

Útív kitűzés előkészítése

A geodézia szakterület oktatási célja

A tárgybeli feladat teljesítés eközben – többek között - sor kerül a következő fogalmak, illetve műveletek átismétlésére, használatára, gyakorlására:

- irányszög és távolságszámítás;
- irányszögekkel adott irányok közbezárt szöge;
- irányszög átvitel, ellentett irány irányszöge;
- középponti szög;
- tangenshossz;
- átmeneti ív;
- ívhossz;
- vonalas létesítmény tengelyének szelvényezése;
- poláris kitűzési adatok számítása.

A gyakorlat lehetőséget teremt a geodézia és geodézián kívüli szakterületek (tantárgyak) közötti összefüggések, kapcsolatok bemutatására, alkalmazására is.

Gyakorló feladat

Egy inflexiós, átmeneti íveket is tartalmazó ellenívekből álló útszakasz tengelyvonala fő- és részletpontjainak kitűzési méreteinek számítása.

A méretszámítás (tengelybefektetés) során figyelembe veendő szakmai szempontok listája hosszú. Egyebek mellett e lista tartalmazza

- a tervezési sebesség függvényében alkalmazható minimumsugár hosszát,
- az azonos és ellenirányú ívek sugarai viszonyának arányszámát,
- a közöttük tervezhető maximális/minimális egyenes hosszát,
- a középponti szög nagyságát,
- az átmeneti ív/tiszta ív megoszlását,
- a vízszintes és magassági vonalvezetés összehangolását,
- stb.

Tekintettel arra, hogy ezek összessége kívül áll a geodéziai mérőtábor vállalta témakörökön, nevezett szempontok többségének figyelmen kívül hagyásával, elsődlegesen a kitűzés kiszolgálására összpontosítunk.

A tervezés során 40 km/h sebesség alapulvételével két darab „inflexiósan” csatlakozó átmeneti íves ellenívet kell kialakítani. Ívenként szimmetrikus elleníveket kell tervezni, de a két ív (1. és 2.) eltérő sugár és paraméter értékű lehet.

A tengelyvonal pontok kitűzését EOV koordinátáikkal, mérőállomással végrehajtott poláris kitűzés módszerrel hajtjuk végre. Jelen gyakorlat célja a kitűzéshez szükséges előkészítő számítások elvégzé-

se, gyakorlása. A számítások képletei, magyarázó ábrák megtalálhatók a Geodézia 2. tantárgy megfelelő előadásának segédletében.

Az oktatási célok megvalósítása mellett a gyakorlat többféleképpen is felépíthető. Az alábbiakban egy javaslatot adunk, de ettől el lehet térni.

A gyakorlat kiinduló adatai: az út tengelyvonalának vázát adó 2 darab sarokpont, valamint a tervezési szakasz kezdetét és végét adó pontok EOY koordinátái. A pontokat célszerű a részletméréshez korábban létesített és sokszögeléssel meghatározott alappontok közelében felvenni, ugyanakkor nem életszerű, ha a sarokpontok megegyeznek az alappontokkal. Első lépésben a koordináták alapján a hallgatók számítsák ki az irányszögeket, valamint a sarokpontokban értelmezett törésszögeket.

Ezután találomra vegyék fel a két ív sugarát, első közelítésben tiszta köríveket tervezve, majd hasonlítsák össze a tangenshosszak összegét a két sarokpont távolságával. Próbálkozással keressék meg a geometriához legjobban illeszkedő két ív sugarát. Ezután a kiinduló adatok között szereplő négy pontot koordináták alapján vigyék fel AutoCAD szoftverbe, kössék őket össze egyenesekkel, ellenőrizzék a pontok közötti távolságokat, majd szerkesszék meg a tiszta íveket. Ez legegyszerűbben a „fillet” paranccsal végezhető. Ellenőrizzék az inflexió körül kialakuló rövid egyenes szakasz hosszát (vagy az egymásba nyúló ívek átfedését). Fűzzék össze az egyeneseket és íveket „polyline” elemmé („pedit” paranccsal), majd osszák fel egyenlő, pl. 10 méteres szakaszokra a „measure” paranccsal. Így megkaphatók a részletpontok, amelyeket a főpontokkal együtt mentsek ki koordinátajegyzék formájában. Ez többféleképpen is elvégezhető, az egyik, sima AutoCAD szoftverben alkalmazható megoldás szerint az állományt mentsek ki dxf formátumba, majd a dxf fájlt olvassák be GeoEasy szoftverbe.

A következő lépésben átmeneti íveket is tervezzenek. Célszerű az átmeneti ívekhez kapcsolódó fontosabb fogalmakat áttekinteni, utalva a Geodézia II. és felsőbbéves hallgatók esetén további tárgyakban (Vasúti pálya, Utak) tanultakra. A fontosabb fogalmak: sugár (R), görbület, klotoid, paraméter (p), átmeneti ív hossza (L), körív-eltolás (ΔR), körívközéppont-abszcissza (X_0), végérintő hajlásszöge (τ), átmeneti ív végpont derékszögű koordinátái (X és Y), hosszú érintő-metszék (T_h) és rövid érintő-metszék (T_r). A fogalmak értelmezése és a fontosabb képletek megtalálhatók jelen segédlet függelékei között is, de szerepeltek a Geodézia II. tantárgy előadásaiban is.

A fogalmak áttekintése után a hallgatók próbálgatás útján vegyék fel az átmeneti ívek paraméterét, illetve a csatlakozó körívek sugarát. A felvett ívsugarak és az átmeneti ív paraméterek ismeretében a képletek (lásd a függelékben) alapján vagy táblázatokból (lásd a függelékben vagy útívkítűző zsebkönyvben) ki kell keresni a szükséges adatokat, majd az adatok és a törésszög ismeretében számíthatók a tangenshosszak (képletet lásd a függelékben). Betartandó követelmény: a két ellenív átmeneti íve gyakorlatilag átfedés, illetve közöttük elhelyezkedő egyenes szakasz nélkül férjen el. Ha a tényleges átfedés, vagy egyenes szakasz hossza nem több mint a két átmeneti ív paraméterének összegének 3 százaléka, ezt a követelményt teljesítettnek tekinthetjük:

$$\Delta l = 0,03(p_1 + p_2)$$

Az ívsugár és átmeneti ívek paramétereinek birtokában képletek (lásd a függelékben) alapján ki kell számolni vagy táblázatokból (lásd a függelékben vagy útívkítűző zsebkönyvben) ki kell keresni a főpontok kítűzéshez szükséges adatokat, azaz a derékszögű méreteket, majd CAD szoftverben ki kell

szerkeszteni a főpontok EOV koordinátáit. Ezzel párhuzamosan el kell végezni a tengely szelvényezését, azaz a főpontok szelvényszámainak meghatározását.

A főpontok mellett a részletpontok (pl. kerek 10 méteres szelvénybe eső tengelypontok) kitűzését is elő kell készíteni, azaz a kitűzendő pontok EOV koordinátáit ki kell számítani és koordinátajegyzékbe kell rendezni.

Tekintettel arra, hogy a kitűzés fokozott ellenőrzést igényel, már a kitűzés előkészítése során a hallgatók oktatói segítséggel gondolják végig a kitűzés ellenőrzésének lehetőségeit, végrehajtásának módját.

A kitűzés jó alkalom a térképezés című gyakorlat során készített digitális terepmodell ellenőrzésére. Ennek érdekében a kitűzendő pontok magasságát határozzuk meg a digitális terepmodell alapján interpolációval, amelyeket majd a kitűzés során helyszíni méréssel ellenőrzünk.

A kitűzéshez és ellenőrzéséhez a terepen jól kezelhető, áttekinthető kitűzési vázlatot készítsenek a hallgatók.

A kitűzés előkészítése vagy annak ellenőrzése történhet GeoEasy, AtuoCAD vagy AutoCAD Civil 3D szoftverrel is.

Ajánlott felszerelés:

- zsebszámológép,
- számítógép.

Utolsó frissítés

2023. június 20. Takács Bence

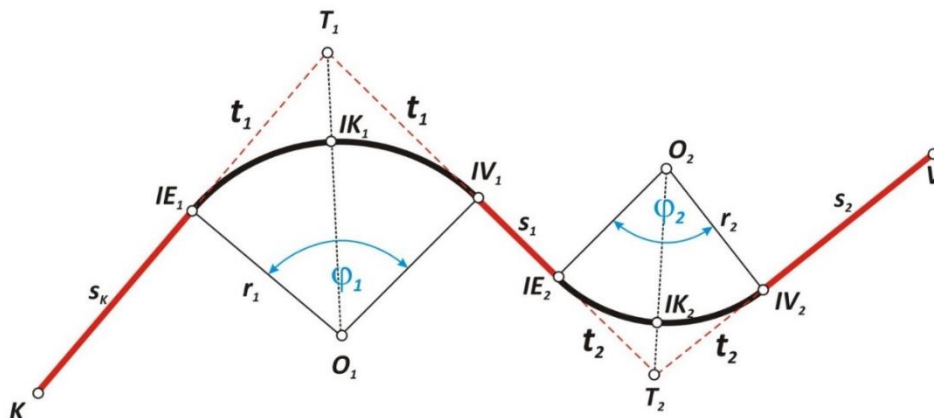
Függelékek

1. függelék – képletek, magyarázó ábra tiszta körív esetére

tangenshossz: $T = R \cdot \tan\left(\frac{\varphi}{2}\right)$

T-IK távolság: $TIK = R \cdot \left(\frac{1}{\cos\left(\frac{\varphi}{2}\right)} - 1\right)$

ív hossz: $IH = 2R\pi \frac{\varphi}{360^\circ}$



2. függelék – képletek, magyarázó ábra átmeneti íves körív esetére

paraméter: $p = \sqrt{L \cdot R}$

tangenshossz: $T = X_0 + (R + \Delta R) \cdot \tan\left(\frac{\varphi}{2}\right)$

körív-eltolás: $\Delta R \cong \frac{L^2}{24R}$

végérintő hajlásszöge: $\tau = 28,65 \frac{L}{R} [^\circ]$

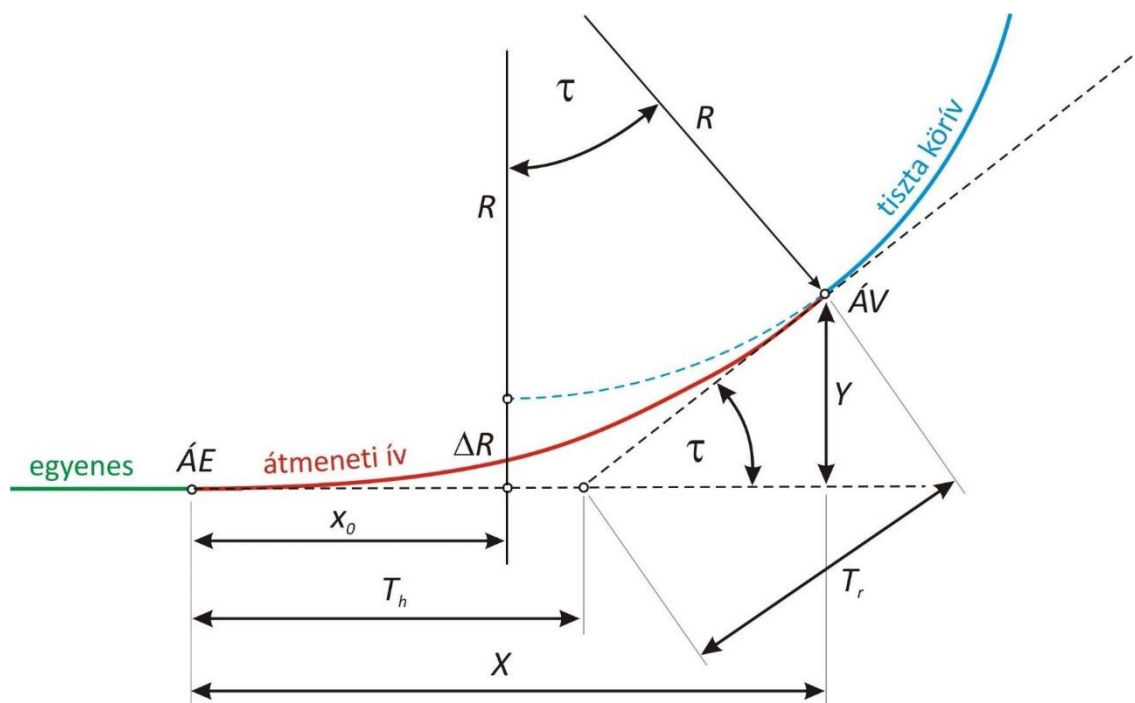
körívközéppont abszcissza: $X_0 = \frac{L}{2} - \frac{L^3}{240 \cdot R^2}$

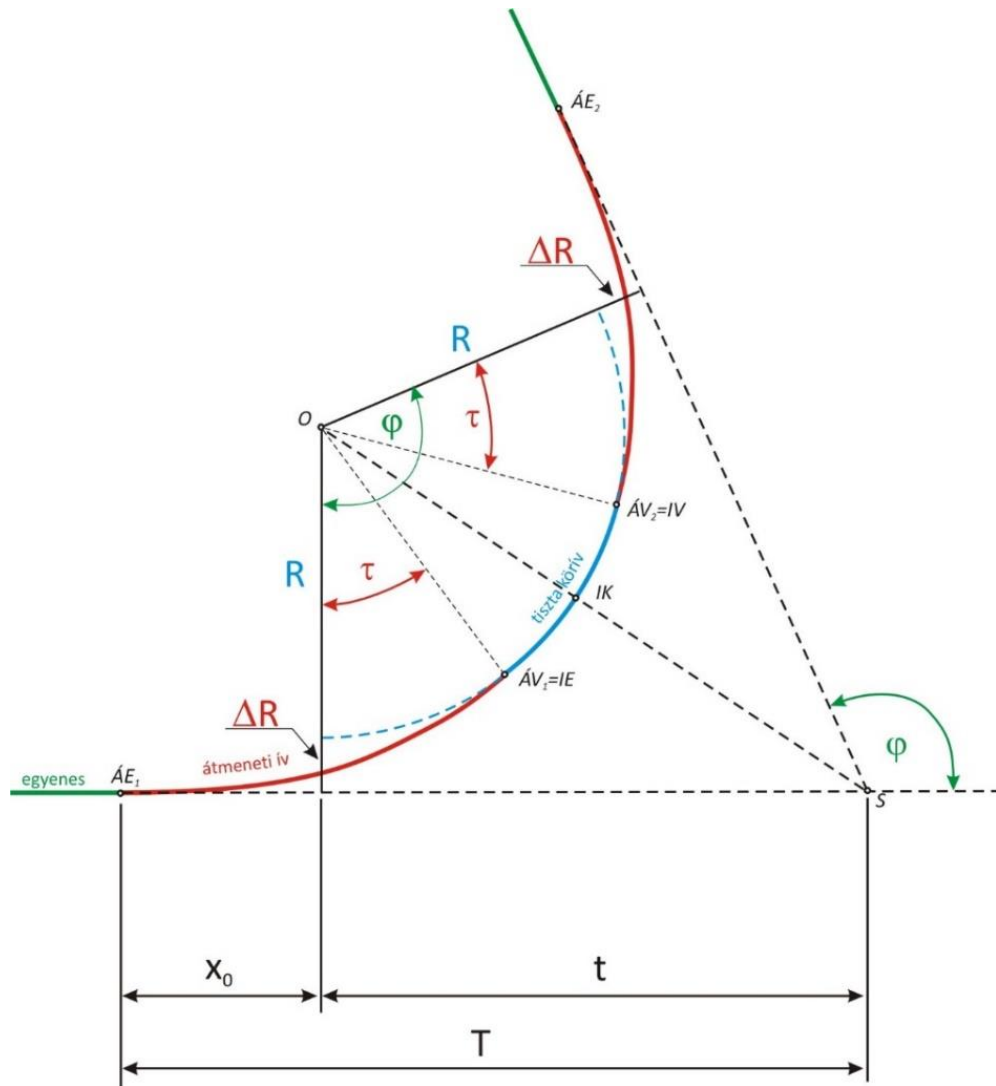
átmeneti ív végpont abszcissza: $X = L - \frac{L^3}{40 \cdot R^2} + \frac{L^5}{3456 \cdot R^4}$

átmeneti ív végpont oordináta: $Y = \frac{L^2}{6 \cdot R} - \frac{L^4}{336 \cdot R^3}$

T-IK távolság: $TIK = (R + \Delta R) \cdot \left(\frac{1}{\cos\left(\frac{\varphi}{2}\right)} - 1\right) + \Delta R$

ív hossz: $IH = 2L + R\pi \frac{\varphi - 2\tau}{360^\circ}$





3. függelék – Szabványátmeneti ívek adatai (útívkivitűző zsebkönyv VI. táblázata)

p	20	[m]								
R	L	dR	X	Y	X0	Th		tau		
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[fok]	[perc]	[mperc]	
20	20.00	0.83	19.51	3.27	9.92	13.51	28	39	0	
25	16.00	0.43	15.84	1.69	7.97	10.72	18	20	10	
30	13.33	0.25	13.27	0.98	6.66	8.91	12	44	0	
35	11.43	0.16	11.40	0.62	5.71	7.63	9	21	18	
40	10.00	0.10	9.98	0.42	5.00	6.67	7	9	45	

p	22.5	[m]								
R	L	dR	X	Y	X0	Th		tau		
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[fok]	[perc]	[mperc]	
20	25.31	1.32	24.32	5.19	12.49	17.24	36	15	37	
25	20.25	0.68	19.92	2.70	10.07	13.62	23	12	23	

30	16.88	0.39	16.74	1.57	8.42	11.30	16	6	56
35	14.46	0.25	14.40	0.99	7.22	9.66	11	50	24
40	12.66	0.17	12.62	0.67	6.32	8.45	9	3	54

p	25	[m]							
R	L	dR	X	Y	X0	Th		tau	
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[fok]	[perc]	[mperc]
20	31.25	1.99	29.40	7.78	15.31	21.53	44	45	56
25	25.00	1.03	24.38	4.09	12.40	16.89	28	38	60
30	20.83	0.60	20.58	2.39	10.37	13.98	19	53	45
35	17.86	0.38	17.74	1.51	8.91	11.95	14	37	2
40	15.63	0.25	15.57	1.01	7.80	10.44	11	11	29
45	13.89	0.18	13.86	0.71	6.94	9.27	8	50	33

p	27.5	[m]							
R	L	dR	X	Y	X0	Th		tau	
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[fok]	[perc]	[mperc]
25	30.25	1.51	29.16	5.94	14.94	20.57	34	39	59
30	25.21	0.88	24.77	3.49	12.53	16.96	24	4	26
35	21.61	0.55	21.40	2.21	10.77	14.48	17	41	13
40	18.91	0.37	18.80	1.48	9.44	12.64	13	32	30
45	16.81	0.26	16.75	1.04	8.39	11.22	10	41	58
50	15.13	0.19	15.09	0.76	7.56	10.10	8	39	60

p	30	[m]							
R	L	dR	X	Y	X0	Th		tau	
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[fok]	[perc]	[mperc]
25	36.00	2.12	34.18	8.32	17.69	24.68	41	15	22
30	30.00	1.24	29.26	4.91	14.88	20.27	28	38	60
35	25.71	0.78	25.37	3.12	12.80	17.27	21	2	56
40	22.50	0.53	22.32	2.10	11.22	15.06	16	6	56
45	20.00	0.37	19.90	1.48	9.98	13.37	12	44	0
50	18.00	0.27	17.94	1.08	8.99	12.02	10	18	50
55	16.36	0.20	16.33	0.81	8.18	10.92	8	31	26

p	32.5	[m]							
R	L	dR	X	Y	X0	Th		tau	
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[fok]	[perc]	[mperc]
30	35.21	1.70	34.02	6.72	17.40	23.91	33	37	26
35	30.18	1.08	29.62	4.28	15.00	20.32	24	42	12
40	26.41	0.72	26.12	2.88	13.16	17.71	18	54	49
45	23.47	0.51	23.31	2.03	11.71	15.70	14	56	38

50	21.13	0.37	21.03	1.48	10.55	14.12	12	6	17
55	19.20	0.28	19.15	1.12	9.59	12.82	10	0	14
60	17.60	0.22	17.57	0.86	8.80	11.75	8	24	22

p	35	[m]							
R	L	dR	X	Y	X0	Th		tau	
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[fok]	[perc]	[mperc]
30	40.83	2.28	38.98	8.96	20.10	27.91	38	59	45
35	35.00	1.45	34.14	5.73	17.35	23.65	28	38	60
40	30.63	0.97	30.18	3.87	15.24	20.58	21	56	7
45	27.22	0.68	26.97	2.73	13.57	18.24	17	19	53
50	24.50	0.50	24.35	1.99	12.23	16.39	14	2	19
55	22.27	0.38	22.18	1.50	11.12	14.88	11	36	7
60	20.42	0.29	20.36	1.16	10.20	13.63	9	44	56
65	18.85	0.23	18.81	0.91	9.42	12.58	8	18	24
70	17.50	0.18	17.47	0.73	8.75	11.68	7	9	45

p	37.5	[m]							
R	L	dR	X	Y	X0	Th		tau	
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[fok]	[perc]	[mperc]
35	40.18	1.90	38.88	7.51	19.87	27.26	32	53	21
40	35.16	1.28	34.48	5.08	17.46	23.68	25	10	50
45	31.25	0.90	30.88	3.59	15.56	20.97	19	53	45
50	28.13	0.66	27.90	2.62	14.03	18.83	16	6	56
55	25.57	0.49	25.43	1.97	12.76	17.09	13	19	7
60	23.44	0.38	23.35	1.52	11.70	15.66	11	11	29
65	21.63	0.30	21.57	1.20	10.81	14.44	9	32	9
70	20.09	0.24	20.05	0.96	10.04	13.41	8	13	20
75	18.75	0.20	18.72	0.78	9.37	12.51	7	9	45

p	40	[m]							
R	L	dR	X	Y	X0	Th		tau	
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[fok]	[perc]	[mperc]
35	45.71	2.45	43.80	9.65	22.53	31.18	37	25	13
40	40.00	1.65	39.01	6.55	19.83	27.02	28	38	60
45	35.56	1.16	35.00	4.63	17.69	23.90	22	38	13
50	32.00	0.85	31.67	3.39	15.95	21.45	18	20	10
55	29.09	0.64	28.89	2.55	14.51	19.47	15	9	13
60	26.67	0.49	26.54	1.97	13.31	17.82	12	44	0
65	24.62	0.39	24.53	1.55	12.29	16.44	10	50	59
70	22.86	0.31	22.80	1.24	11.42	15.26	9	21	18
75	21.33	0.25	21.29	1.01	10.66	14.24	8	8	58
80	20.00	0.21	19.97	0.83	9.99	13.34	7	9	45

4. függelék – egy lehetséges megoldás csak tiszta íveket tartalmazó ellenív tervezésére

Sarokpontok:

pontszám	Y [m]	X [m]	megjegyzés
1	656205.80	257603.60	tervezési szakasz kezdete
2	656241.82	257606.02	S1
3	656267.16	257658.54	S2
4	656308.85	257658.97	tervezési szakasz vége

$$\varphi_1 = 60^\circ 23' 13 \text{ és } \varphi_2 = 63^\circ 38' 40$$

$$R_1 = 45 \text{ m és } R_2 = 50 \text{ m}$$

$$T_1 = 26.18 \text{ m és } T_2 = 31.03 \text{ m}$$

$$IH_1 = 47.43 \text{ m és } IH_2 = 55.54 \text{ m}$$

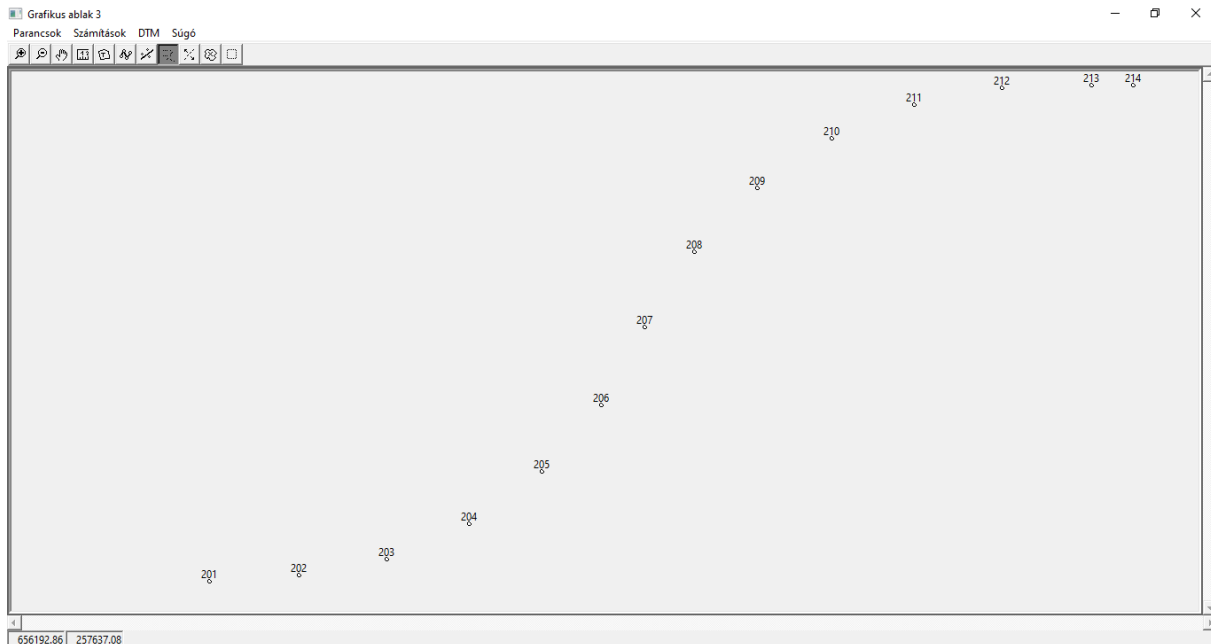
A két sarokpont távolsága (58.31m) 1.10m-rel több, mint a két tangenshossz összege (57.21m), vagyis a két tiszta körív között lesz egy 1.10 m hosszú egyenes.

Főpontok:

szelvényszám [m]	Y [m]	X [m]	megjegyzés
0+009.91	656215.69	257604.26	IE1
0+033.63	656237.86	257611.88	IK1
0+057.35	656253.20	257629.61	IV1
0+058.44	656253.68	257630.59	IE2
0+086.21	656271.90	257651.07	IK2
0+113.99	656298.19	257658.86	IV2

Részletpontok (10 méterenként):

szelvényszám [m]	Y [m]	X [m]
0+000.00	656205.80	257603.60
0+010.00	656215.78	257604.27
0+020.00	656225.60	257606.06
0+030.00	656234.78	257609.97
0+040.00	656242.87	257615.80
0+050.00	656249.48	257623.28
0+060.00	656254.38	257631.99
0+070.00	656259.85	257640.33
0+080.00	656266.88	257647.42
0+090.00	656275.17	257652.98
0+100.00	656284.41	257656.77
0+110.00	656294.21	257658.66
0+120.00	656304.21	257658.92
0+124.64	656308.85	257658.97



5. függelék – egy lehetséges megoldás átmeneti íveket is tartalmazó ellenív tervezésére

Sarokpontok:

pontszám	Y [m]	X [m]	megjegyzés
1	656205.80	257603.60	tervezési szakasz kezdete
2	656241.82	257606.02	S1
3	656267.16	257658.54	S2
4	656308.85	257658.97	tervezési szakasz vége

$$R_1 = 30 \text{ m } p_1 = 22.50 \text{ m } L_1 = 16.88 \text{ m}$$

$$R_2 = 30 \text{ m } p_2 = 27.50 \text{ m } L_2 = 25.21 \text{ m}$$

$$T_1 = 26.10 \text{ m } \text{és} \text{ } T_2 = 31.69 \text{ m}$$

$$IH_1 = 48.49 \text{ m } \text{és} \text{ } IH_2 = 58.53 \text{ m}$$

A két sarokpont távolsága (58.31m) 0.52m-rel több, mint a két tangenshossz összege (57.79m), vagyis a két tiszta körív között lesz egy 0.52 m hosszú egyenes.

Főpontok 1. ív:

szelvénytávolság [m]	Y [m]	X [m]	megjegyzés
0+010.00	656215.77	257604.27	ÁE1
0+026.87	656232.37	257606.96	ÁV1
0+034.25	656238.93	257610.30	IK
0+041.62	656244.47	257615.14	ÁV2
0+058.50	656253.16	257629.53	ÁE2

Főpontok 2. ív:

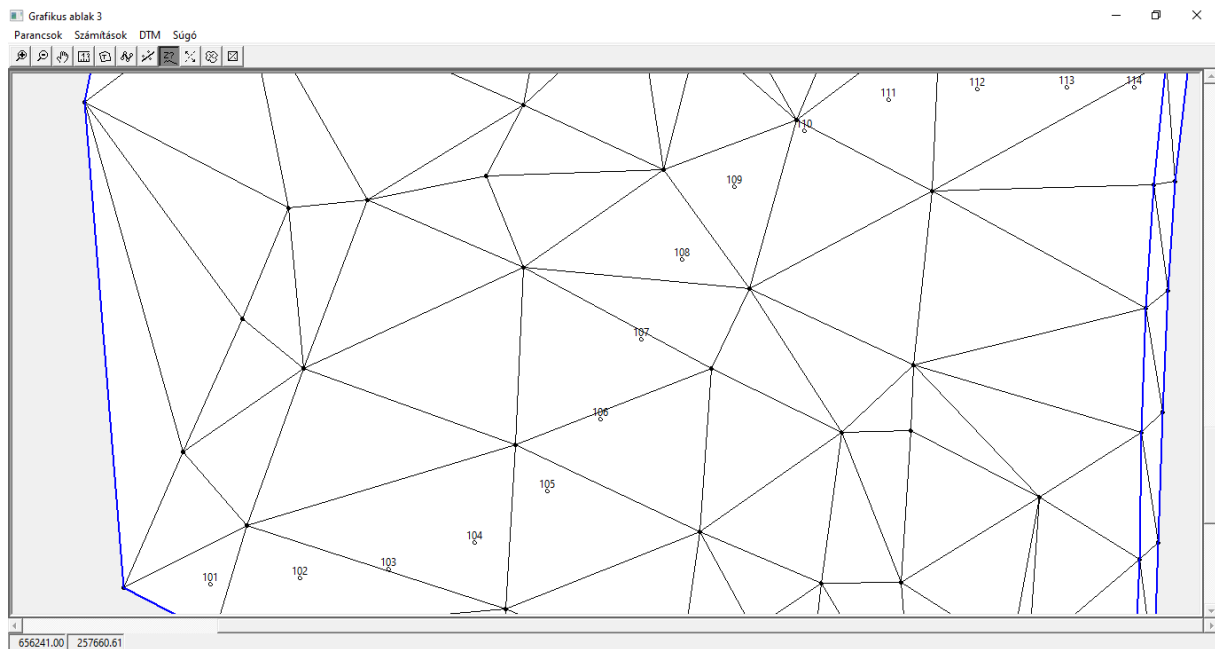
szelvényszám [m]	Y [m]	X [m]	megjegyzés
0+059.01	656253.39	257629.99	ÁE1
0+084.22	656267.29	257650.79	ÁV1
0+088.28	656270.55	257653.19	IK
0+092.34	656274.12	257655.13	ÁV2
0+117.55	656298.85	257658.87	ÁE2

Részletpontok

szelvényszám [m]	Y [m]	X [m]	H [m] ¹
0+000.00	656205.80	257603.60	122.97
0+010.00	656215.77	257604.27	123.18
0+020.00	656225.72	257605.27	123.41
0+030.00	656235.25	257608.18	123.58
0+040.00	656243.36	257613.96	123.64
0+050.00	656249.29	257621.97	123.62
0+060.00	656253.82	257630.89	123.57
0+070.00	656258.42	257639.76	123.50
0+080.00	656264.26	257647.86	123.38
0+090.00	656272.04	257654.07	123.28
0+100.00	656281.39	257657.50	123.39
0+110.00	656291.31	257658.69	123.52
0+120.00	656301.31	257658.89	123.62
0+127.54	656308.85	257658.97	123.70

¹ a pontok magasságát a térképezés című gyakorlat keretében előállított digitális terepmodell mentén, interpolációval kaptuk

Részletpontok a térképezés című gyakorlat keretében elkészített digitális terepmodellen:



6. függelék –átmeneti íveket is tartalmazó ellenív számítási eredménye GeoEasy szoftverben

2023.06.07 09:04 - GeoEasy elindult

2023.06.07 09:04 - iv1 adatok lezárva

2023.06.07 09:04 -

E:/oktatas/geodéziai_mérőgyakorlat/2022/5turnus/elleniv/fopontok.geo
adatok betöltve

2023.06.07 09:05 - Ív kitűzés

Tangens hossz: 26.101

Sugár: 30.000

Ívhossz: 14.745

Alfa: 60-23-20 Béta: 119-36-40

Átmeneti ív

paraméter: 22.5

dR: 0.39

hossz: 16.88

X0: 8.42

Pontszám	Y	X
ivlaie1	656215.774	257604.267
ivlaie2	656253.160	257629.528
ivlik	656238.925	257610.300
ivlaiiv1	656244.467	257615.133
iv11	656225.720	257605.266
iv12	656248.522	257620.673
ivlaiiv2	656232.373	257606.961

2023.06.07 09:54 -

E:/oktatas/geodéziai_mérőgyakorlat/2022/5turnus/elleniv/iv1_segedlet
.geo adatok betöltve

2023.06.07 09:56 - iv1_segedlet adatok lezárva

2023.06.07 09:57 - Ív kitűzés

Tangens hossz: 31.692

Sugár: 30.000

Ívhossz: 8.116

Alfa: 63-38-44 Béta: 116-21-16

Átmeneti ív

paraméter: 27.5

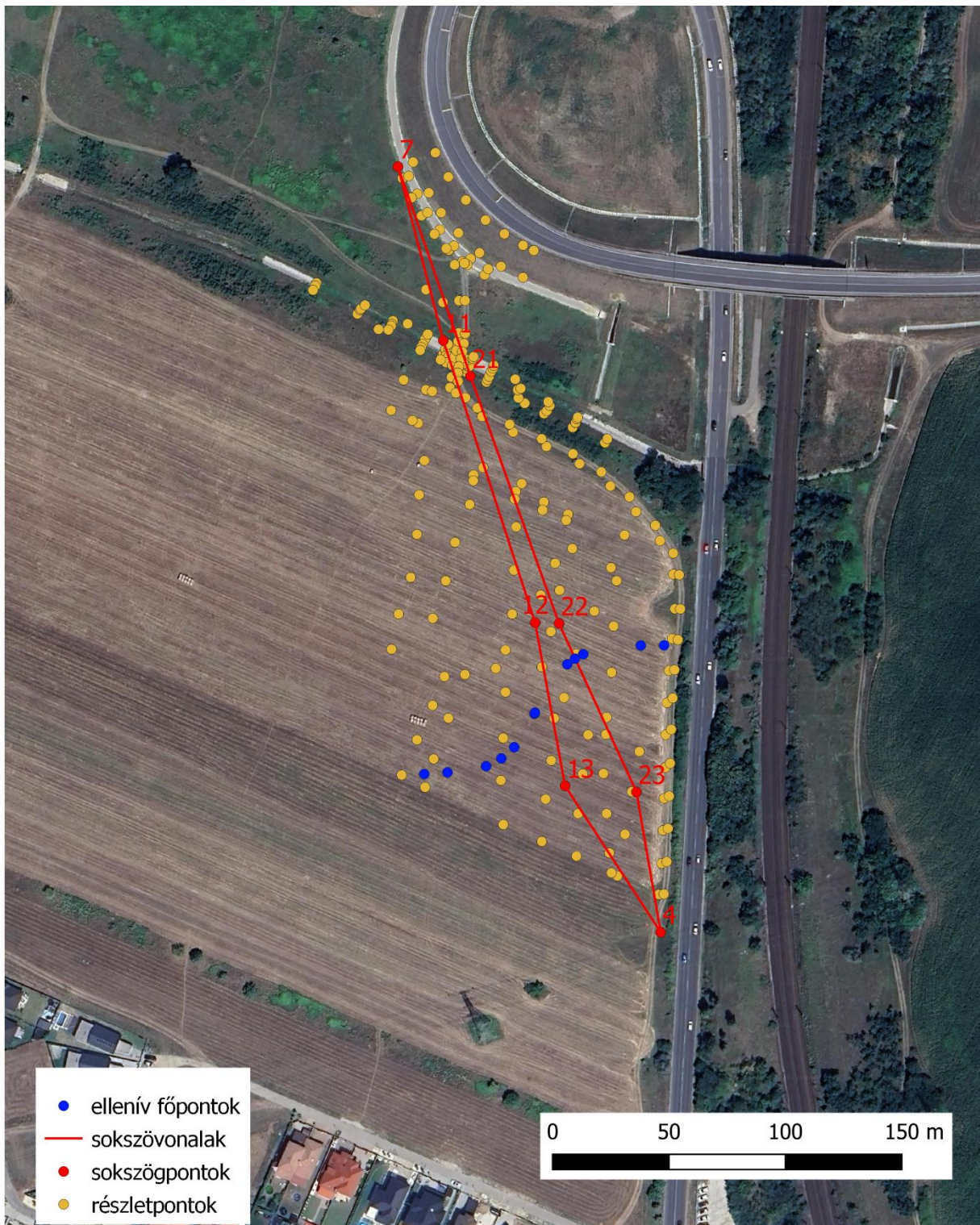
dR: 0.88

hossz: 25.21

X0: 12.53

Pontszám	Y	X
iv2aie1	656253.387	257629.998
iv2aie2	656298.849	257658.870
iv2ik	656270.558	257653.189
iv2aiv1	656267.290	257650.789
iv21	656257.929	257638.905
iv22	656263.598	257647.123
iv23	656288.857	257658.546
iv24	656279.008	257656.909
iv2aiv2	656274.120	257655.127

7. függelék – ellenív főpontok, részletmérés pontjai és sokszögpontok google térképen



8. függelék – ellenív részletpontok, részletmérés pontjai és sokszögpontok google térképen

