáv lépcsőzésének kialakításához szükséges általános elem hozzáadása

Ugyanezt elvégezzük a többi rétegre is, melyeket egymás alá csatolunk, s értelemszerűen a szélességeket (*Width*) az adott réteg túlnyúlása alapján állítjuk be.

<sup>15</sup> GenericPavementStructure: <https://help.autodesk.com/view/CIV3D/2024/ENU/?guid=GUID-679BB4BE-D392-4B03-A249-54DB18128AB3>



59. ábra: Az út jobb oldali mintakeresztmetszelve

Következő lépésben kialakítjuk a földpadkát az eszközpalletta **Shoulders (Padka)** fülén található **ShoulderMultilayerVaryingWidth** (**PadkaTöbbrétegűVáltozóSzélességű**) alkotóelemmel. Az üzemi sáv lépcsőzésének lekövetése érdekében a földpadkát a védőréteg felett 3 rétegben adjuk meg, mely megegyezik az üzemi sáv rétegrendjével, s értelemszerűen a *ShoulderPave Inside Extended Width* (*Burkolat szélességének meghosszabbítása*) mezőket kitöltjük az üzemi sáv adott rétegének belógásával. A *Shoulder Width* (*Padka szélessége*) mezőben megadjuk a padka szélességét, mely jelen példában 1,00 méter.

Subassembly Properties - Foldpadka

Information Parameters Codes

Input values:

| Value Name                          | Default Input Value   |
|-------------------------------------|-----------------------|
| Shoulder Width                      | 1.000m                |
| Use Superelevation Slope            | Right Inside Shoulder |
| Shoulder Slope Direction            | Away from Crown       |
| Shoulder Slope                      | -5.00%                |
| Daylight Type                       | Slope                 |
| Daylight Slope                      | 1:2.00                |
| Daylight Width                      | 1.000m                |
| ShoulderPave1 Name                  | M-1/M2 toltasanyag    |
| ShoulderPave1 Depth                 | 0.050m                |
| ShoulderPave2 Name                  | M-1/M2 toltasanyag    |
| ShoulderPave2 Depth                 | 0.200m                |
| ShoulderPave2 Inside Extended Width | 0.200m                |
| ShoulderPave3 Name                  | M-1/M2 toltasanyag    |
| ShoulderPave3 Depth                 | 0.170m                |
| ShoulderPave3 Inside Extended Width | 0.170m                |
| ShoulderPave4 Name                  | Vedoreteg_felso_25    |
| ShoulderPave4 Depth                 | 0.250m                |

Defined from:

.NET

.NET Class Name:  
Subassembly.ShoulderMultilayerVaryingWidth

.NET Assembly Name:  
C:\ProgramData\Autodesk\C3D 2024\enu\C3DStockSubassemblies.dll

Output values:

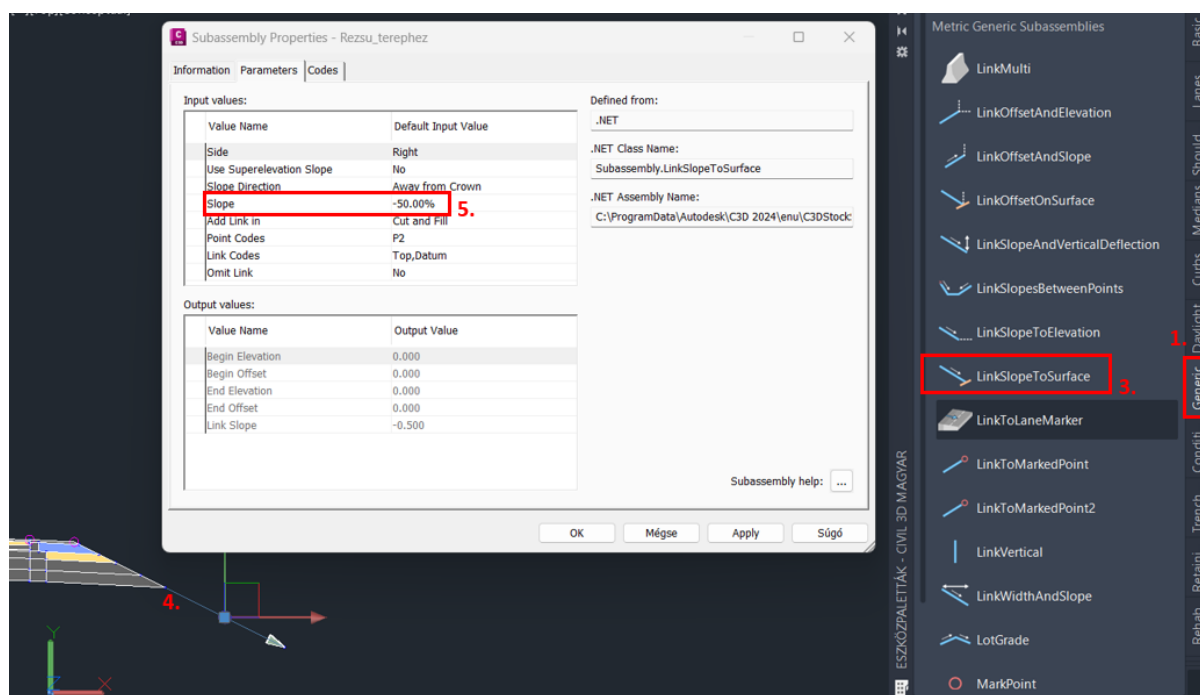
| Value Name         | Output Value |
|--------------------|--------------|
| Daylight Elevation | -0.352       |
| Daylight Offset    | 2.543        |
| Daylight Slope     | -1:2.00      |

Subassembly help: ...

OK Mégse Apply Súly

60. ábra: Padka létrehozásához szükséges beállítások

Mindezek után felépítjük a rézsűket és az árkot. A padkához csatlakozva egy 1:2,0-es rézsű metszi a terepet, amit egy 1,50 m széles, 5,00 %-os oldalesésű pótpadka követ, majd a 60 cm mély és 60 cm széles árkot 1:1,5-es rézsűvel alakítunk ki. Mindezeket 2 különálló elemből tudjuk megépíteni. Elsőként a **Generic (Általános)** fülön a **LinkSlopeToSurface (EsésKapcsolásaFelülethez)**<sup>16</sup> alkotóelemet kapcsoljuk a már meglévő padkánkhoz. A paramétereknél megadjuk az -1:2,0-es esést, melyet a program %-os formára alakít át, azaz -50% lesz.



61. ábra: Rézsű hozzáadása

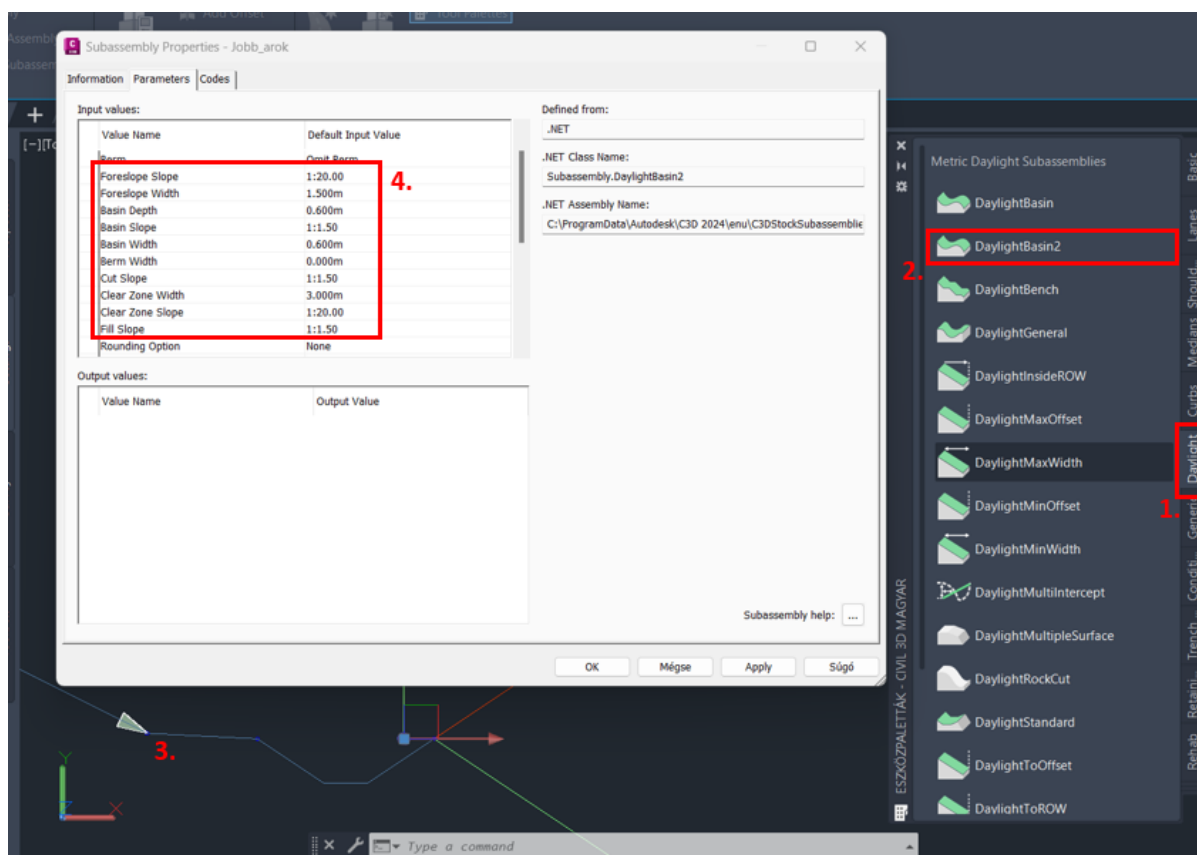
A rézsű és a terep csatlakozási pontjához illesztjük az előrézsűvel rendelkező árunkat az eszközpalletta **Daylight (Körömvonal)**<sup>17</sup> fülén található **DaylightBasin2 (KörömvonalMedence2)**<sup>18</sup> alkotóelemmel. Beállítjuk a megfelelő paramétereit. *Foreslope Slope (Előrézsű lejtés)* mezőbe írjuk az 5,00 %-os oldalesést, melyet a program átalakít 1:20 formátumra, majd a *Foreslope Width (Előrézsű szélesség)* mezőbe beírjuk az 1,50 métert, ezzel meg is van az előrézsűnk. A *Basin Depth (Medence mélység)* és *Basin Width (Medence szélesség)* vonatkozik az árok mélységére és szélességére, mindkét érték 0,60 m. A későbbiekben ezt az árokmélységet akár egy árok hossz-szelvénnel is tudjuk vezérelni a nyomtervünkben. Az árok rézsű oldalesése 1:1,5, melyet a *Basin Slope (Medence lejtés)* mezőbe írunk be. Töltés esetére kialakítunk egy 3,00 méter széles, 5,00 % (1:20) oldalesésű rézsűt a *Clear Zone Width*

<sup>16</sup> LinkSlopeToSurface: <https://help.autodesk.com/view/CIV3D/2024/ENU/?guid=GUID-C6F2FD9E-8DC1-4F98-8A30-DB61347FD501>

<sup>17</sup> Daylight: <https://help.autodesk.com/view/CIV3D/2024/ENU/?guid=GUID-F2D644F1-2C49-4528-97B9-3C21C107599C>

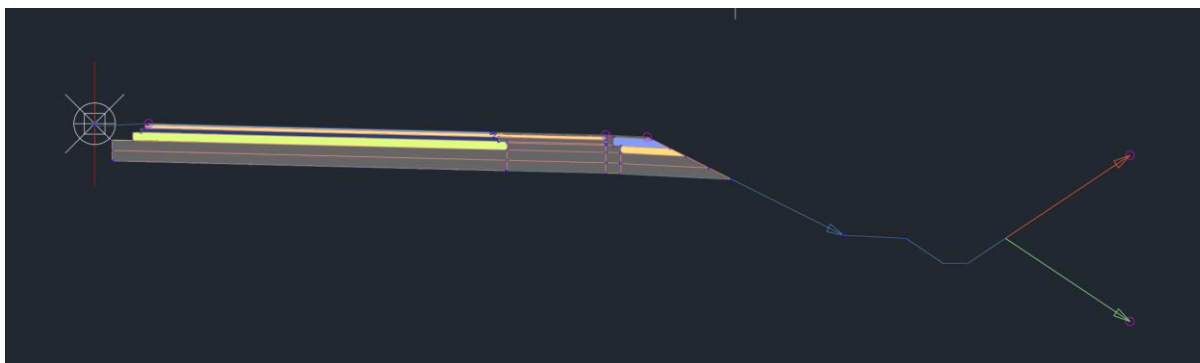
<sup>18</sup> DaylightBasin2:

(*Leállósáv szélessége*) és *Clear Zone Slope* (*Leállósáv esése*) sorokban. Végül beállítjuk az 1:1,5 oldalesést a terephez való csatlakozásig töltés és bevágás esetére is a *Cut Slope* (*Bevágásrézsű*) és *Fill Slope* (*Töltésrézsű*) mezőkben.



62. ábra: Árok hozzáadása

A mintakeresztmetszely utolsó lépéseként az elkészült jobb oldali alkotóelemeket tükrözzük a bal oldalra. Figyeljünk a tükrözés során arra, hogy a kezdeti 6 cm-es negatív függőleges eltolást nem kell tükröznünk, és a kijelölt elemek (az összes többi, jobb oldalt elhelyezkedő alkotóelem) új beillesztési pontja e függőleges eltolás alsó pontja kell, hogy legyen. Az egyes alkotóelemek tulajdonságaiban írjuk át az elnevezéseket, minden olyan helyen, ahol a jobb oldal megnevezést használtuk, balra. Továbbá ne felejtsük el átállítani a túlemelésre vonatkozó értékeket szintén a jobb oldalról balra.



63. ábra: A teljes jobb oldali mintakeresztmetszelvény

### 3.4. Túlemelés

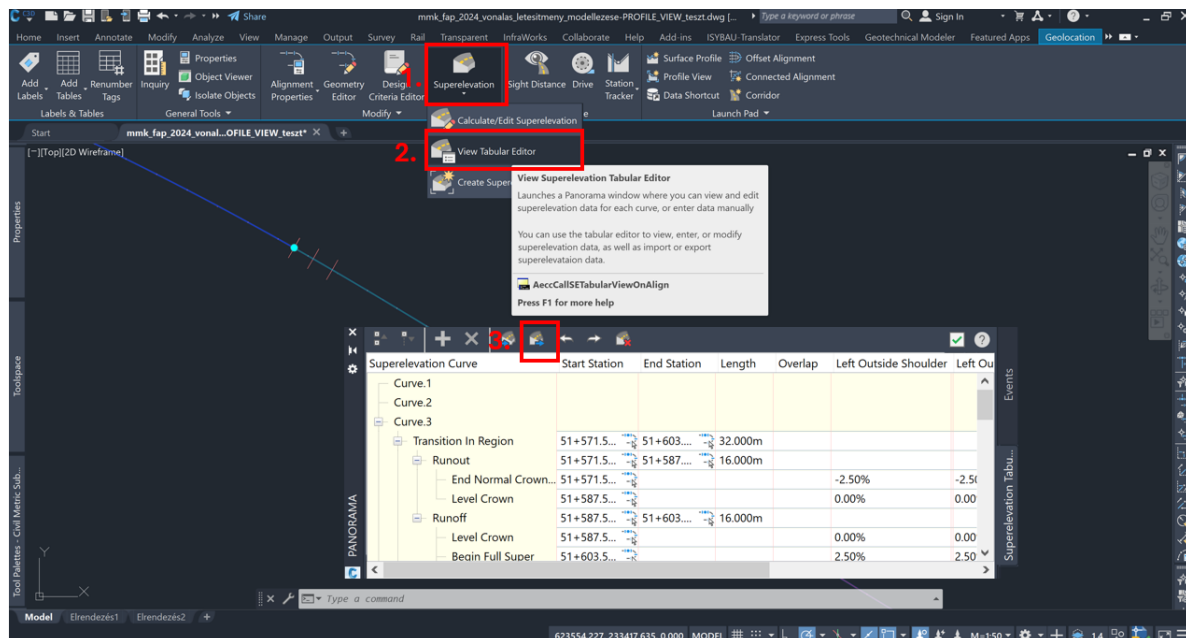
A mintapéldában modellezett úton az 51+070 szelvénytől 165 m hosszön a bal pályán van egy ferde gerinc átmenet, melynek modellezése összetettebb feladat. Erre a szakaszra érdemes egy különálló mintakeresztmetszelvényt létrehozni, amelyben az előzőtől eltérően külön elemként szükséges hozzáadni a haladó- és előzősávot. Később a nyomtervben helyszínrajzilag vezérelni lehet a sávszélességet a ferdegerinc mentén, mely lehetővé teszi változó sávszélességben a megfelelő oldalesés értékek alkalmazását. Ennek bemutatásától most eltekintünk.

Az 51+235 szelvénytől mindkét pálya oldalesése egyirányú, a jobb ívnek megfelelően mindkét burkolat fél jobbra lejt. Az oldalesés az 51+235 szelvénytől 51+310 szelvényig 2,50%-ról 3,50%-ra nő, majd 51+975 szelvénytől 52+050 szelvényig 3,50%-ról visszacsökken 2,50%-ra. Mivel a mintakeresztmetszelvényünkben olyan elemeket használtunk, melyek alkalmasak a túlemelési értékek lekövetésére, így csupán annyi a feladatunk, hogy megadjuk azokat. Nyomvonalunkat kijelölve a módosítás panelen a **Superelevation (Túlemelés) → View Tabular Editor (Túlemelés táblázatos szerkesztője)** paranccsal előhívható a túlemelési adatok táblázatos szerkesztője. **Export Superelevation Data (Túlemelési adatok exportálása)** ikonra kattintva lehetőségünk van CSV formátumban importálni az adatokat. A CSV-fájlban az oszlopok elrendezésének meg kell egyeznie az oszlopok alapértelmezett elrendezésével a *Túlemelés táblázatos szerkesztőjében*. Az elrendezésnek a következő sorrendet kell követnie:

- Túlemelési terület (Superelevation Region)
- Szelvény (Station)
- Leírás (Description)
- Simítási görbe hossza (Smoothing Curve length)
- Bal külső padka (Left Outside Shoulder)
- Bal külső sáv (Left Outside Lane)

- Bal belső sáv (Left Inside Lane)
- Bal belső padka (Left Inside Shoulder)
- Jobb külső padka (Right Outside Shoulder)
- Jobb külső sáv (Right Outside Lane)
- Jobb belső sáv (Right Inside Lane)
- Jobb belső padka (Right Inside Shoulder)

Ügyelnünk kell rá, hogy a mintakeresztszelvényben az egyes elemekhez mit állítottunk be, tehát például a jobb oldali üzemi sáv túlemelés értékeit az itt beírt *Right Inside Shoulder* mezőkből veszi át. Természetesen van rá mód, hogy manuálisan szerkesszük<sup>19</sup> a táblázatot és hozzáadjuk egyesével a túlemelés nevezetes pontjainak szelvényeit (pl. kifuttatás kezdő- és végszelvénye, egyoldali 2,50 % esés szelvénye, stb.) illetve az ezekhez tartozó oldalesés értékeit.



64. ábra: Túlemelés hozzáadása

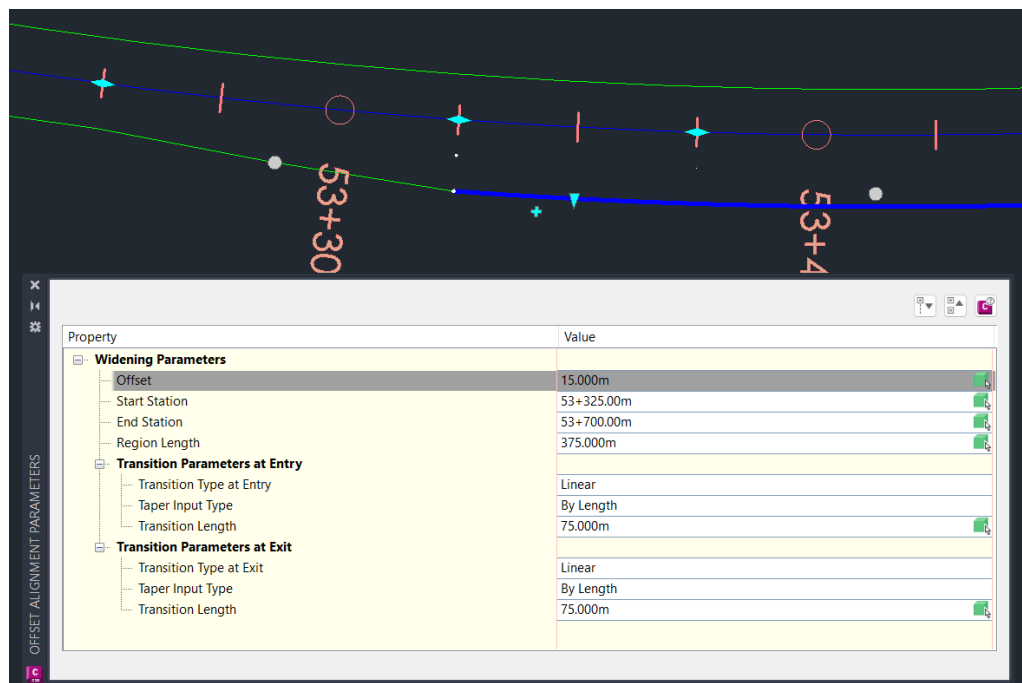
### 3.5. Szélesítés

Az általunk modellezett út esetében nincs szélesítés, viszont Útpálya modellezésnél számos esetben találkozhatunk azzal, hogy a modellezendő utunk keresztaszelvénye megváltozik, kiszélesedik. Ezeket a változásokat is lehetőségünk van modellezni<sup>20</sup>. Ehhez először létre kell hozni az **Offset Alignment (Párhuzamos nyomvonalak)** paranccsal az érintett sáv(ok) szélét leíró párhuzamos nyomvonalat. A szélesítést a

<sup>19</sup> Túlemelés hozzáadása manuálisan: <https://help.autodesk.com/view/CIV3D/2024/ENU/?guid=GUID-2799D9C9-9FBC-4BAD-81C8-50FB171F430A>

<sup>20</sup> Szélesítés hozzáadása segédlet: <https://help.autodesk.com/view/CIV3D/2024/ENU/?guid=GUID-AF7F5C3B-9B2F-4D3A-8F01-CF474DD8D352>

párhuzamos nyomvonal kijelölése után az **Add Widening (Szélesítés hozzáadása)** paranccsal tudjuk megadni. Itt lehetőségünk van beállítani, hogy mely szelvények között, milyen mértékben jöjjön létre a szélesítés. A megjelenő táblázatban ellenőrizhetjük, módosíthatjuk ezeket az értékeket.



65. ábra: Példa a szélesítés hozzáadására

A szélesítést a nyomterv (corridor)-modell létrehozása során lehet alkalmazni. Itt kiválaszthatjuk, hogy a mintakeresztshelvény mely alkotóeleménél akarjuk alkalmazni a létrehozott párhuzamos nyomvonal(ka)t (offset alignment), vezérlővonalakat (feature line), vonalláncokat, vízszintes vagy magassági cél(ok)at (target). Az itt felsorolt fogalmak tisztázása és részleteinek bemutatása meghaladja jelen szakmai útmutató kereteit.

### 3.6. A modell

A modellezés következő lépése a három építőelem (vízszintes vonalvezetés, hosszshelvény, mintakeresztshelvény) összeillesztésével az út háromdimenziós modelljének létrehozása a **Home (Alap) → Corridor (Nyomterv) → Corridor (Nyomterv)** menüpontban.





**Create Corridor**

Name: M123 Gyorsforgalmi ut - Nyomterv

Description:

Corridor style: 2D be 3D ki

Corridor layer: Nyomterv

Baseline type:

☒ Alignment and profile

☐ Feature line

Alignment: Nyomvonal - M123 Gyorsforgalmi

Profile: Hossz-szelvény - M123 Gyorsforg

Assembly: M123 Gyorsforgalmi ut - Mintakereszt

Corridor Template:

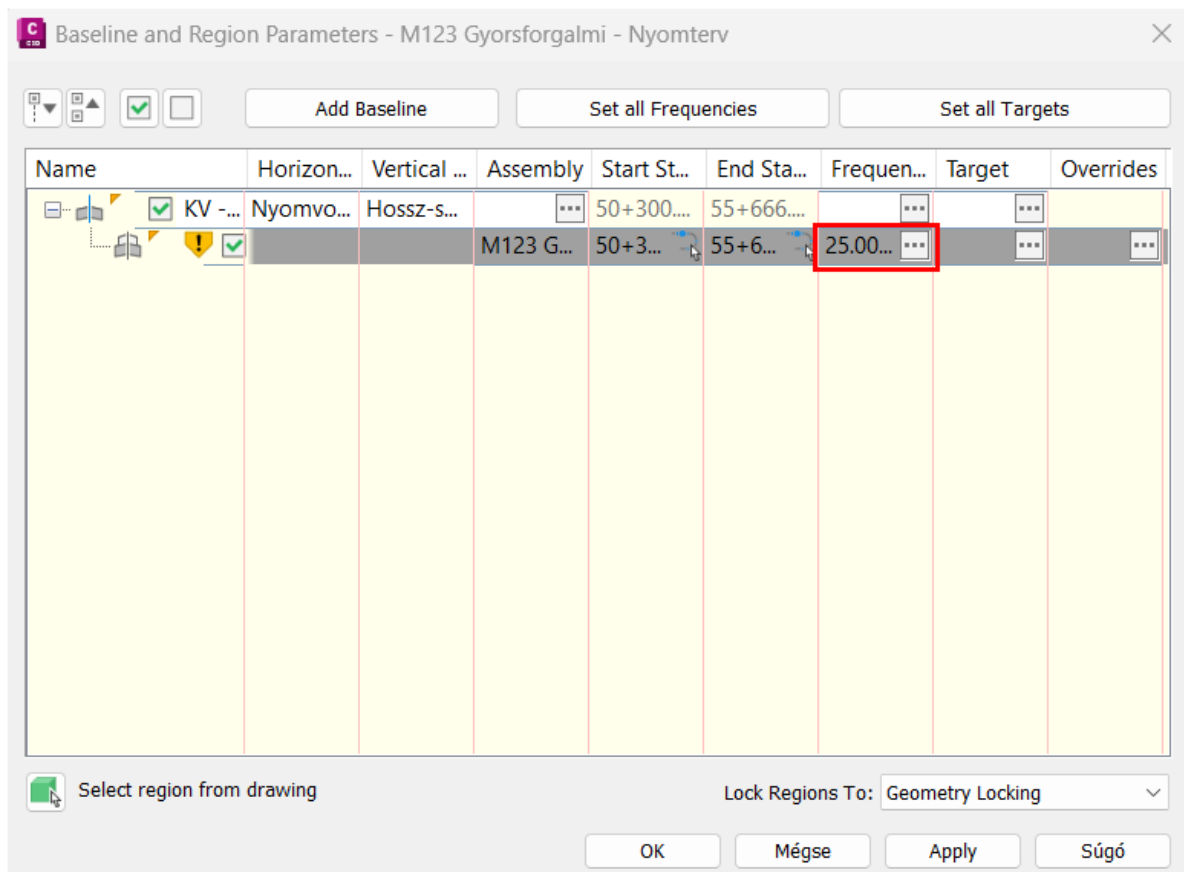
Target Surface: <none>

☒ Set baseline and region parameters

OK Cancel Help

67. ábra: Corridor létrehozásának beállításai

Miután ezeket beállítottuk és az **OK** gombbal elfogadtuk egy új ablak jelenik meg (ha az alsó “Set baseline...” opciót kipipálva hagytuk a fenti ábrának megfelelően). Itt kiválaszthatjuk, hogy milyen egyéb elemek (pl.: vezérlővonal) bevonásával, illetve milyen részletességgel szeretnénk modellezni az utunkat.



68. ábra: További Corridor beállítások

A részletességre vonatkozó beállításokat a **Frequency (Gyakoriság)** parancson belül érhetjük el. Itt megadhatjuk, hogy a kiválasztott nyomvonalon és hossz-szelvényen milyen gyakorisággal alkalmazza a mintakeresztzelvényt a program a modell alkotás során. Akár ezt különböző elemenként (egyenes, tiszta körív átmenti ív) eltérően is változtathatjuk és külön-külön is beállíthatjuk milyen sűrűn szeretnénk alkalmazni az adott mintakeresztzelvényt. Egyenes szakaszok esetében érdemes lehet az alap 25 méteres beállítást alkalmazni. Az ívek esetében, az alkalmazott sugár függvényében érdemes lehet kisebb értékeket használni. Amennyiben kis sugarú íveket használtunk a nyomvonal előállításánál, akkor az ívek esetében 1 méteres gyakoriság is indokolt lehet. Általános esetben az 5 – 10 méteres értéket érdemes felvenni, hogy megfelelő részletességű modellt tudjunk alkotni.

Az ütemes távolságfüggő gyakoriság mellett lehetőség van mintakeresztzelvény alkalmazást előírni a helyszínrajzi és hossz szelvényi geometria nevezetes töréspontjaihoz, valamint célként megadott vonalak töréspontjaihoz rendelve is.

Fontos megjegyezni, hogy a modell létrehozása és későbbi kezelhetősége miatt nem érdemes túl sűrű értékeket beállítani, ugyanis ilyen esetekben a modell előállítása, modelltérben való kezelése igencsak erőforrás igényes feladattá válhat. Magas

részletességi igény esetén járható út az is, ha a modell építés és paraméter beállítás, majd finomítás során egy kevésbé gyakori felosztást használunk, majd a végtermék (pl. 3D felületek) létrehozása idején ezt a gyakoriságot a szükséges szintre emeljük.

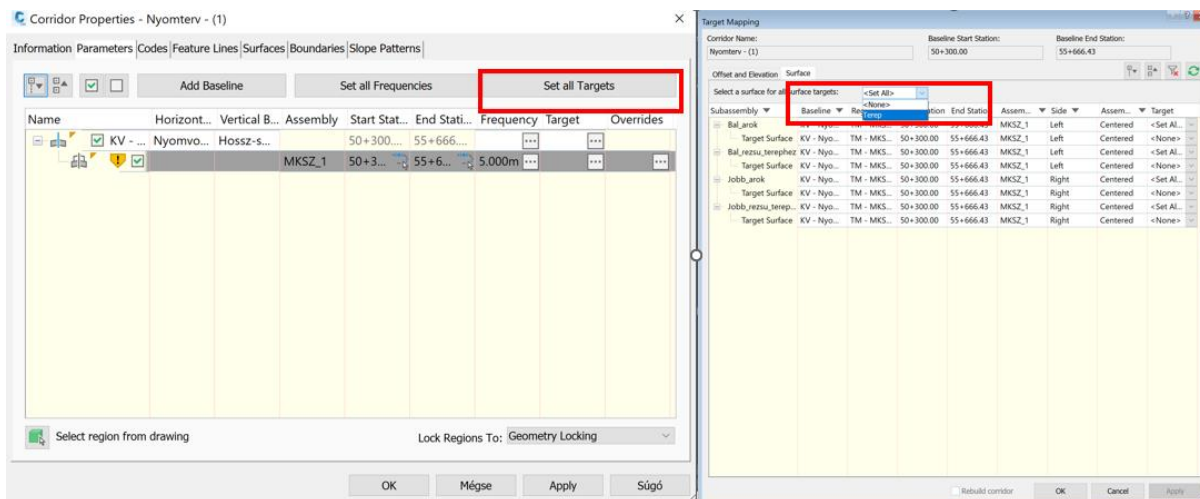
| Property                       | Value           |
|--------------------------------|-----------------|
| <b>Corridor Information</b>    |                 |
| <b>Horizontal Baseline</b>     |                 |
| Along tangents                 | 25.000m         |
| Along curves                   | At an increment |
| Curve increment                | 5.000m          |
| Mid-ordinate distance to ...   | 0.200m          |
| Along spirals                  | 5.000m          |
| At horizontal geometry p...    | Yes             |
| At superelevation critical ... | Yes             |
| <b>Vertical Baseline</b>       |                 |
| Along vertical curves          | 25.000m         |
| At vertical geometry points    | Yes             |
| At high/low points             | Yes             |
| <b>Offset Target</b>           |                 |
| At offset target geometry ...  | Yes             |
| Adjacent to offset target s... | Yes             |
| Along offset target curves     | <None>          |

| Station | Description |
|---------|-------------|
|         |             |

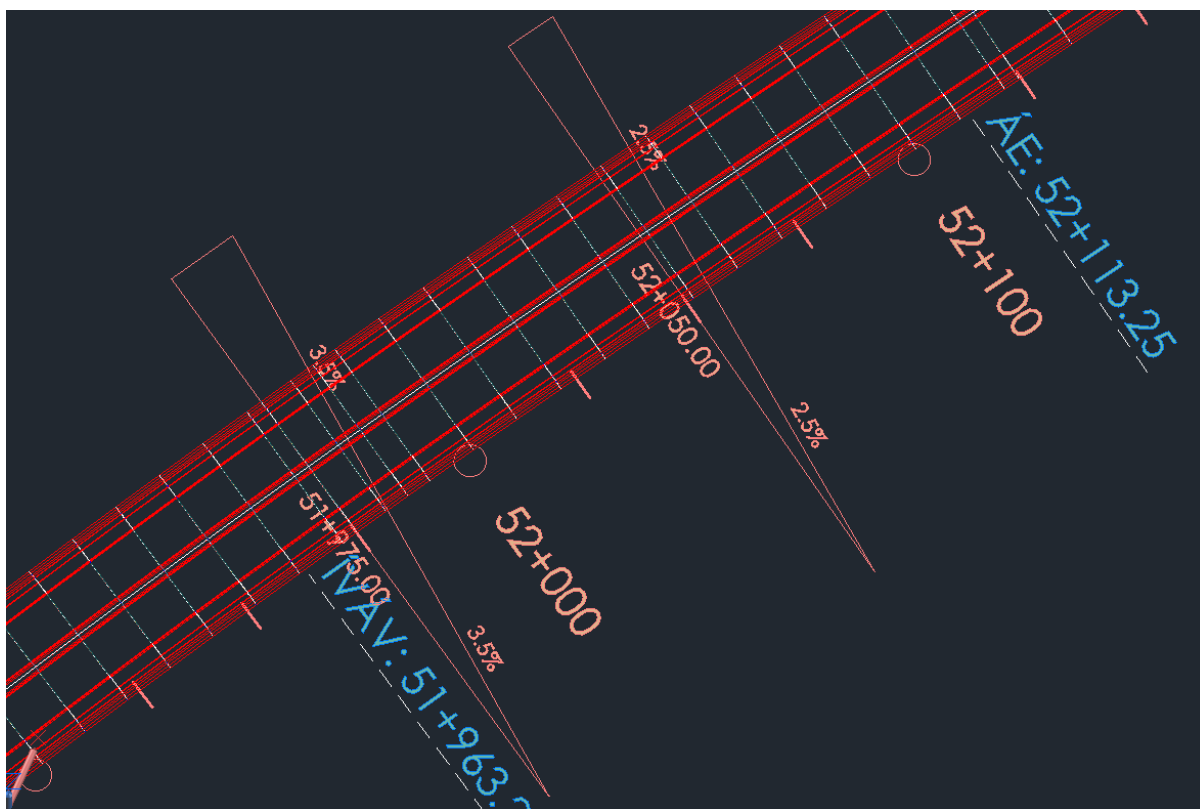
69. ábra: Mintakeresztszelvény alkalmazásának gyakoriságára vonatkozó beállítások

A beállításokban még el kell végeznünk a célfelületek beállítását, amit a **Set all Targets (Minden cél beállítása)** gombra kattintva tehetünk meg. A fentiekben megszerkesztett mintakeresztszelvény esetén a **Select a surface for all surface targets** soron a legördülő listából válasszuk ki terepfelületünket, ugyanis az összes rézsűelemünknek erre a célra van szüksége.



70. ábra A célfelületek és a terep kiválasztása

A szükséges beállításokat elvégezve és elfogadva előállt az útpályánkat leíró modell, amely mind vízszintes és magassági értelemben is lefedi a tervünket.



71. ábra: Létrehozott útpálya háttérben a nyomvonal feliratokkal

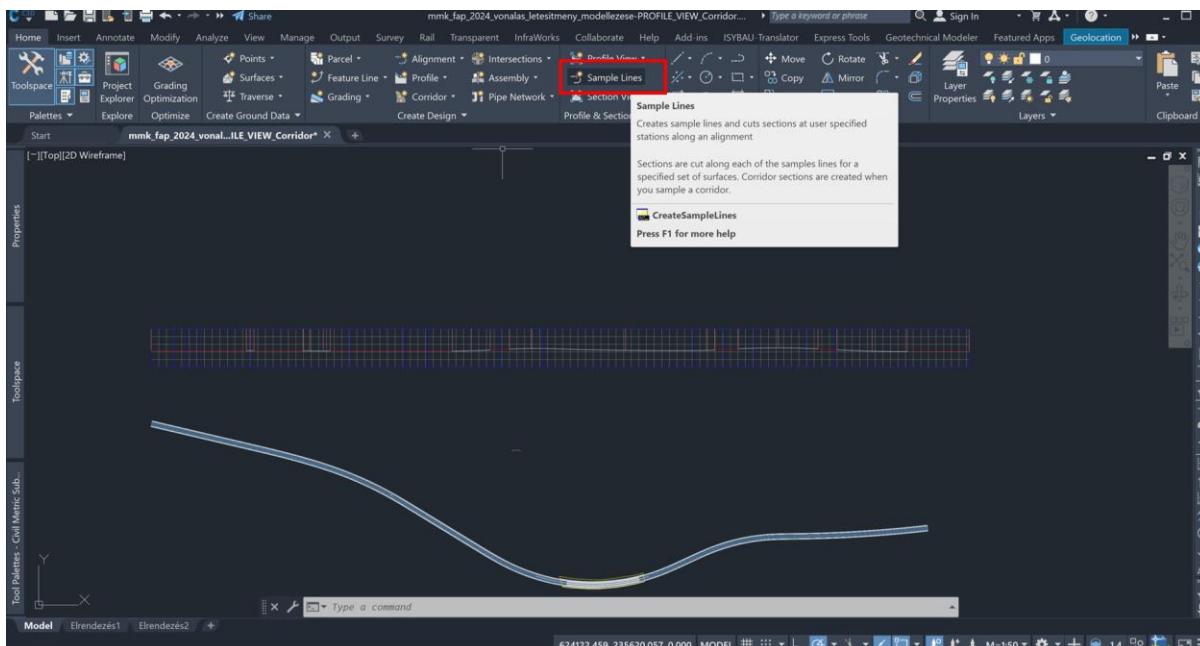
A mintapéldában ugyan most az egyszerűség kedvéért egy mintakeresztszelvényt hoztunk létre, azonban lehetőségünk van egy útmodellen belül szakaszonként más-más mintakeresztszelvényt használni. Ehhez a nyomterv tulajdonságaiban jobb egér gombbal kattintva az **Add Region (Nyomtervtartományok hozzáadása)** paranccsal felosztható szakaszokra nyomtervünk a megfelelő szelvénytípusok megadásával. A

A mintakeresztelvényhez rendelt szélességi és magassági, valamint felület célok megadása minden nyomterv szakaszon elvégzendő művelet!



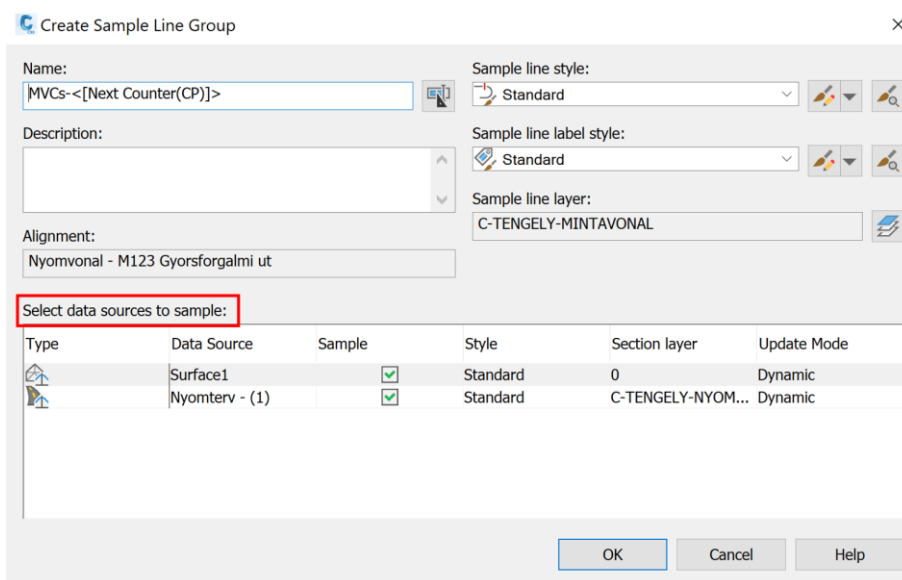
### 3.7.1. Keresztszelvények létrehozása

Első lépésként mintavonalakat (Sample Lines) szükséges létrehozni a nyomvonal mentén, melyek tulajdonképpen a keresztszelvények helyét és kiterjedését hivatottak meghatározni. Ezt a **Home (Alap) → Profile & Section Views (Hossz-és keresztszelvéynézetek) panel → Sample Lines (Mintavonalak)** menüpontban lehet megtenni. Rákattintva ki kell választani a nyomvonalat, melynek mentén később keresztszelvényeket kívánunk létrehozni.



73. ábra: Mintavonalak létrehozására használható funkció

A felugró **Create Sample Line Group (Mintavételi csoport létrehozása)** ablakban lehetőség van elnevezni a mintavételi csoportot, egyéb stílusbeállításokat elvégezni, valamint a mintavétel alapjául szolgáló adatokat a **Select Data Sources to Sample (elöljön ki adatforrásokat a mintavételezéshez)** táblázatban meghatározni. A program által felajánlott alapbeállításokat elfogadhatjuk.

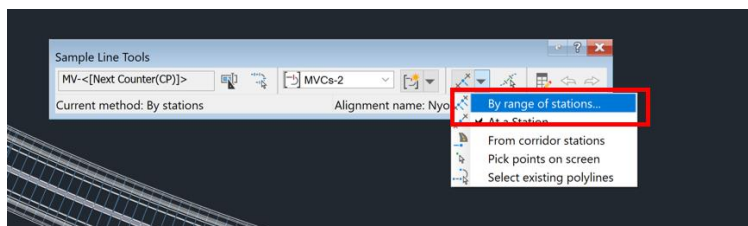


74. ábra: Mintavételi csoport létrehozása ablak és beállításai

Ezután a program utasításai szerint meg kell határozni a mintavonalak szelvényeit. Ezeket lehetőségünk van szelvénytartomány alapján is megadni, amit a felugró **Sample Line Tools (Mintavonal eszközök)** eszköztár segítségével tehetjük meg. Ezen

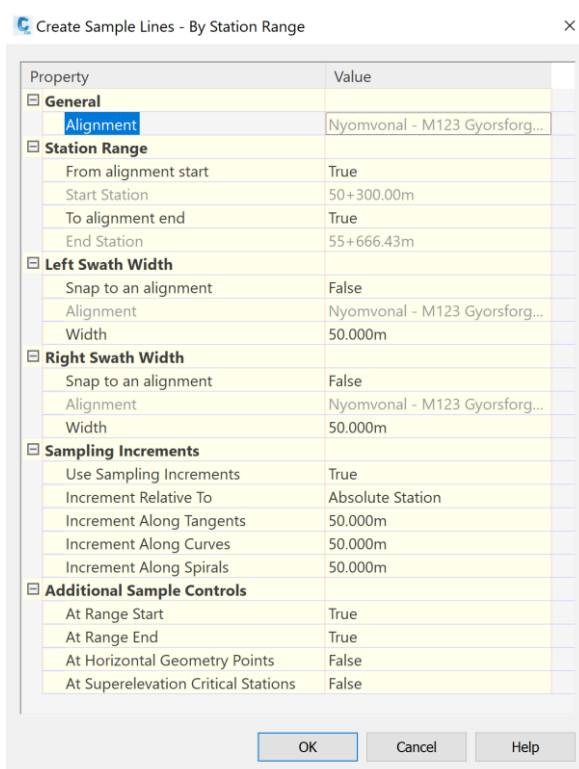


eszköztáron a **Sample Line Creation Methods (Mintavételkészítési módszerek)** lenyíló fülén a **By Range of Stations (Szelvénytartomány alapján)** módszert válasszuk.



75. ábra: Mintavonal eszközök eszköztára

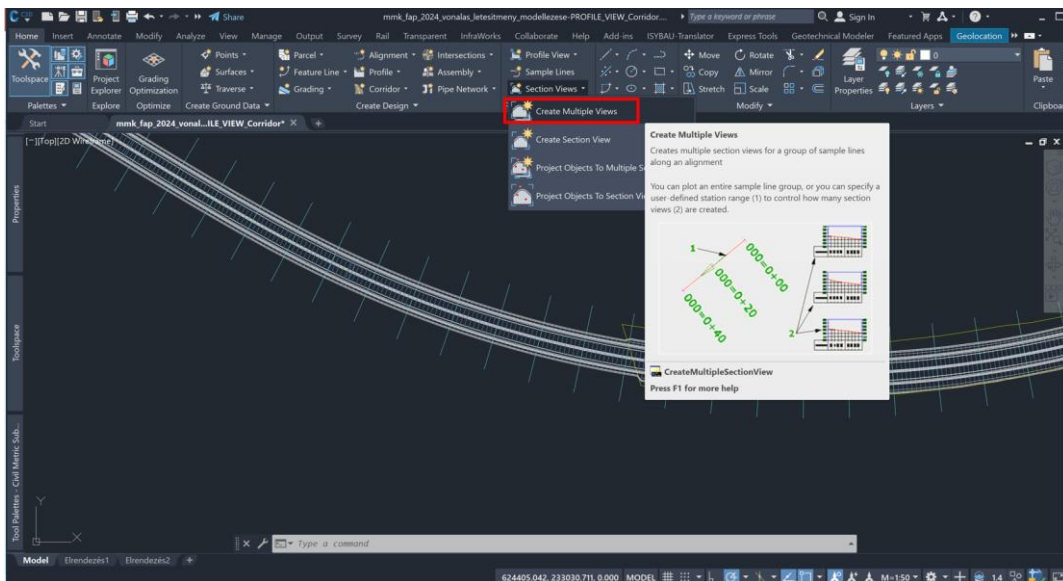
Ekkor megjelenik egy **Create Sample Lines - By station Range (Mintavonalak létrehozása - Szelvénytartomány alapján)** párbeszédpanel, melyben az alapértelmezett beállításokat felülírva megadhatjuk a mintavonal létrehozás tartományát, a nyomvonalról való jobb-, illetve bal oldali szélességét, a mintavonalak lépésközét a nyomvonal különböző típusú alkotóelemein, valamint további mintavonal szelvényeket. A megfelelő beállításokat elvégezve, majd az OK gombra kattintva megjelennek a mintavonalak.



76. ábra: Mintavonalak létrehozása ablak

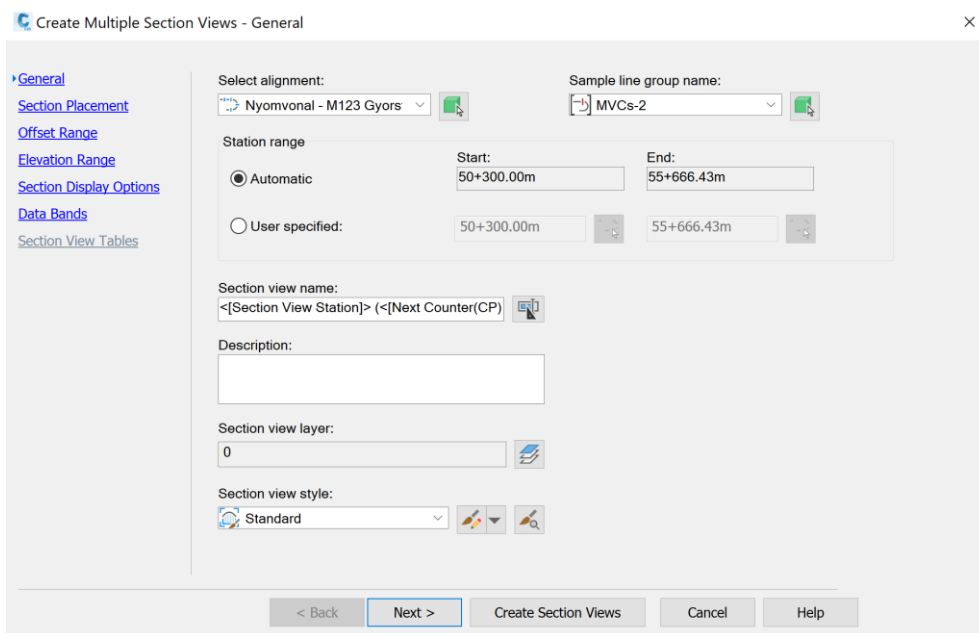
Következő lépésben már létrehozhatók a keresztshelvények a Home (Alap) → Profile & Section Views (Hossz-és keresztshelvénynézetek) panel → Section Views (Keresztshelvénynézetek) → Create Multiple Views (Több nézet létrehozása) menüpont alatt.





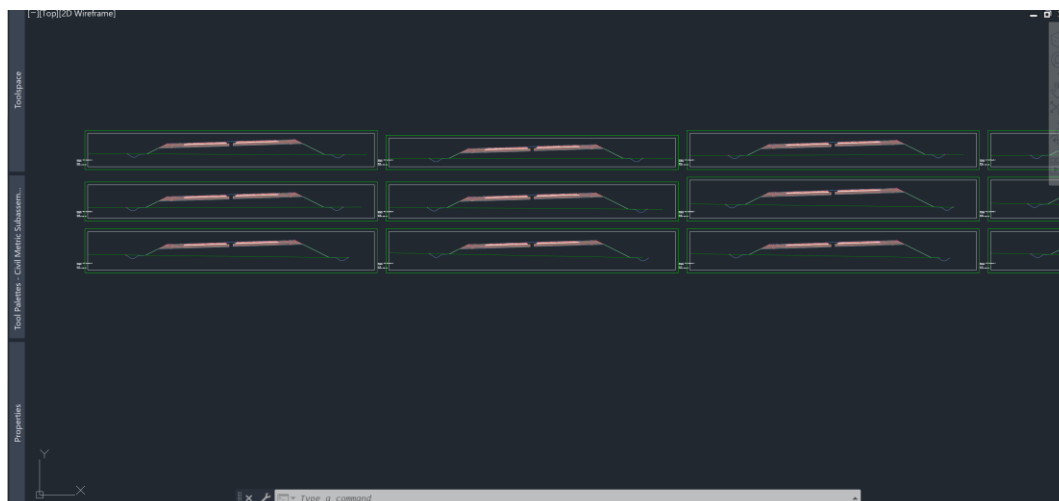
77. ábra: Több nézet létrehozása parancs elérése

Ekkor felugrik egy **Create Multiple Section Views (Több keresztmetszelnézet létrehozása)** varázslóablak, melyben különféle paraméterek testre szabhatók, valamint az egyes stílusbeállítások elvégezhetők.



78. ábra: Keresztmetszelnézetek létrehozásának ablaka

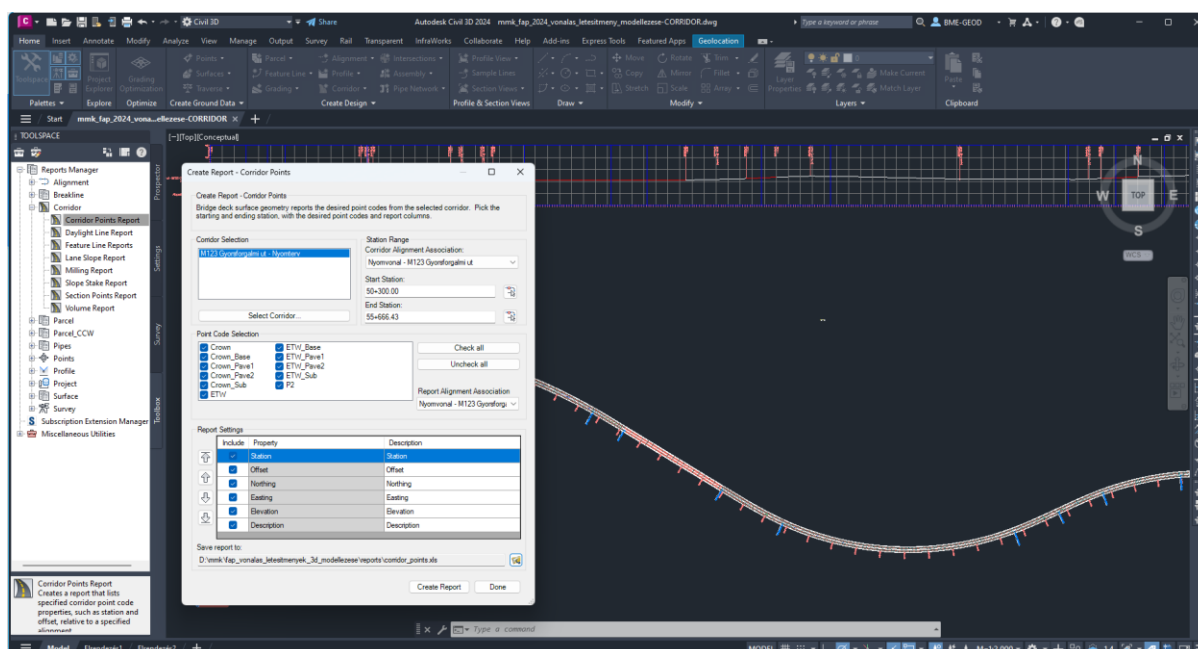
Jelen példában elfogadjuk az alapbeállításokat, s a **Create Section Views (Keresztmetszelnézetek létrehozása)** gombra kattintva kirajzoltatjuk a keresztmetszelnézetet. Természetesen a keresztmetszelnézetek stílusa, tartalma, feliratai a későbbiekben is bármikor módosítható igény szerint.



79. ábra: A létrehozott keresztmetszvények

### 3.7.2. 3D modellek kimentése különböző formátumokban

Az AutoCAD-ben előállított modell lehetőséget ad geometriai adatainak exportálására is. Ezt viszonylag egyszerűen pár kattintással meg is tehetjük a **Toolspace (Eszköztár)** → **Toolbox (Eszközkészlet)** → **Miscellaneous Utilities** → **Reports (Jelentések)** fülre kattintva. Többféle formátumban, számos riport készíthető. Első lépésben az elkészült nyomterv részletpontjairól készítsünk koordinátajegyzéket (Corridor Points Report - Nyomtervpont-jelentés) és mentjük ki MS Excel fájlba.



80. ábra részletpont koordinátajegyzékének kimentése

A *Report* tartalmazza a pontok szelvénytípusát, koordinátáit, magasságát, a tengelytől való távolságát és leírását (a mintakeresztmetszvény rétegrendjét).

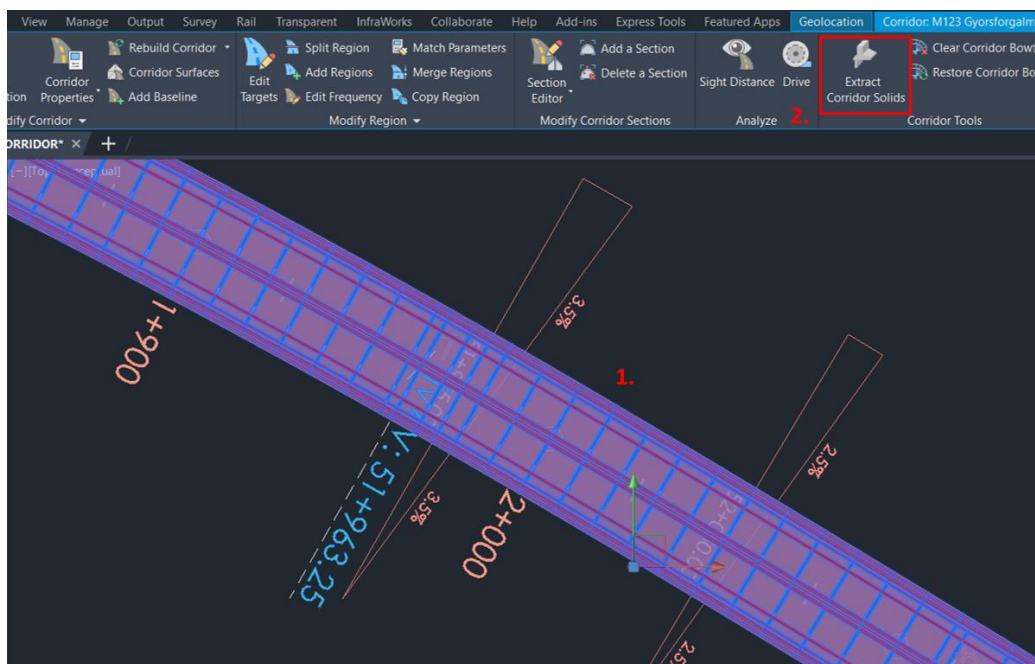
| Station   | Offset | Northing    | Easting     | Elevation | Description |
|-----------|--------|-------------|-------------|-----------|-------------|
| 50+300.00 | -9.55  | 233829.7512 | 621822.3795 | 110.151   | ETW_Sub     |
| 50+300.00 | -9.55  | 233829.7512 | 621822.3795 | 110.451   | ETW_Base    |
| 50+300.00 | -9.55  | 233829.7512 | 621822.3795 | 110.551   | ETW_Pave2   |
| 50+300.00 | -9.55  | 233829.7512 | 621822.3795 | 110.576   | ETW_Pave1   |
| 50+300.00 | -9.55  | 233829.7512 | 621822.3795 | 110.601   | ETW         |
| 50+300.00 | -1.3   | 233821.7187 | 621820.4976 | 110.357   | Crown_Sub   |
| 50+300.00 | -1.3   | 233821.7187 | 621820.4976 | 110.657   | Crown_Base  |
| 50+300.00 | -1.3   | 233821.7187 | 621820.4976 | 110.757   | Crown_Pave2 |
| 50+300.00 | -1.3   | 233821.7187 | 621820.4976 | 110.782   | Crown_Pave1 |
| 50+300.00 | -1.3   | 233821.7187 | 621820.4976 | 110.807   | Crown       |
| 50+300.00 | -1.3   | 233821.7187 | 621820.4976 | 110.807   | P2          |
| 50+300.00 | 1.3    | 233819.1873 | 621819.9044 | 110.357   | Crown_Sub   |
| 50+300.00 | 1.3    | 233819.1873 | 621819.9044 | 110.657   | Crown_Base  |
| 50+300.00 | 1.3    | 233819.1873 | 621819.9044 | 110.757   | Crown_Pave2 |

81. ábra Részletpont koordinátajegyzéke kimentve MS Excel fájlba

Az elkészült 3D modelleket gyakran kell LandXML formátumban kimenteni, ezt az output menüben találjuk. A tervező szoftverekben elkészült 3D modelleket a geodéziai műszerekbe jellemzően LandXML formátumban tudjuk átvinni.

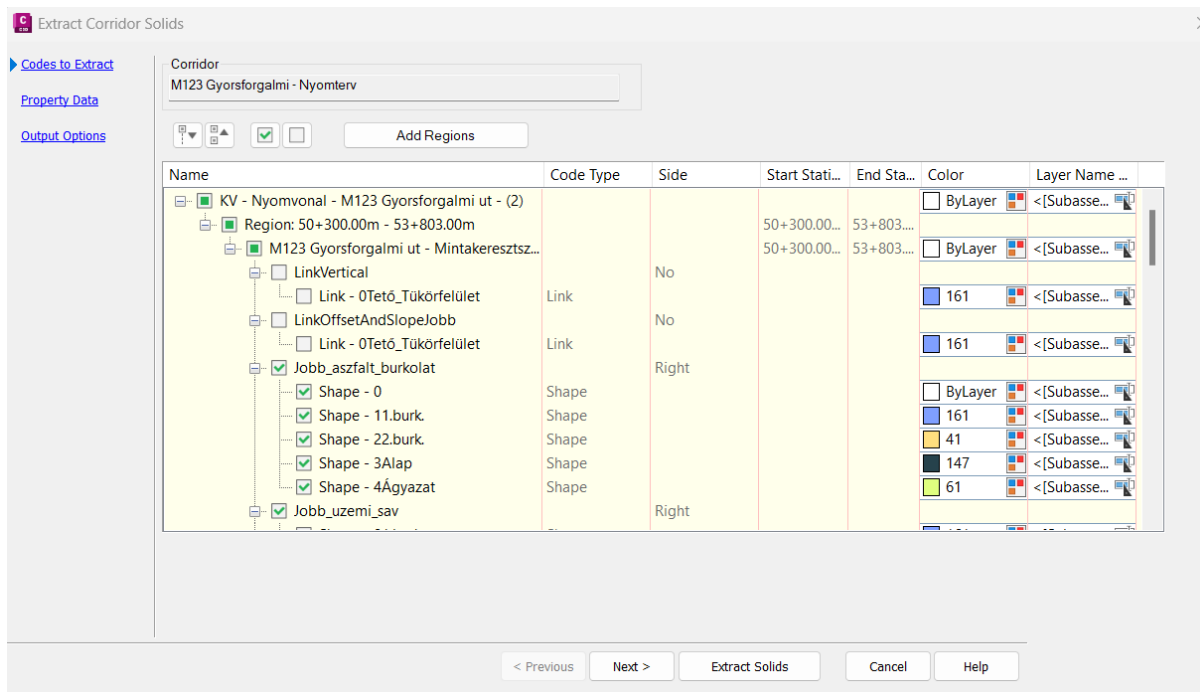
Elsősorban az ellenőrző, minősítő mérések feldolgozása során van szükségünk arra, hogy egy adott útpályaszerkezeti rétegről felületmodellt készítsünk. A Civil3D-ben létrehozott corridor objektum kijelölése után a menüsávban elérhetővé váló **Extract Corridor Solids (Nyomvonalstilárdtestek kiemelése)**<sup>21</sup> parancs segítségével ezt a modellt könnyen előállíthatjuk.

<sup>21</sup> Extract Corridor Solids: <https://help.autodesk.com/view/CIV3D/2024/ENU/?guid=GUID-27BD6D2B-1F08-4616-8ED0-1C4F59D92BF9>



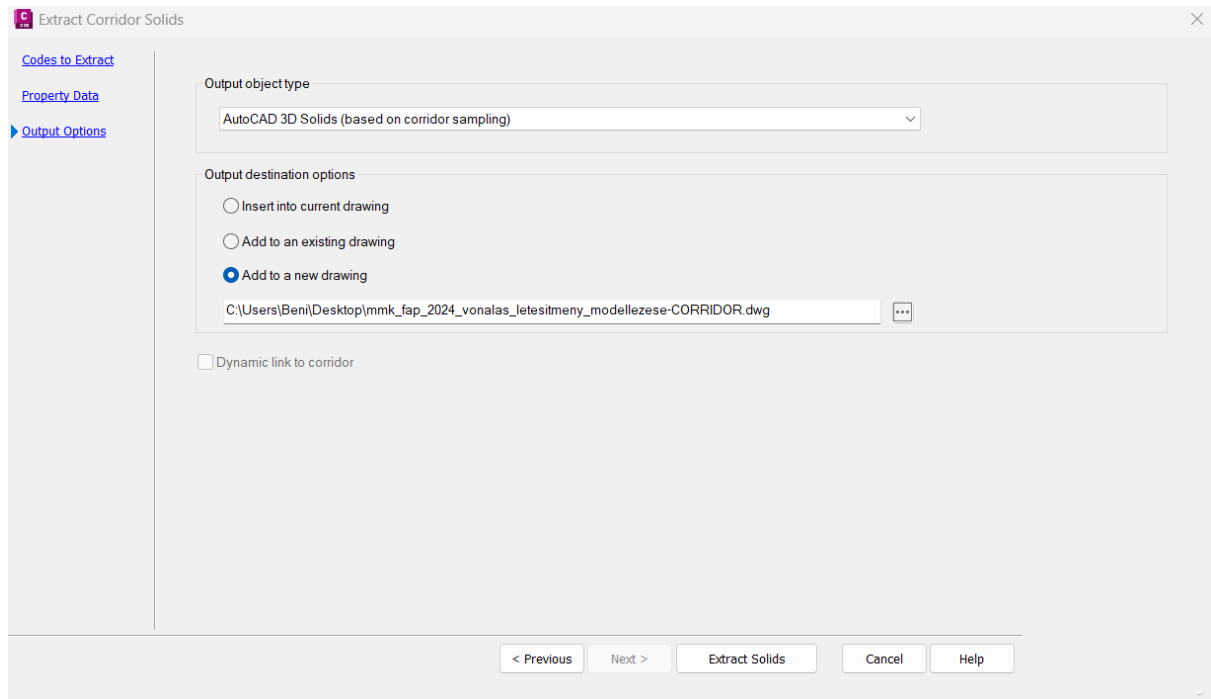
82. ábra: A corridor objektum kijelölése és az Extract Corridor Solid funkció

A funkción belül lehetőségünk van egy megadott szelvénytípusok közé eső szakasznak, poligonnal kijelölt részeknek vagy a teljes nyomvonalnak az exportálására. A megfelelő opció kiválasztása után megjelenő ablakban modellezni kívánt rétegeket, azok színbeállításait és főliák elnevezéseit választhatjuk ki.



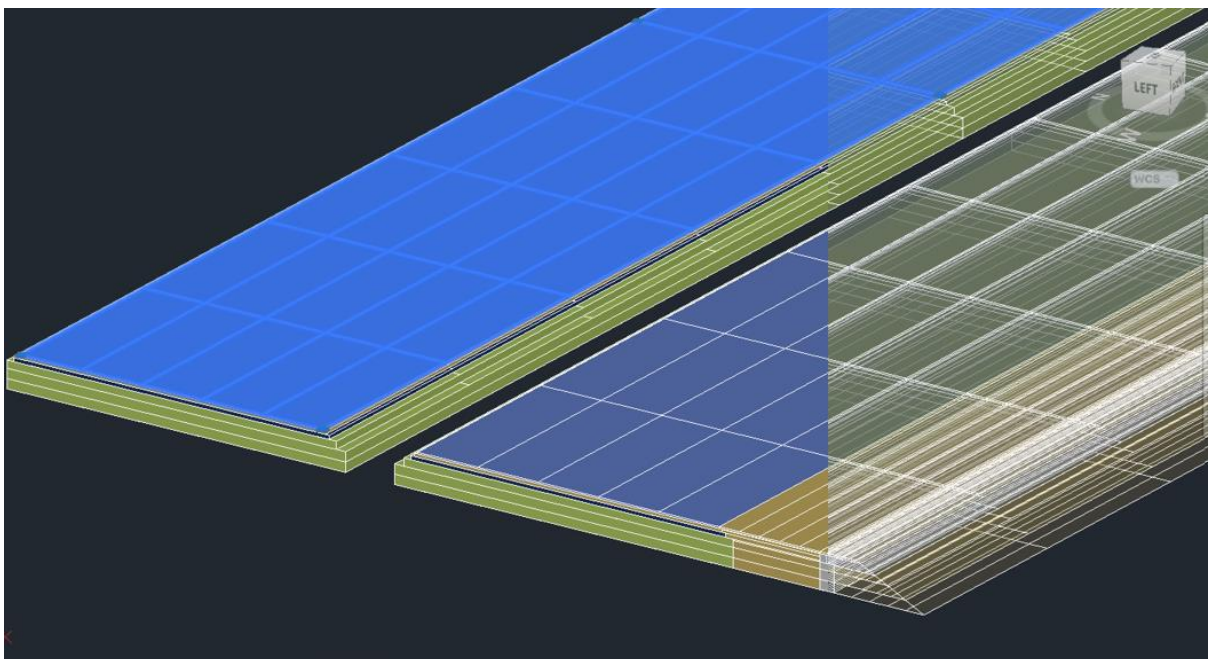
83. ábra: A modellezendő rétegek kiválasztása a mintakeresztelvény megfelelő elemeinek felhasználásával

A megfelelő beállítások megadása után a felületmodellünket a jelenleg megnyitott, már létező vagy új rajzi állományba tudjuk elmenteni.



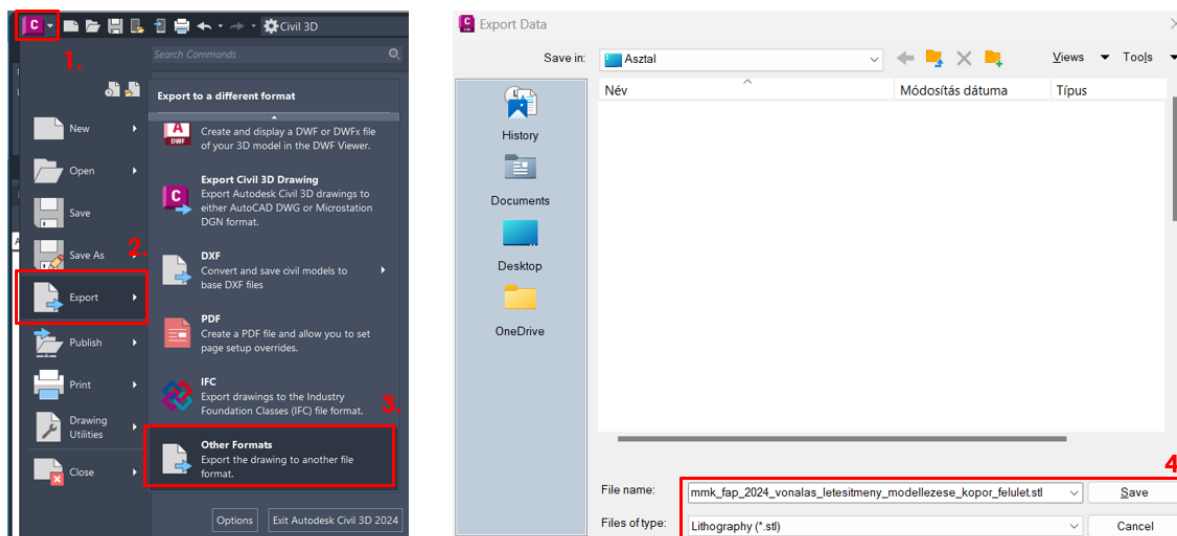
*84. ábra: Felületek létrehozása külön DWG állományba*

Az egyes rétegekre vonatkozó felületmodelleket a Civil3D-ben meg tudjuk tekinteni.



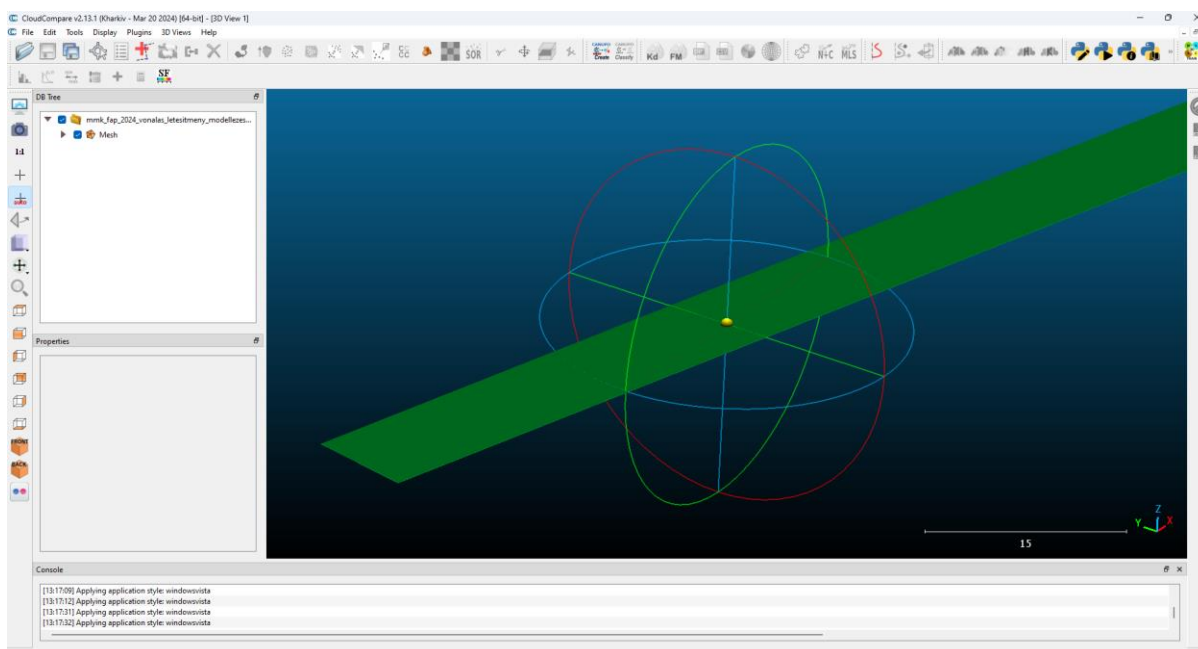
*85. ábra: Létrehozott felületmodellek; a bal oldalon csak a forgalmi sávra korlátozva és jobb oldalon pedig teljes mintakeresztszelvényre vonatkozóan*

Az modelltérben megjelenő rétegeket külön-külön ki tudjuk jelölni, törölhetjük ezeket, illetve exportálhatjuk is egyéb fájlformátumokba. A mentési lehetőségek közül kiemelnénk a STL (Standard Tessellation Language vagy Standard Triangle Language) fájlformátumot, amely 3D modellezésben, illetve 3D nyomtatásban használt nyílt fájlformátum. Számos szoftver képes kezelni ezt a fájl típust.



86. ábra: Kijelölt elem mentése STL formátumba

A mérések során mért pontokat (akár pontfelhő pontjait is) közvetlenül össze tudjuk hasonlítani a felületmodellel, ehhez javasoljuk az ingyenes és nyílt forráskódú CloudCompare szoftvert. A felületmodellt kimenthetjük, többek között, STL formátumban, amelyet a CloudCompare közvetlenül be tud olvasni.



87. ábra: Exportált felületmodell megjelenítése CloudCompare környezetben



## 4. További szoftverek

---

### 4.1. Trimble Connect

---

A Trimble Connect egy felhőalapú közös adatkörnyezet platform, amely azontúl, hogy többféle modell integrálására, megjelenítésére és különböző adatok alapján a modellelemek szűrésére használható, lehetővé teszi a tervezési, építési és projektmenedzsment csapatok számára, hogy valós időben megoszthassák, kezelhessék és koordinálhassák projektjeiket.

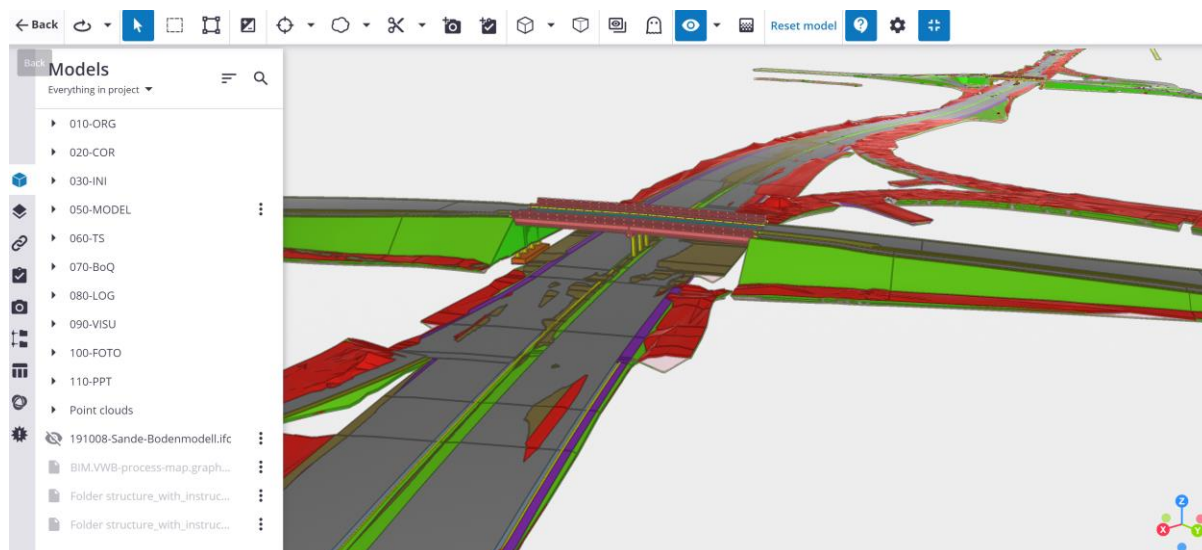
A különböző tervező, illetve modellező programokból kinyert 3D modelleket többféleképpen is lehet ellenőrizni, valamint felhasználni a platformon. Ehhez természetesen a megfelelő formátumban szükséges exportálni a modellt, amelyet a Trimble Connect is képes kezelni. A leggyakoribb formátumok, amelyek importálhatók:

- **IFC (Industry Foundation Classes):** Ez az egyik legelterjedtebb BIM (Building Information Modeling/Management) formátum, a Civil 3D is támogatja az IFC formátumba való exportálást. Az IFC egy jó választás lehet, mivel hordozza az építési információkat is, és jól működik a Trimble Connect-ben.
- **DWG/DXF:** A Civil 3D esetében ezek az alapvető formátumok a 2D/3D modellek számára, és szintén feltölthetők a Trimble Connect-be.
- **LandXML:** Szintén egy elterjedt formátum geodéziai és építőmérnöki adatok, illetve modellek exportálására.
- **e57, LAS:** pontfelhő formátumok.

A platform böngészőalapú felületén könnyedén feltölthetjük az exportált fájlokat, majd megoszthatjuk más résztvevőkkel. A rendelkezésre álló eszközök segítségével ellenőrizhetők a modell geometriai és metaadatai. Az alábbi fő funkciók rendkívül nagy segítséget nyújthatnak:

- **3D megjelenítés:** A Trimble Connect 3D nézetben képes megjeleníteni az útmodellt, illetve egyéb 3D modellt is. Ellenőrizhetők a domborzati elemek, útpályák és a csatlakozó infrastruktúra, úgymint például a környező műtárgyak.
- **Méretek ellenőrzése:** A beépített mérőeszközökkel távolságok és magasságok ellenőrizhetők a modellben.
- **Koordináták és referencia pontok ellenőrzése:** Ellenőrizhető, hogy a modell jól helyezkedik el a projekt koordináta-rendszerében, ugyanis a platform koordináta-helyes modellek kezelésére képes, így hozhatók létre különböző szakágak összehangolt modelljei.

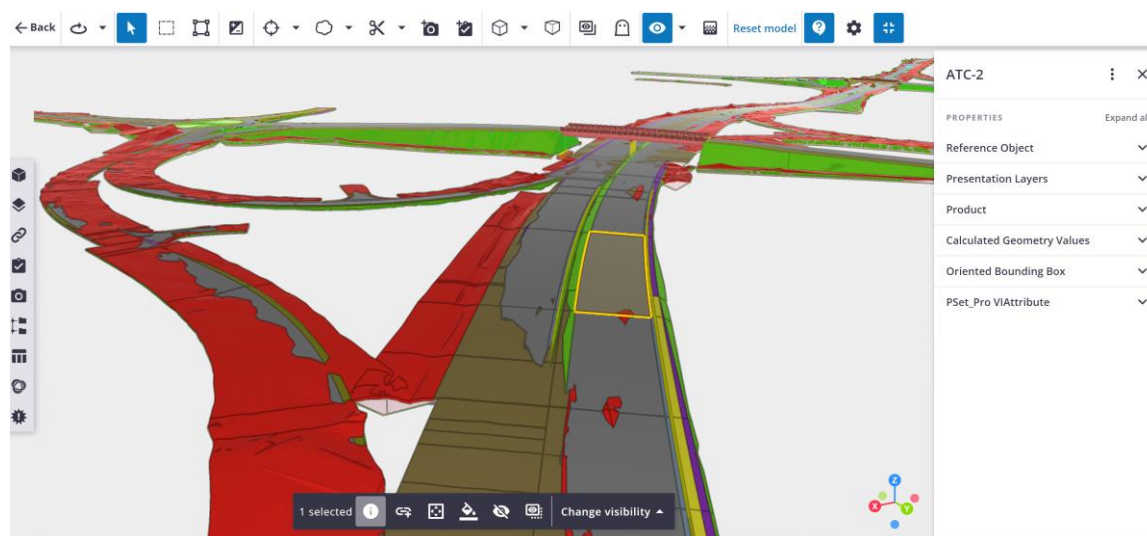
- **Ütközésvizsgálat:** Ha más modellek is rendelkezésre állnak, például épületek, mérnöki létesítmények, akkor ütközésvizsgálat is végezhető, melynek során a térbeli átfedések emelhetők ki.



88. ábra: Trimble Connect 3D nézet

A Trimble Connect lehetőséget biztosít arra is, hogy az egyes elemekhez kapcsolódó részletes tulajdonságokat ellenőrizzük. Ezt a 3D nézetben az ellenőrizni kívánt modellelemre kattintva tudjuk megtenni. Az elem kiválasztását követően megnyílik egy tulajdonságpanel, amelyen megtekinthetők az adott elemre vonatkozó különböző információk.

A modellek egyes tulajdonságai alapján egyszerű szűrők is alkalmazhatók. Az elem típusa, avagy valamely attribútuma alapján (pl. anyag, azonosító) szűrhetünk és megtalálhatjuk a kívánt modellelemeket.



89. ábra: Trimble Connect elemkijelöléssel megjelenő tulajdonságpanel



Mindezekon túl a platform lehetővé teszi a projektben résztvevők valós idejű együttműködését. Megjegyzések adhatók a modellhez, jegyzetek és feladatok hozhatók létre a modell alapú ellenőrzési folyamatok során.

## 4.2. Trimble Business Center

---

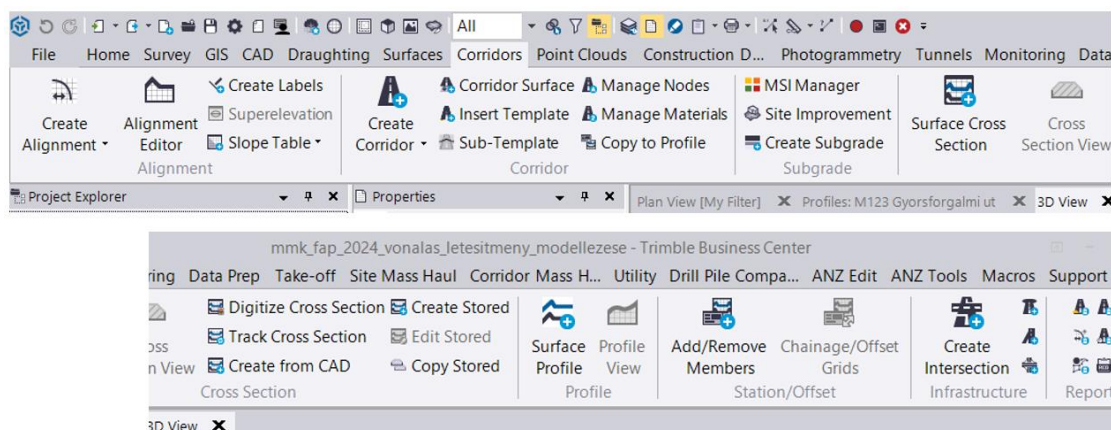
A Trimble Business Center (TBC) a földmérők számára készült CAD alapú irodai feldolgozó szoftver. A különböző forrásból származó mérési adatok importálása mellett számos egyéb, a feldolgozást támogató funkcióval rendelkezik.



*90. ábra: Trimble Business Center (TBC) logója*

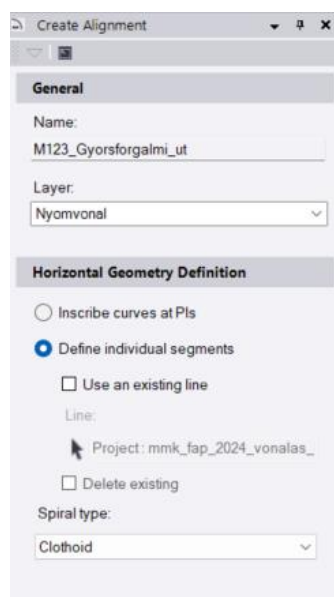
A megszokott CAD funkciók mellett lehetőséget kínál hálózat kiegyenlítésre, GNSS-mérések feldolgozására, felületmodellezésre, térfogatszámításra, földtömegszámításra, drón fotogrammetriai feldolgozásra. A feldolgozás eredményeként, vagy más forrásból származó LAS formátumú pontfelhőket is képes kezelni a szoftver. Számos pontfelhő feldolgozást támogató funkcióval (pl.: regisztráció, osztályozás, pontfelhő-felület távolságának meghatározása stb.) rendelkezik. Gépvezérléshez szükséges adatokat is előállíthatunk, illetve exportálhatunk, ennek megfelelően útmodellezésre is használhatjuk a Trimble szoftverét.

Az útmodellezésre egy igen gazdag eszköztár áll rendelkezésünkre a szoftverben. Az egyes elemek manuális megadása mellett, akár PDF alapú tervek digitalizálására is lehetőséget kínál.



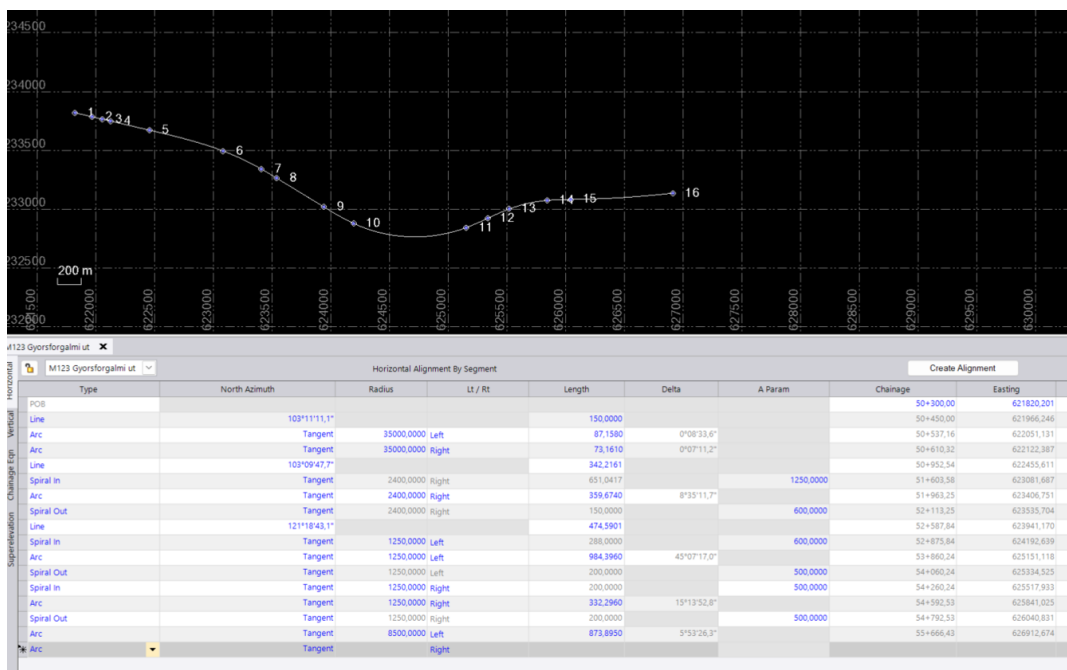
91. ábra: Trimble Business Center-ben elérhető funkciók az út modellezésére

Az útmodellhez vonalvezetést, hossz-szelvényt, valamint mintakereszt-szelvényt kell létrehoznunk, ezt követően tudjuk előállítani az útpályánkat. A vonalvezetés létrehozásánál akár előre importált vonalláncokat is megadhatunk. Amennyiben nem rendelkezünk ilyennel, akkor a Civil3D-hez hasonló módon a vonalvezetés nevének, rétegének és átmeneti ív típusának megadása után saját magunk is megalkothatjuk az út nyomvonalát.



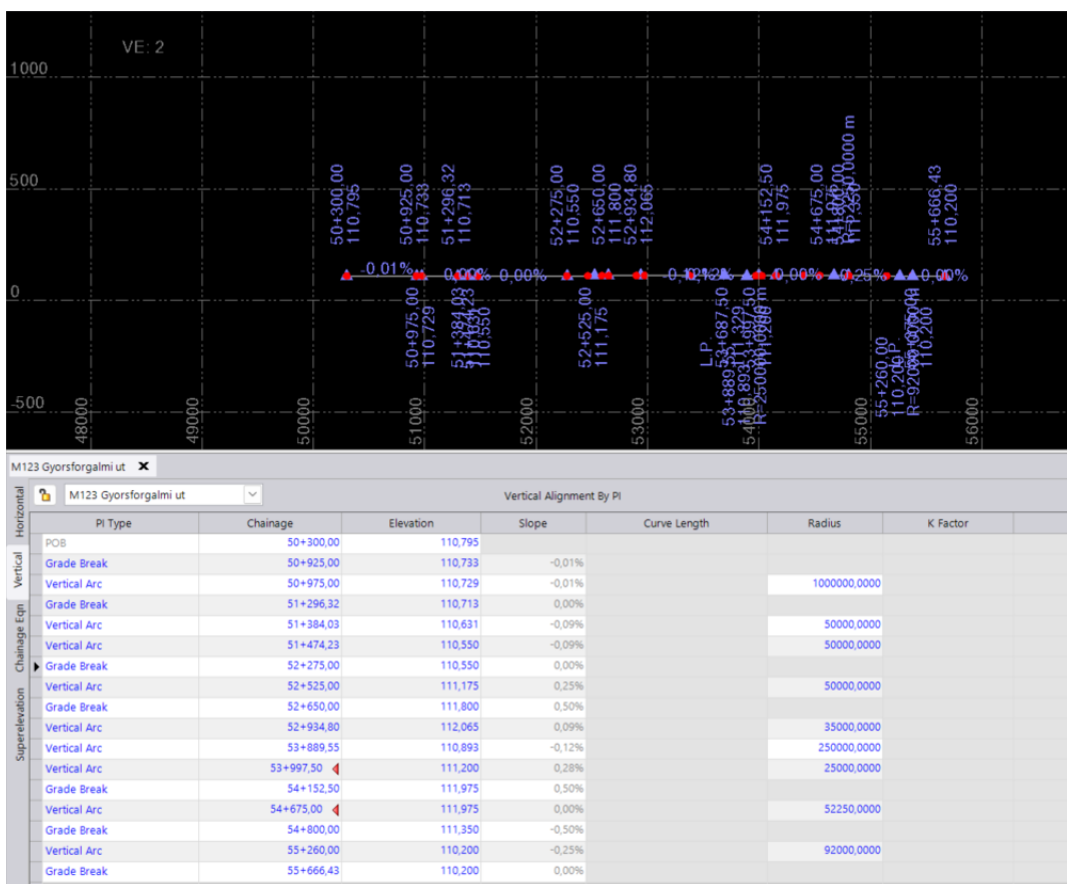
92. ábra: Nyomvonal objektum létrehozása Trimble Business Center-ben

A vízszintes vonalvezetést egy táblázat segítségével tudjuk szerkeszteni. A táblázat adott sorában egy legördülő ablakban kell kiválasztanunk, hogy milyen elemet (egyenes, átmeneti ív, tiszta körív) szeretnénk hozzáadni a vonalvezetéshez. Ezt követően kiválaszthatjuk, hogy milyen adatok ismeretében (pl.: egyenes kezdőpontjának koordinátái, illetve irányszöge) alapján akarjuk hozzáadni az elemet. Így elemről-elemre haladva tudjuk bővíteni, illetve szerkeszteni a vonalvezetésünket.



93. ábra: Vonalvezetés létrehozása TBC-ben

A hossz-szelvényt is hasonló módon kell megadnunk. Az egyes építőelemek, azok paramétereinek definiálása után elő tudjuk állítani az utunk hossz-szelvényét.



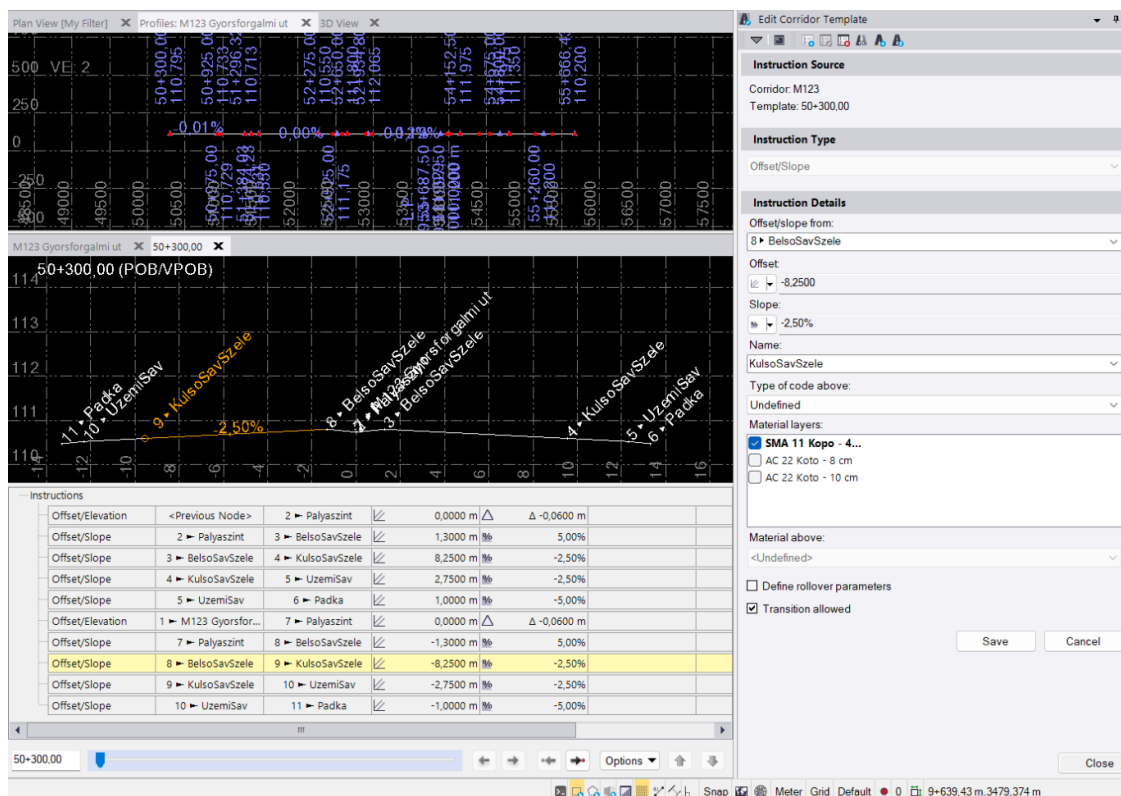
94. ábra: Hossz-szelvény létrehozása TBC-ben

A modell létrehozáshoz szükséges utolsó összetevőnk a mintakeresztzelvényt az útpálya előállítás (Create Road) funkcióban tudjuk létrehozni template (sablon) formájában.

The screenshot shows the 'Edit Corridor Template' dialog box. The 'Instruction Source' section contains 'Corridor: M123' and 'Template: 50+300.00'. The 'Instruction Type' dropdown is open, showing a list of options: 'Offset/Elevation', 'Offset/Slope', 'Side Slope', 'Slope/Elevation', 'Slope/Slope', 'Connect', 'Superelevation', 'Surface', 'Conditional', 'Comment', and 'Sub-Template'. Below this, there is a 'Name' field, a 'Type of code above' dropdown, a 'Material layers' section with a list of layers (SMA 11 Kopo - 4..., AC 22 Koto - 8 cm, AC 22 Koto - 10 cm), a 'Material above' dropdown, and checkboxes for 'Define rollover parameters' and 'Transition allowed'. An 'Add' button is at the bottom right.

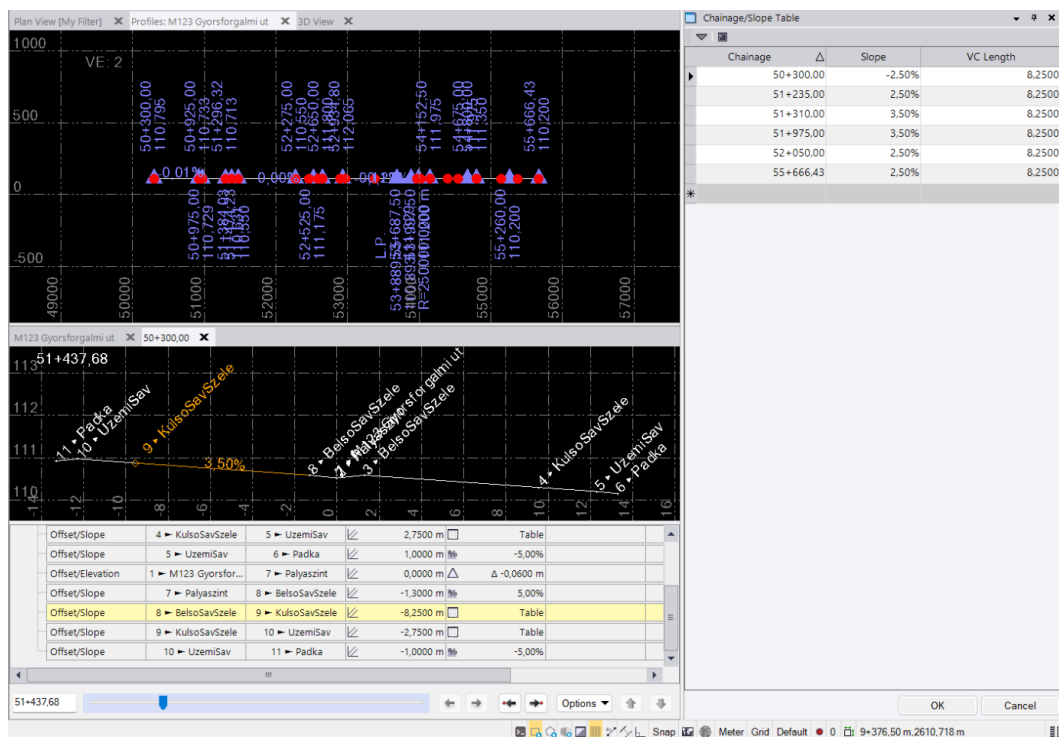
95. ábra: Mintakeresztzelvény létrehozása

Itt számos módszer között választhatunk, ami segítségével az út tengelyéhez képest vett magassági eltolás, oldalesés és távolság alapján építhetjük fel a keresztzelvényünk egyes rétegeit.



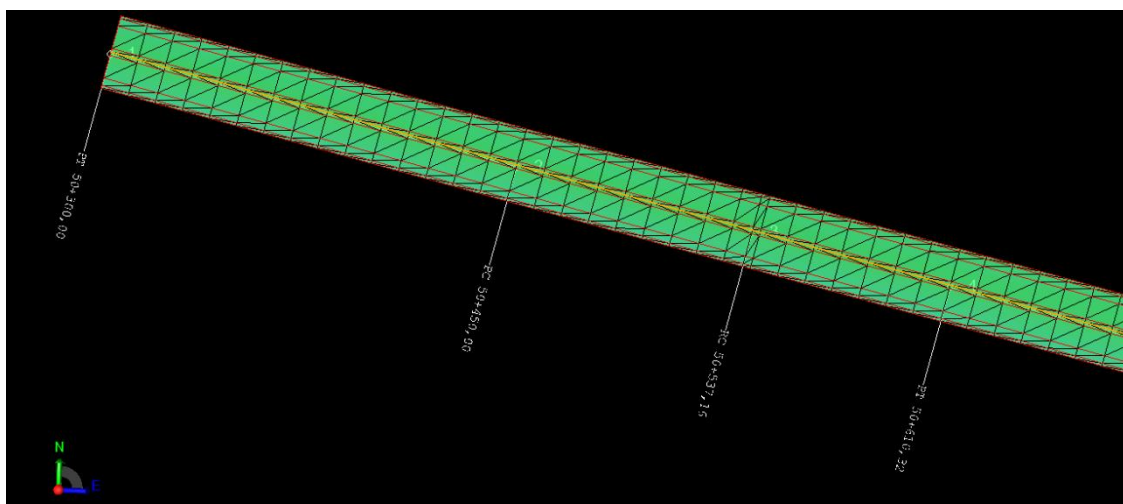
96. ábra: Mintakeresztszelvény létrehozása a TBC-ben

Lehetőségünk van az egyes elemek oldalesés változásait, illetve kiszélesedését is megadni. Az egyes elemeket nem csak fix paraméterekkel, hanem táblázat formájában, a megadott szelvénytípusra jellemző (pl.: oldalesés) értékkel tudjuk változtatni. A szoftver a megadott értékek között automatikusan meghatározza a modellezéshez szükséges hiányzó interpolált értékeket, így egyszerűbbé téve a modellezés folyamatát.



97. ábra: Keresztszelvény változásának lekövetése a megfelelő szelvényekben, táblázat formájában megadva

A szoftverben lehetőségünk van különböző rétegeket, anyag típusokat is létrehozni. Ezeket a mintakeresztzelvény megadásánál tudjuk az egyes geometriai elemekhez hozzákapcsolni. Így akár különböző kimutatásokat is készíthetünk az egyes anyagmennyiségekre vonatkozóan.



98. ábra: Létrehozott útfelület TBC környezetben

Az útpálya építőelemeinek definiálása után a modell automatikusan előáll. Mivel a Trimble Business Center komplett feldolgozást (field-to-finish) támogató szoftver, így nem ad sok szabadságot az előállított útmodell exportálása során. Az alapértelmezett

Excel formátumú nyomvonal jelentések (report), LandXML exportok mellett, Trimble gépvezérlés számára tudunk adatokat exportálni.

|    | Chainage             | Easting    | Northing   | H Type | Bearing      | Deflection  | Length   | Radius     | Delta        | V Type | Elevation | Length   | Gradient Start | Gradient End | V Radius |
|----|----------------------|------------|------------|--------|--------------|-------------|----------|------------|--------------|--------|-----------|----------|----------------|--------------|----------|
| 1  | M123 Győrforgalmi út |            |            |        |              |             |          |            |              |        |           |          |                |              |          |
| 2  | 50+300,00            | 621830.201 | 233820.453 | Line   | 103°11'11,1" |             | 150.0000 |            |              | Line   | 110.7950  | 625.0000 | -0.010         | -0.010       |          |
| 3  | 50+325,00            | 621844.542 | 233814.750 |        |              |             |          |            |              |        | 110.7925  |          |                |              |          |
| 4  | 50+350,00            | 621868.883 | 233809.047 |        |              |             |          |            |              |        | 110.7900  |          |                |              |          |
| 5  | 50+375,00            | 621893.223 | 233803.344 |        |              |             |          |            |              |        | 110.7876  |          |                |              |          |
| 6  | 50+400,00            | 621917.564 | 233797.641 |        |              |             |          |            |              |        | 110.7851  |          |                |              |          |
| 7  | 50+425,00            | 621941.905 | 233791.938 |        |              |             |          |            |              |        | 110.7826  |          |                |              |          |
| 8  | 50+450,00            | 621966.246 | 233786.235 | Arc    | 103°06'54,3" |             | 87.1580  | 35000.0000 | 0°08'33,6" L |        | 110.7776  |          |                |              |          |
| 9  | 50+475,00            | 621990.589 | 233780.541 |        |              |             |          |            |              |        | 110.7752  |          |                |              |          |
| 10 | 50+500,00            | 622014.936 | 233774.864 |        |              |             |          |            |              |        | 110.7727  |          |                |              |          |
| 11 | 50+525,00            | 622039.287 | 233769.204 |        |              |             |          |            |              |        | 110.7702  |          |                |              |          |
| 12 | 50+550,00            | 622063.641 | 233763.558 | Arc    | 103°06'13,0" |             | 73.1610  | 35000.0000 | 0°07'11,2" R |        | 110.7677  |          |                |              |          |
| 13 | 50+575,00            | 622087.992 | 233757.898 |        |              |             |          |            |              |        | 110.7652  |          |                |              |          |
| 14 | 50+600,00            | 622112.338 | 233752.220 |        |              |             |          |            |              |        | 110.7628  |          |                |              |          |
| 15 | 50+625,00            | 622136.682 | 233746.528 | Line   | 103°09'47,7" | -0°00'00,9" | 342.2161 |            |              |        | 110.7603  |          |                |              |          |
| 16 | 50+650,00            | 622161.025 | 233740.835 |        |              |             |          |            |              |        | 110.7578  |          |                |              |          |
| 17 | 50+675,00            | 622185.368 | 233735.142 |        |              |             |          |            |              |        | 110.7553  |          |                |              |          |
| 18 | 50+700,00            | 622209.711 | 233729.449 |        |              |             |          |            |              |        | 110.7528  |          |                |              |          |
| 19 | 50+725,00            | 622234.054 | 233723.756 |        |              |             |          |            |              |        | 110.7504  |          |                |              |          |
| 20 | 50+750,00            | 622258.397 | 233718.063 |        |              |             |          |            |              |        | 110.7479  |          |                |              |          |
| 21 | 50+775,00            | 622282.741 | 233712.369 |        |              |             |          |            |              |        | 110.7454  |          |                |              |          |
| 22 | 50+800,00            | 622307.084 | 233706.676 |        |              |             |          |            |              |        | 110.7429  |          |                |              |          |
| 23 | 50+825,00            | 622331.427 | 233700.983 |        |              |             |          |            |              |        | 110.7404  |          |                |              |          |
| 24 | 50+850,00            | 622355.770 | 233695.290 |        |              |             |          |            |              |        | 110.7380  |          |                |              |          |
| 25 | 50+875,00            | 622380.113 | 233689.597 |        |              |             |          |            |              |        | 110.7355  |          |                |              |          |
| 26 | 50+900,00            | 622404.456 | 233683.904 |        |              |             |          |            |              |        | 110.7330  | 50.0000  | -0.008         | -0.008       |          |
| 27 | 50+925,00            | 622428.799 | 233678.210 | Line   |              |             |          |            |              |        | 110.7310  |          |                |              |          |
| 28 | 50+950,00            | 622453.142 | 233672.517 |        |              |             |          |            |              |        |           |          |                |              |          |
| 29 | 50+952,54            | 622455.611 | 233671.940 | Spiral |              |             |          |            |              |        |           |          |                |              |          |

99. ábra: Vonalvezetés geometriájának reportja

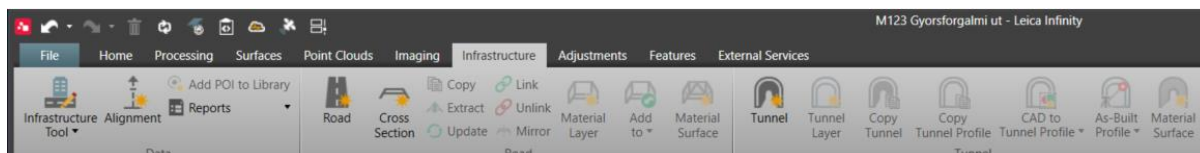
### 4.3. Leica Infinity

Az Infinity a földmérők számára készített, a Leica által forgalmazott szoftver. Alkalmas mérőállomások, digitális szintezők, GNSS rendszerek és drónról származó terepi felmérések kezelésre, feldolgozására, kombinálására és megosztására. A Trimble Business Center-hez hasonlóan alapvető CAD funkciók, GNSS mérések feldolgozása, hálózat kiegyenlítés, felületmodellezés, térfogatszámítás, egyszerűbb pontfelhő feldolgozás és akár fotogrammetriai feldolgozás is elvégezhető benne. Különböző jegyzőkönyveket és dokumentációkat is készíthetünk a programmal.



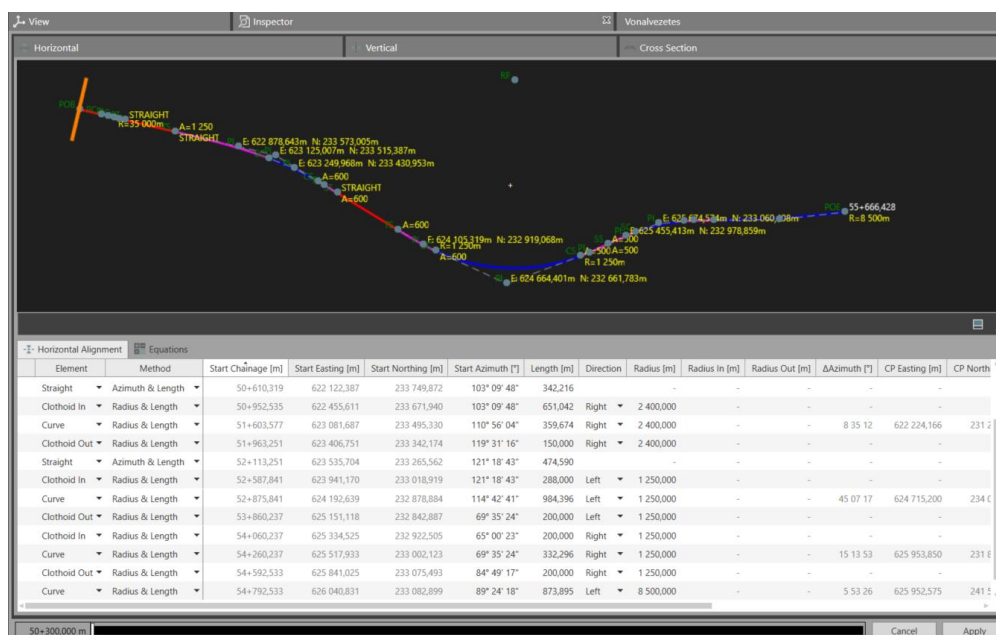
100. ábra: Leica Infinity logója

Beépített útmodellező funkciója is van.



101. ábra: Az út modellezésre használható funkciók az Infinity-ben

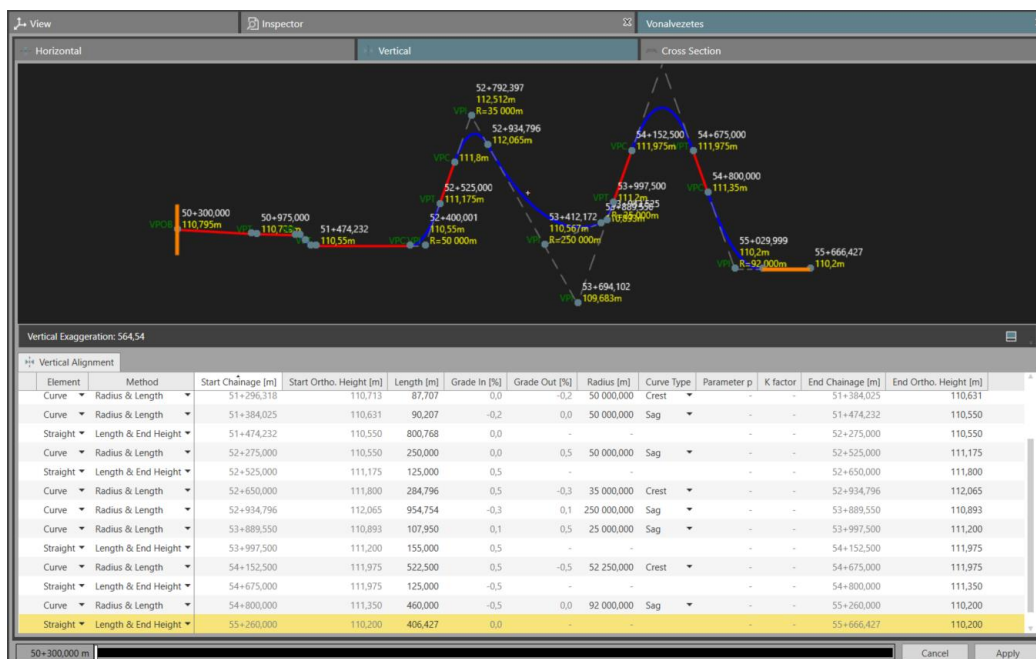
Az előzőekben bemutatott szoftverekhez hasonlóan először a vízszintes vonalvezetést kell definiálnunk. Ennek módja hasonló a Trimble Business Center szoftvernél már látott táblázatos megoldáshoz.



102. ábra: Vonalevezetés létrehozása az Infinity-ben

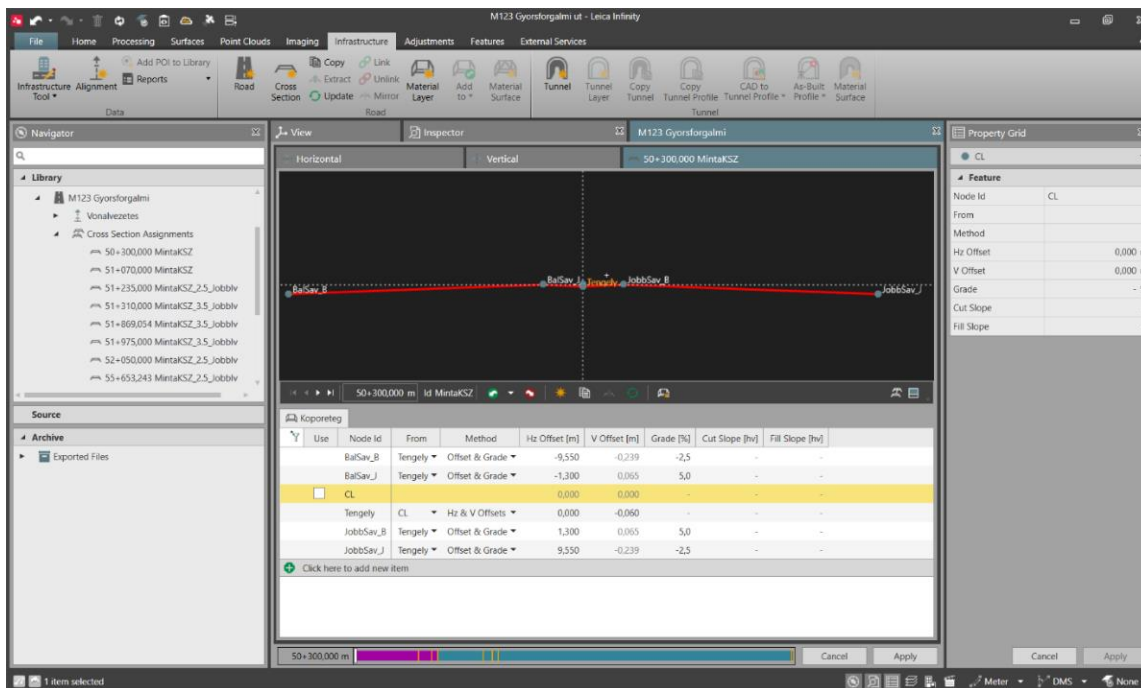
A hossz-szelvény definiálásánál is az egyes elemek megfelelő paraméterrel való hozzáadásával tudjuk megalkotni az út tengelyének magassági vonalevezetését.





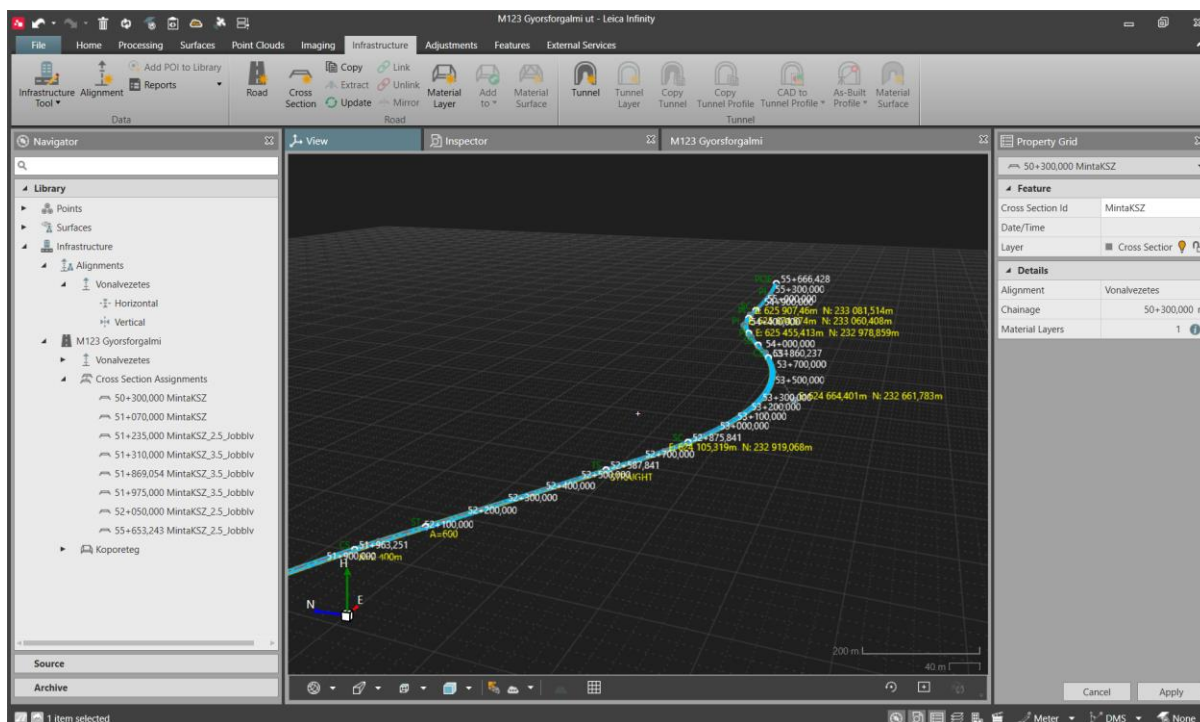
103. ábra: Hossz-szelvény létrehozása az Infinity-ben

A mintakeresztszelvényt a nyomterv (corridor) létrehozása után tudjuk előállítani. A mintakeresztszelvény ismeretében a program automatikusan előállítja nyomtervet, majd az egész vonalvezetésen alkalmazza azt. Változó oldalesések, kiszélesítések esetén új mintakeresztszelvényeket kell létrehoznunk, aminek megkönnyítésére lemásolhatjuk a már létrehozott mintakeresztszelvényeket és az érvényes szelvényszám megadása után tetszőlegesen módosíthatjuk azokat. A megfelelő átmenetek létrehozása érdekében azokon a helyeken is elő kell állítani a mintakeresztszelvényeket, ahol az egyes szakaszok véget érnek. A program a megfelelő átmeneteket automatikusan hozza létre.



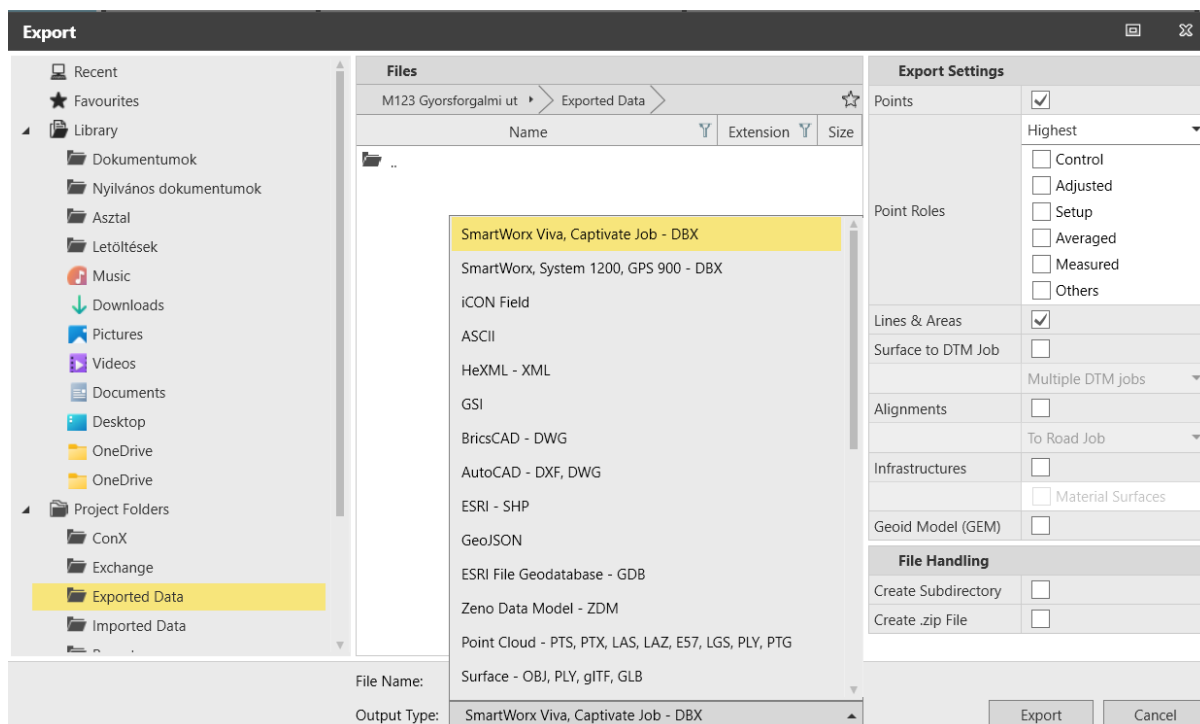
104. ábra: Keresztszelvények létrehozása különböző szelvényekben

Amennyiben a nyomtervhez rétegeket is létrehoztunk és a keresztszelvény megfelelő geometriai elemével társítottuk azt, az egyes rétegekből felületeket hozhatunk létre.



105. ábra: Az út modellje a szoftver modellterében

A Leica Infinity számos exportálási lehetőséget biztosít az elkészült útmodellhez. A nyomtervre vonatkozó jelentések mellett, LandXML, Leica gépvezérlés és egyéb nyílt formátumokba is exportálhatunk.



106. ábra: Export lehetőségek a Leica Infinity szoftverből

## 4.4. ProVI

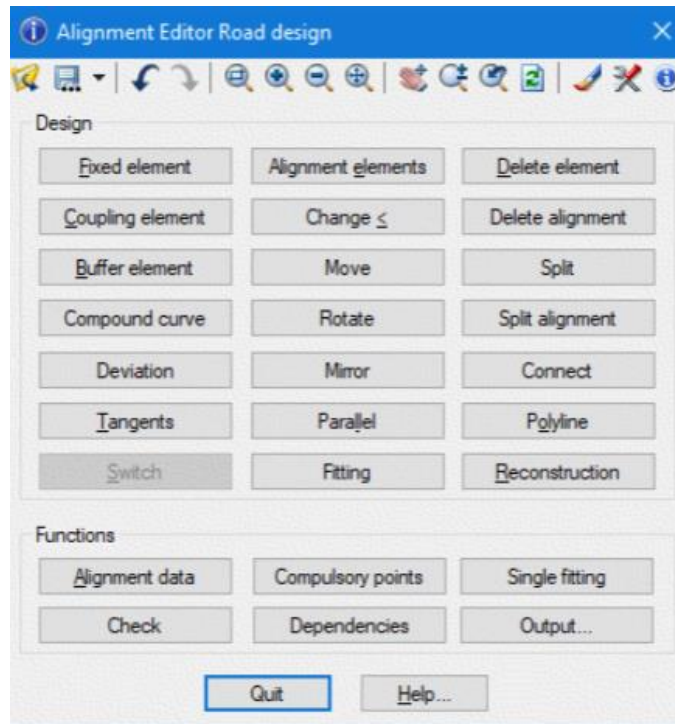
A ProVI (Programmsystem für Verkehrs- und Infrastrukturplanung / Közlekedés- és infrastruktúra-tervezési programrendszer) egy német fejlesztésű szoftver, amelyet elsősorban utak és vasutak tervezésére használnak. A program 2000-ben jelent meg a piacon, és mára Németországban, Ausztriában és Svájcban a vezető tervezőszoftverek közé tartozik. A ProVI nem önállóan működik, használatához AutoCAD, Autodesk Civil 3D, AutoCAD Map 3D vagy BricsCAD szükséges. A vizuális megjelenítések a fogadóprogram modellterében jönnek létre, annak objektumkészletét felhasználva. A projektadatok tárolása adatbázisban történik, ahol azok hierarchikus struktúrában vannak elrendezve, biztosítva ezzel az átláthatóságot és a könnyű hozzáférést. A következőkben a teljesség igénye nélkül kerülnek bemutatásra a program egyes fő funkciói.

### 4.4.1. Vonalvezetés

A nyomvonal szerkesztő program nyomvonalak interaktív tervezésére vagy módosítására szolgál. Az aktuális terv mindig látható a képernyőn. A program számos tervezési segédeszközt kínál, amelyek közül a legfontosabb:

- **Fixed elements** (Rögzített elemek): Egyedi elemek (egyenesek vagy ívek) hozhatók létre. Különbséget teszünk a pont-pont és a pont-irány módszerek között. Távolságok is megadhatók a pontok között.

- **Coupling** (Kapcsolás): Egy elem kapcsolódik egy másik elemhez. Itt kényszerpontokat is figyelembe lehet venni.
- **Buffer** (Puffer): Egy elem két másik elem közé kerül beszúrásra. Itt is figyelembe vehetők kényszerpontok.
- **Connect** (Összekötés): Két elemet közvetlenül egy átmeneti ívvel kötünk össze.



107. ábra: ProVI nyomvonal szerkesztő

Minden létrehozott elem egyes paramétereit táblázatos formában megadhatók. Ívek esetében például a táblázat tartalmazza a bemenő átmenetiív (preceding spiral), a tisztaív (Element) és a kimenő átmenetiív (succeeding spiral) adatait, amelyeket szükség szerint bármikor módosíthatunk.

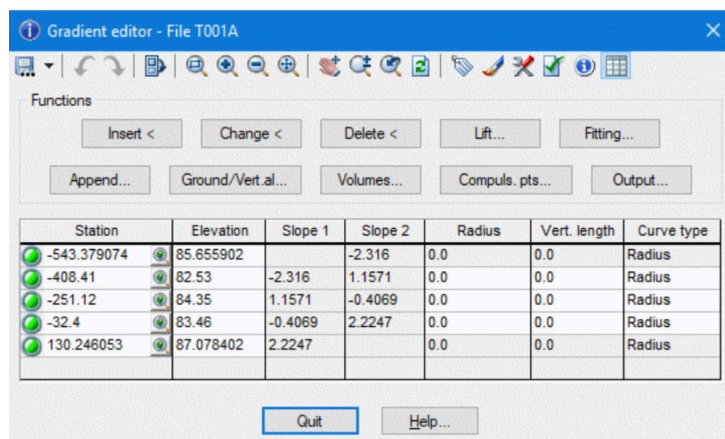
| Parameter                | Value                        |
|--------------------------|------------------------------|
| <b>Preceding spiral</b>  |                              |
| Speed (km/h)             | 40.0                         |
| Progression              | Without intermediate element |
| Clothoid parameter 1     | 150.0                        |
| Clothoid parameter 2     | 0.0                          |
| Length 1 (m)             | 90.0                         |
| Length 2 (m)             | 0.0                          |
| <b>Element</b>           |                              |
| Speed (km/h)             | 40.0                         |
| Radius (m)               | 250.0                        |
| <b>Succeeding spiral</b> |                              |
| Speed (km/h)             | 40.0                         |
| Progression              | Without intermediate element |
| Clothoid parameter 1     | 100.0                        |
| Clothoid parameter 2     | 0.0                          |
| Length 1 (m)             | 40.0                         |
| Length 2 (m)             | 0.0                          |

108. ábra: Ív létrehozása ablak

#### 4.4.2. Hossz-szelvény létrehozása

A hossz-szelvény szerkesztő a projektböngészőben a nyomvonal helyi menüjéből a **New→ Vertical→ Vertical Alignment** választható ki. Amennyiben rendelkezésre állnak a hossz-szelvényünk adatai, úgy a legcélravezetőbb, ha táblázatos formában adjuk meg a **Gradient editor** ablakban, melyben a hossz-szelvényi esések beállítására szolgáló paraméterek definiálhatók, melyek közül a leginkább fontosak:

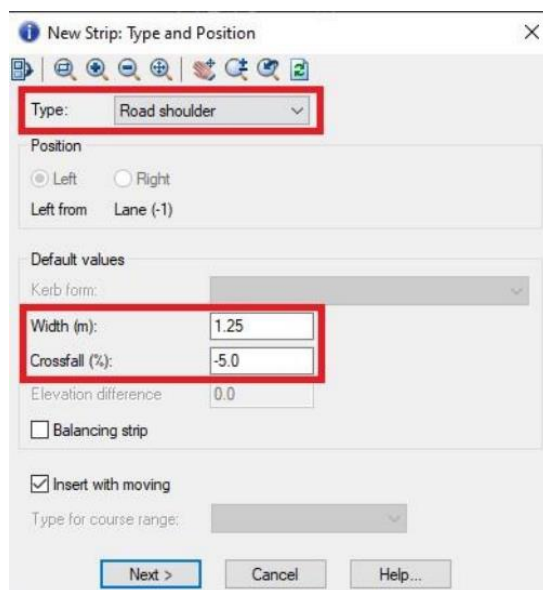
- **Station** (Szelvéynyszám): A nyomvonal adott szakaszának szelvéynyszáma, ahol a hossz-szelvény változása paraméterezhető. A hossz-szelvény töréspontjai határozzák meg.
- **Elevation** (Magassági értékek): A nyomvonal egy adott szakaszán hossz-szelvényi magasságok definiálása. Ez lehet a kezdő és végpont magassága is.
- **Slope 1** (Megalózó esés): Az adott szakaszon lévő esés vagy emelkedés mértéke. Ez százalékban adható meg. Értelmszerűen pozitív érték emelkedőt, negatív érték lejtőt jelez.
- **Slope 2** (Követő esés): A követő szakaszon lévő esés vagy emelkedés mértéke.
- **Radius** (Sugár): A magassági lekerekítőív sugarának értéke.
- **Vertical Curve Length** (magassági lekerekítőív hossza): Az a hossz, amin a lekerekítőív átmenetet képez két különböző esésű érintő között, biztosítva a törésmentes átmenetet a hosszmetsetben.
- **Curve type** (Ív típusa): A magassági lekerekítés paraméterezésének típusa, mely lehet sugár, hossz vagy körív alapján.



109. ábra: ProVI hossz-szelvény szerkesztő

### 4.4.3. Keresztszelvény szerkesztő

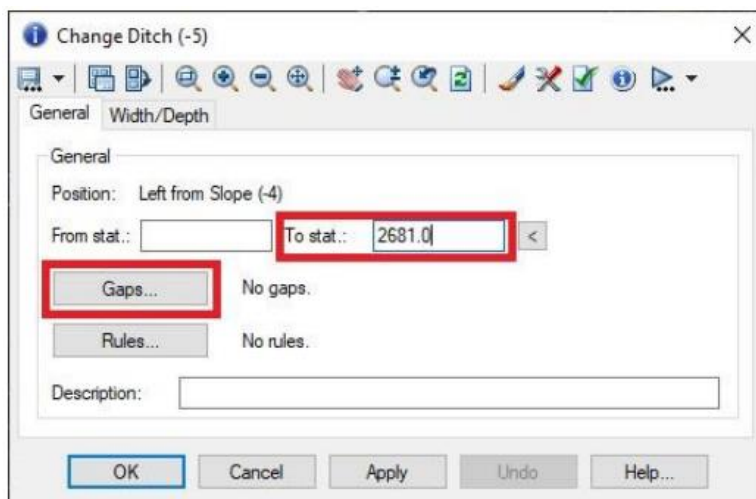
A továbbiakban létre kell hozni egy új Nyomterv projektet Úttervezési szakági besorolással. A kereszt-szelvény szerkesztőben pedig hozzáadhatjuk a mintakereszt-szelvény egyes elemeit. A Civil 3D-vel ellentétben, itt először az elemeket rétegvastagság nélkül hozzuk létre, megadva az egyéb jellemző paramétereit, mint többek között típus, szélesség, oldalesés, valamint bizonyos szabályok. Első lépésben a Nyomvonalhoz hozzáadunk a Sávok menüben egy sávot és meghatározzuk a paramétereit. Különböző sávok is hozzáadhatók, úgymint előzősávok, gyorsítósáv, lassítósáv. A sávhoz csatlakoztatunk egy padka elemet (Road shoulder). Ennek típusa, szélessége, oldalesése beállítható. Amennyiben a paraméterek változnak bármely szakaszon, az a részletes beállításokban könnyedén kezelhető.



110. ábra: Keresztszelvény szerkesztő – padka hozzáadása

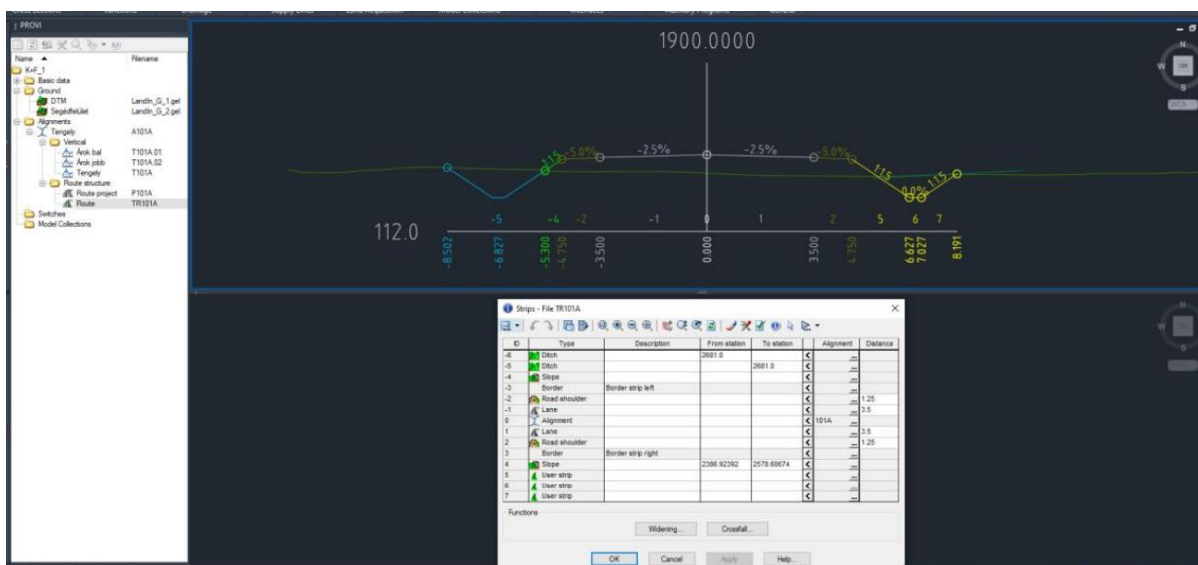


A korábbiakhoz hasonlóan építjük tovább a keresztszelvényünket, *Slope* (rézsű) és *Ditch* (árok) típusú elemeket is hozzáadva a megfelelő beállításokkal. Természetesen a program is lehetőséget biztosít változó mélységű árok kialakítására, aminek fenékszintjét egy árok hossz-szelvénnyel lehet dinamikusan vezérelni. Mindezen túl a részletes beállítások között egyszerűen meg tudjuk szakítani az árkot a *Gaps* (Hézagok) funkcióval.



111. ábra: Keresztszelvény szerkesztő – árok hozzáadása

Itt adhatjuk meg azokat a tartományokat, ahol az árkelemet lokálisan meg kell szakítani (pl. műtárgyak környezetében). A szelvényeket a *Pick new station* paranccsal helyszínrájzilag is meghatározhatjuk. Miután minden szükséges beállítást elvégeztünk és igény szerint minden tervezett elemet hozzáadtunk a keresztszelvényhez a nyomvonal jobb és bal oldalán is, előáll a keresztszelvényünk felszíne.



112. ábra: Előállt keresztszelvény

Következő lépésként már definiálhatjuk az előírt rétegrendünket. A sáv rétegeinek beállításánál az egyes füleken külön-külön megadhatók az adott rétegek paraméterei, mint a vastagság, oldalesés, túllógás, annak iránya és minimum oldalesése.

| Station | Thickness | Slope left (1:n) | Slope right (1:n) | Projection left | Projection right | Projection Direction | Projection Minimum slope % | Comment |
|---------|-----------|------------------|-------------------|-----------------|------------------|----------------------|----------------------------|---------|
| 1900.0  | 0.07      | 0.0              | 0.0               | 0.07            | 0.07             | Like surface         | 0.0                        |         |
|         |           |                  |                   |                 |                  |                      |                            |         |
|         |           |                  |                   |                 |                  |                      |                            |         |
|         |           |                  |                   |                 |                  |                      |                            |         |

113. ábra: Keresztszelvény szerkesztő – rétegek beállítása

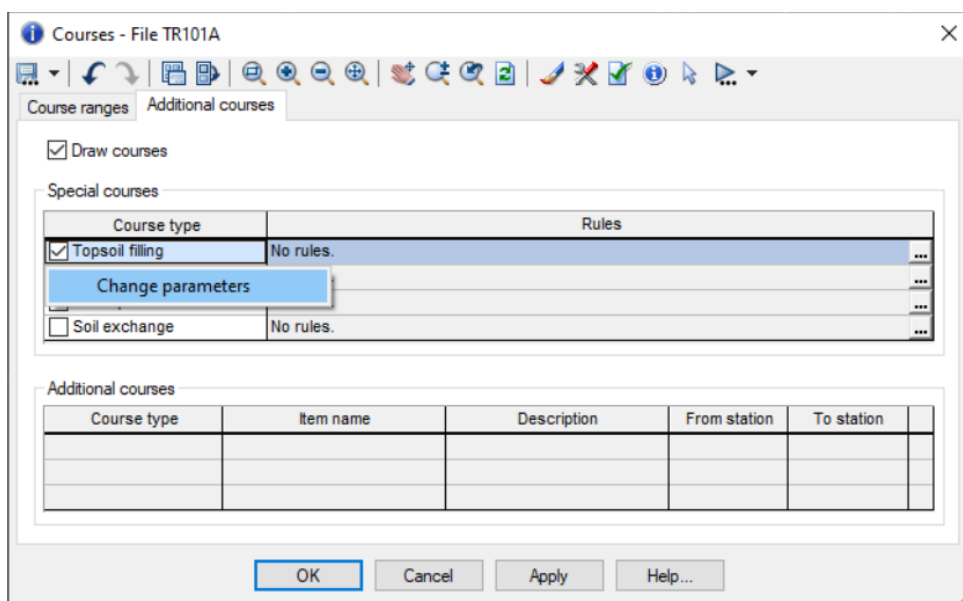
A programnak köszönhetően könnyen megadható a fagyvédőréteg felületén kialakítandó töréspont helyzete is a *Subgrade bend* (Fagyvédőréteg töréspontja) fülön. Itt a felső táblázat *Reference distance* (Referencia távolság) sorában az *Outer edge of lowest wearing or base course* (Legalsó kopó- vagy alapréteg külső éle) lehetőséget válasszuk. Az alsó táblázatban ehhez képest kell megadnunk előjelhelyesen a töréspont helyzetét mindkét oldalra vonatkozóan a *Bend distance left* (Bal oldali törésponttávolság) és a *Bend distance right* (Jobb oldali törésponttávolság) oszlopokban. Az *If higher side* (Ha magasabb oldal) jelölők legyenek aktívak, illetve a *Minimum slope left* (Bal oldal minimális lejtése) és a *Minimum slope right* (Jobb oldal minimális lejtése) oszlopokba írjuk be a padka esésével megegyező értéket.

| Station | Subgrade bend left                                 | Bend distance left | Minimum slope left % | Subgrade bend right                                | Bend distance right | Minimum slope right % | Comment |
|---------|----------------------------------------------------|--------------------|----------------------|----------------------------------------------------|---------------------|-----------------------|---------|
| 1900.0  | <input checked="" type="checkbox"/> If higher side | -0.25              | 5.0                  | <input checked="" type="checkbox"/> If higher side | 0.25                | 5.0                   |         |
|         |                                                    |                    |                      |                                                    |                     |                       |         |
|         |                                                    |                    |                      |                                                    |                     |                       |         |
|         |                                                    |                    |                      |                                                    |                     |                       |         |

114. ábra: Keresztszelvény szerkesztő – altalaj töréspont beállítása

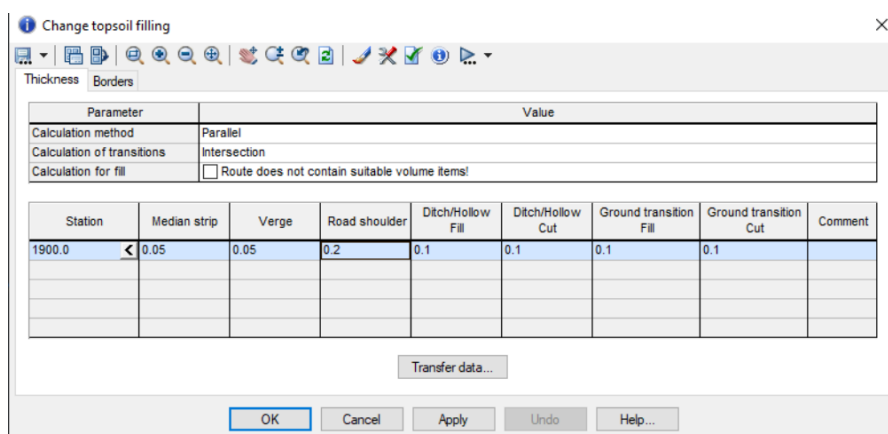


A Rétegtrend szerkesztő főmenüjébe visszatérve most lépünk át az *Additional courses* (További rétegek) fülre és aktiváljuk majd nyissuk meg a *Topsoil filling* (Humusztérítés) rétegtípust.



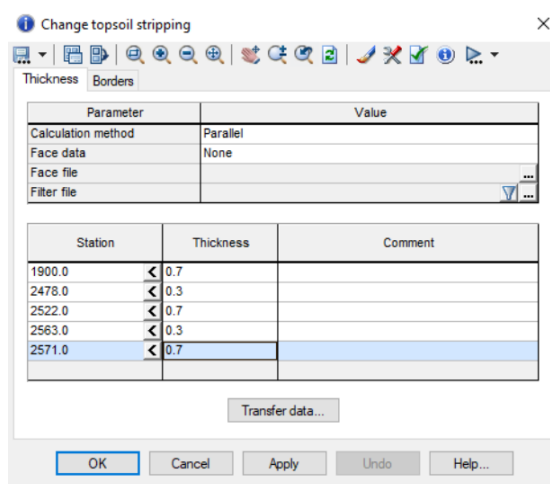
115. ábra: Keresztszelvény szerkesztő – humusztérítés beállítása 1

Itt a *Road shoulder* (Útpadka), valamint a *Ditch/Hollow Fill* (Árok/folyóka töltésben), *Ditch/Hollow Cut* (Árok/folyóka bevágásban), és a *Ground transition Fill* (Terepátmenet töltésben), *Ground transition Cut* (Terepátmenet bevágásban) oszlopokban meg kell adni a megfelelő vastagságokat.



116. ábra: Keresztszelvény szerkesztő – humusztérítés beállítása 2

Az *Additional courses* fülön lehet aktiválni és kiválasztani a Topsoil stripping-et (Humusztérítés) is. Többnyire a nyomvonal mentén változó a humusztérítés vastagsága, ezért az alsó táblázatba annyi sort kell létrehoznunk, ahányszor módosul ez az érték. A Station (szelvény) és Thickness (vastagság) oszlopok ezután értelemszerűen töltendők ki.



117. ábra: Keresztszelvény szerkesztő – humuszleszedés beállítása

Összességében látható, hogy komoly komplexitású projekt esetén is rendkívül nagy rugalmasságot ad a program a keresztszelvények szerkesztésére, s ugyanakkor pontosan létrehozhatók az átmenetek is, valamint az egyedi elemek. Minderre strukturált formában van lehetőség, melynek további előnye, hogy az egyes változtatásokat dinamikusan leköveti a teljes modellünk.