

Beruházás:

Hegyeshalom - Rajka OH vv. 988+10 hm. szelvényében található 24,00 m ny. alsópályás rácsos vasúti híd rekonstrukciója



Megrendelő

Győr - Sopron - Ebenfurti Vasút Zrt.



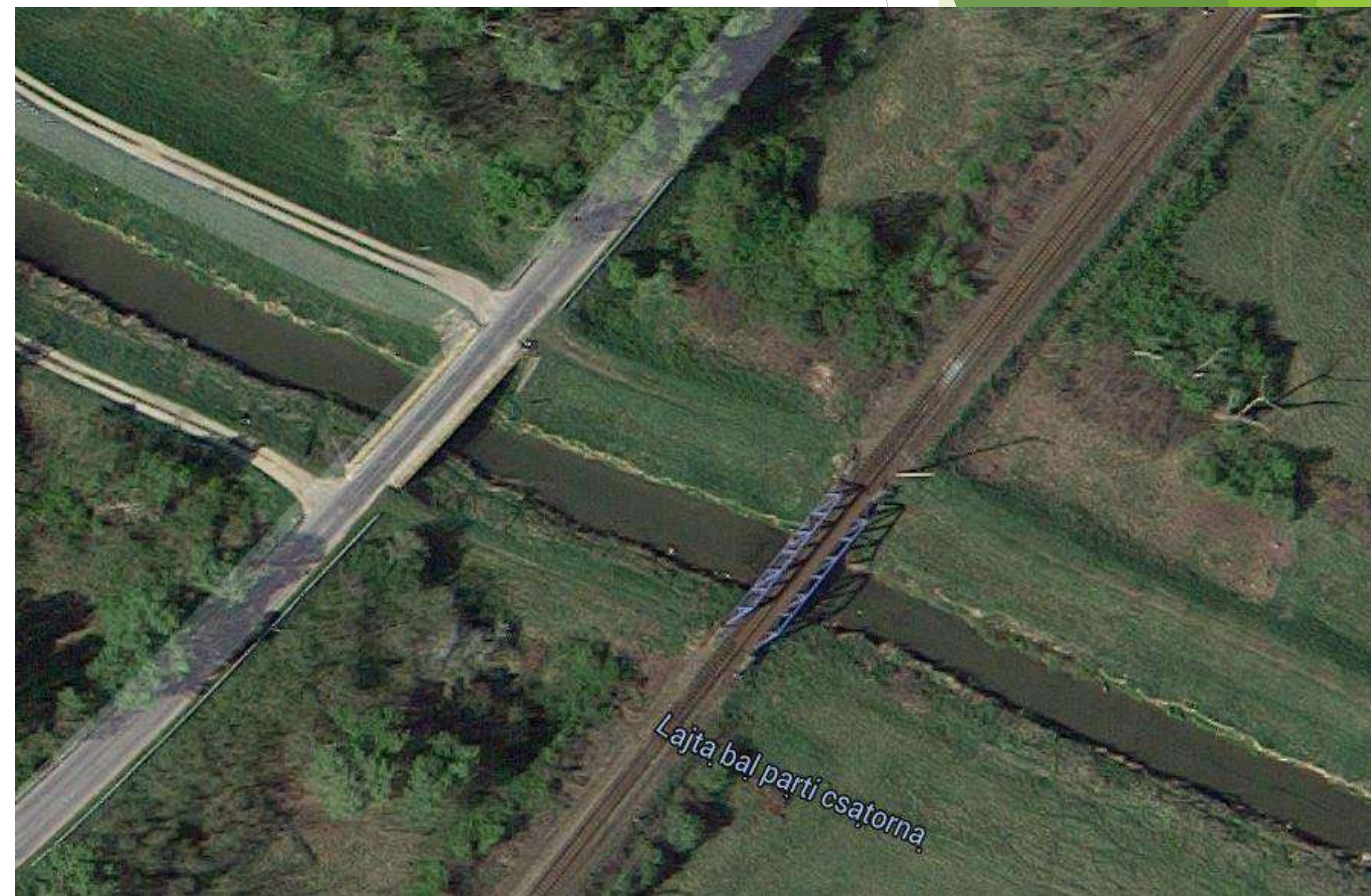
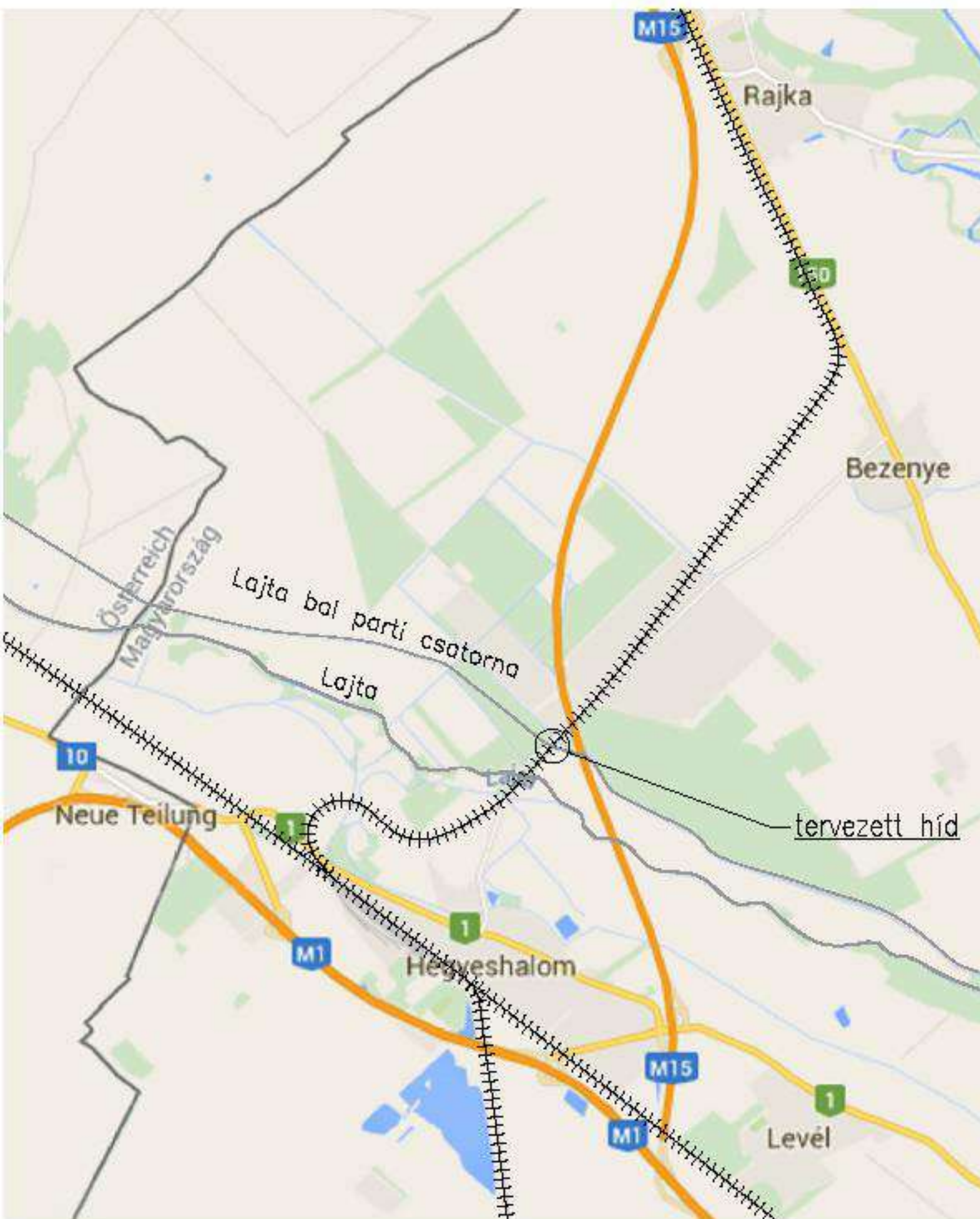
Műtárgy tervező

Unique-Plan Kft.

Csurilla Imre

Ügyvezető / Felelős tervező

ÁTNÉZETI HELYSZÍNRAJZ



Előzmény - híd kronológiája

- 1931-ben épült a híd
- 1945-ben a hidat felrobbantották
- 1946-ban ideiglenesen helyreállították
- 1952-ben a híd helyén provizórium épült, a híd ideiglenes támaszokra került a provizórium mellett
- 1957-ben a híd visszakerült a helyére és megerősítették
- 1974-ben hídfa és szegecsek cseréje, teljes mázolás
- 1982-ben próbaterhelés után 40 km/h sebességkorlátozás
- 1996-ban megerősítés (Pont-Terv Kft.), sebességkorlátozás marad
- 2012-ben III. fokú hídvizsgálat (állékonysági és deformációs problémák) után 20km/h sebességkorlátozás (hídszakértő: Mészárics Zoltán)

Előzmény - híd kronológiája folytatás

- 2014-ben statikai célvizsgálat próbaterheléssel (fáradási élettartam kimerült, globális vizsgálat során a szerkezet kihasználtsága 95-98%, sarufelfekvés nem megfelelő) (Speciálterv Kft.)
- 2015-ben tanulmányterv a híd teljes átépítésére (Speciálterv Kft.)
- 2015-ben provizórium híd és kerülő vágány egyesített terve a híd átépítéséhez (Speciálterv Kft.)
- 2016-ban Híd teljes átépítése I. koncepció (kerülővágány és provizórium híd mellett) (CEOS Kft. - Unique-Plan Kft.) egyesített terv
- 2017-ben Híd teljes átépítése II. koncepció (3 hónapos vágányzár közműhíd építésével) (Unique-Plan Kft.) egyesített terv

A HÍD TELJES ÁTÉPÍTÉSE TERVEZÉS LÉPÉSEI

1. A Megrendelő GYSEV Zrt. a tanulmányterv 2. változatának megfelelő ágyazatátvezetési, alsópályás, rácsos főtartós, ortotróp pályalemezes (keresztbordás) megoldást választotta ki továbbtervezésre.
2. A tanulmánytervben javasolt 36m-es támaszköz csökkentése a lehető leggazdaságosabb megoldáshoz.
3. Tervezési sebesség: 160km/h
4. A sínkorona szintek megtartása a rövid beavatkozási hossz miatt



EGYÉB TERVEZÉSI SZEMPONTOK

1. Az ÉDUVIZIG (Lajta bal parti csatorna kezelője) előírásai:
LNV; MÁSZ közül a nagyobb +1m szerkezet alsó éle.
2. Mederburkolás.
3. A bal és jobb parti védmű belső koronaélén kívül lehet csak az alépítményt megépíteni (jelenleg ez nem biztosított).



SZABAD NYÍLÁS BIZTOSÍTÁSA



Rajka felőli hídfő mederszűkületet okoz



Hegyeshalom felőli hídfő minimális mederszűkületet okoz

FIX SARU

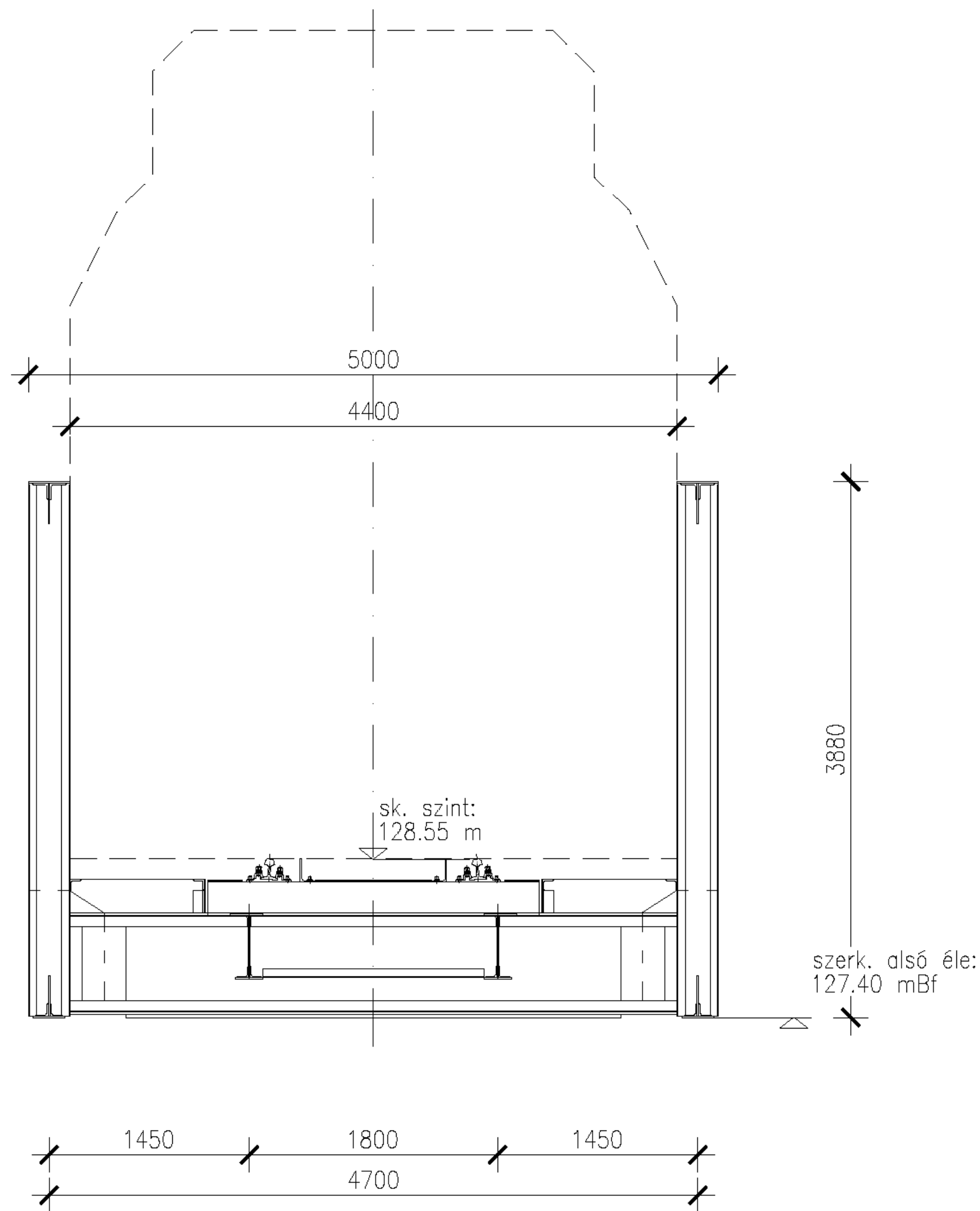


Fix saru előtt a hídfőben kialakított
megtámasztó fészek kiszakadt

KERESZTMETSZET

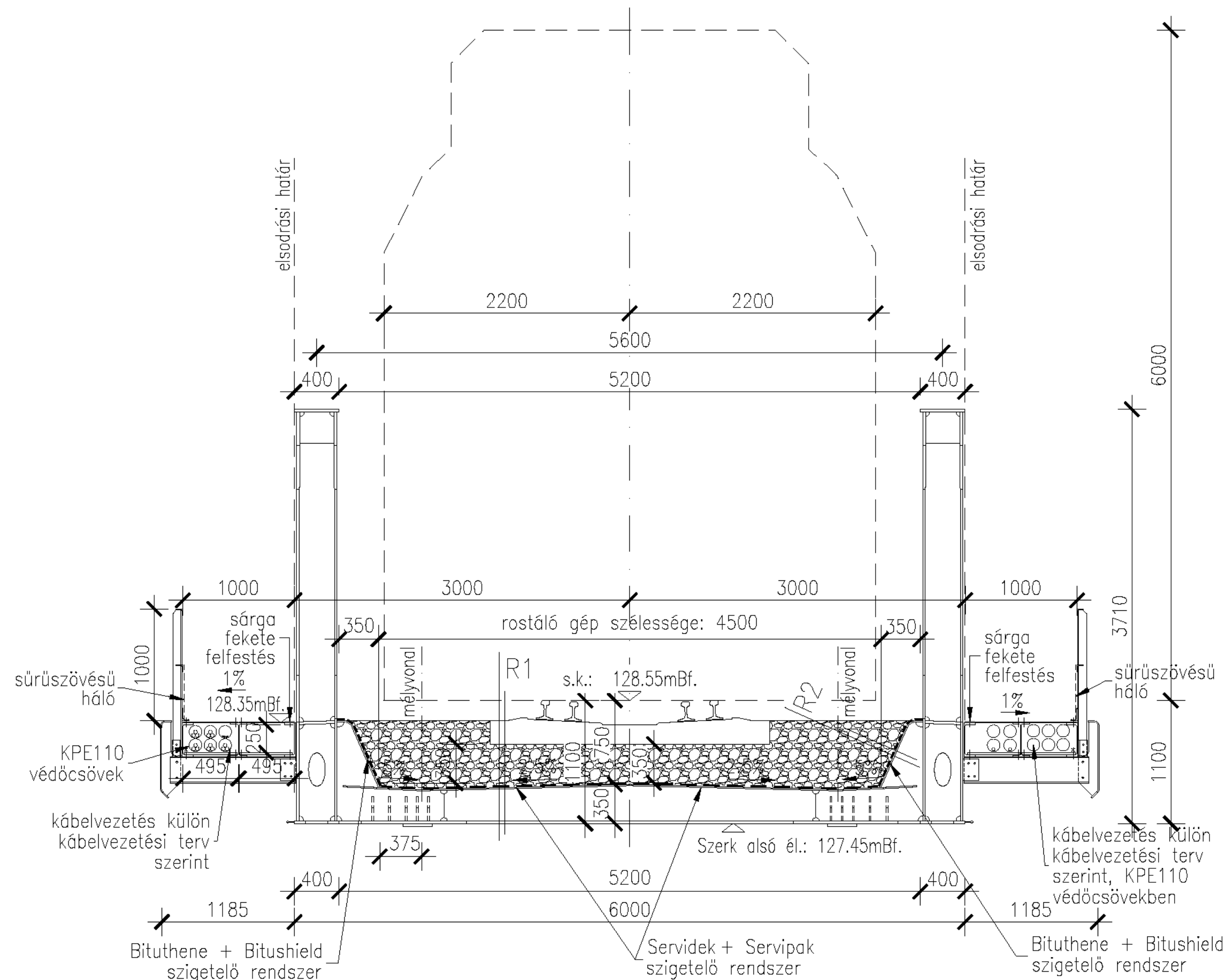
MEGLÉVŐ KERESZTMETSZET 1:50

<méretek mm-ben>

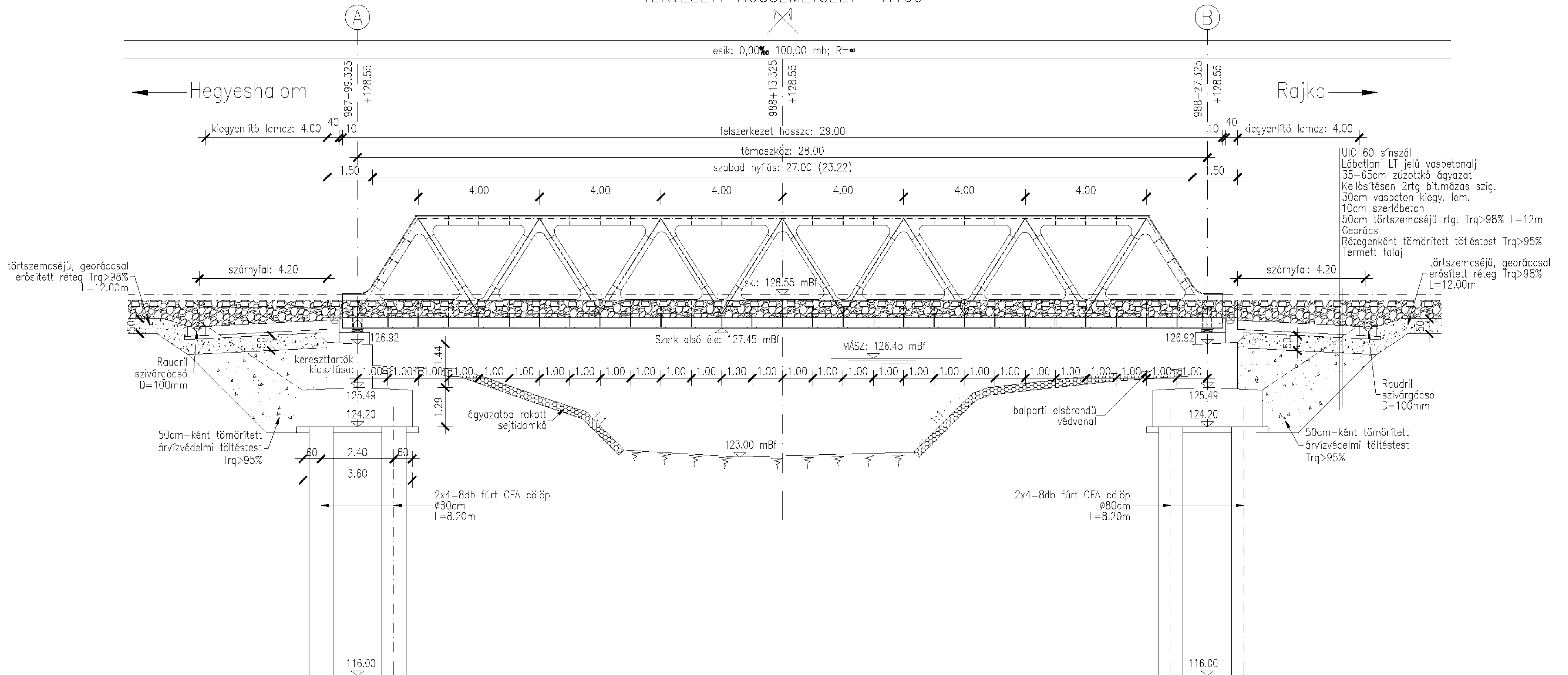


TERVEZETT KERESZTMETSZET 1:50

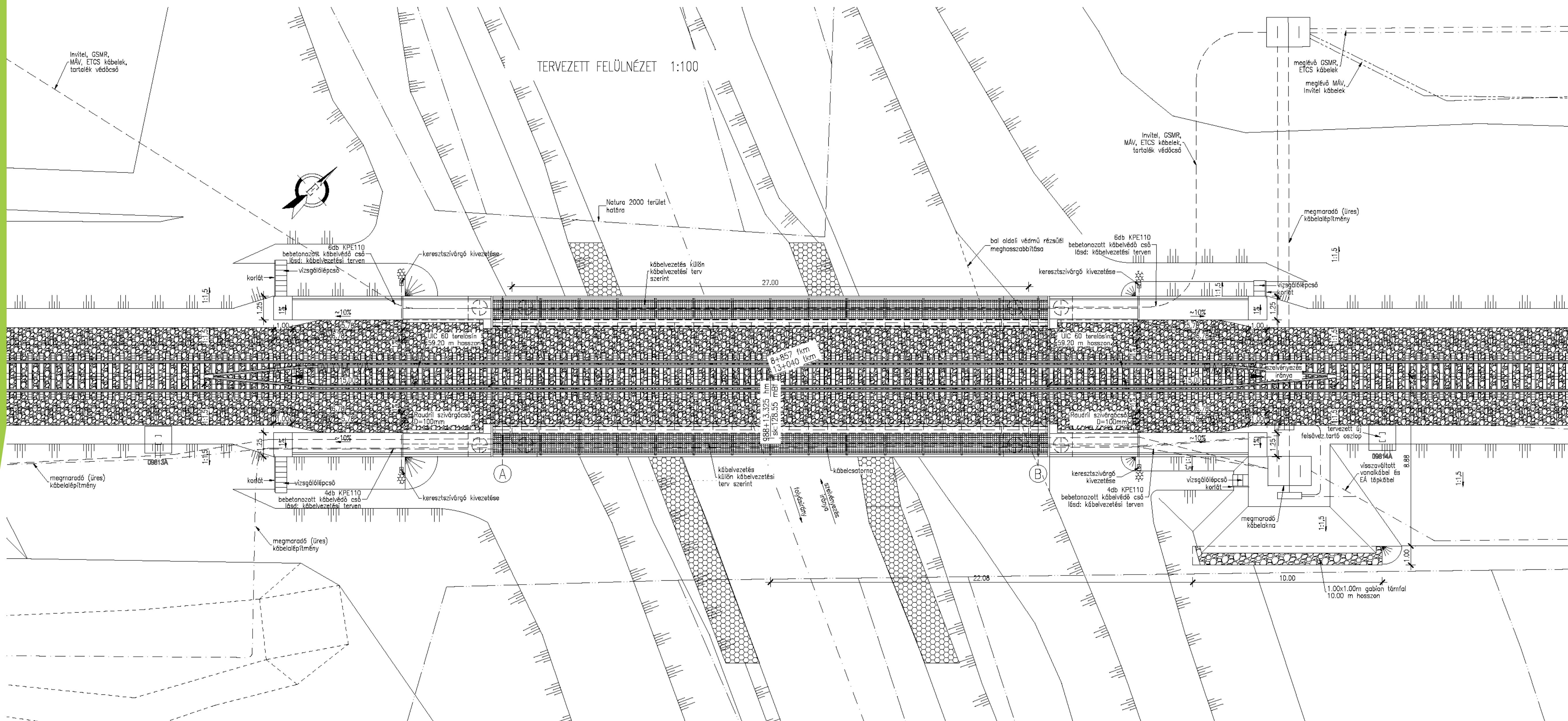
<méretek mm-ben>



TERVEZETT HOSSZMETSZET 1:100

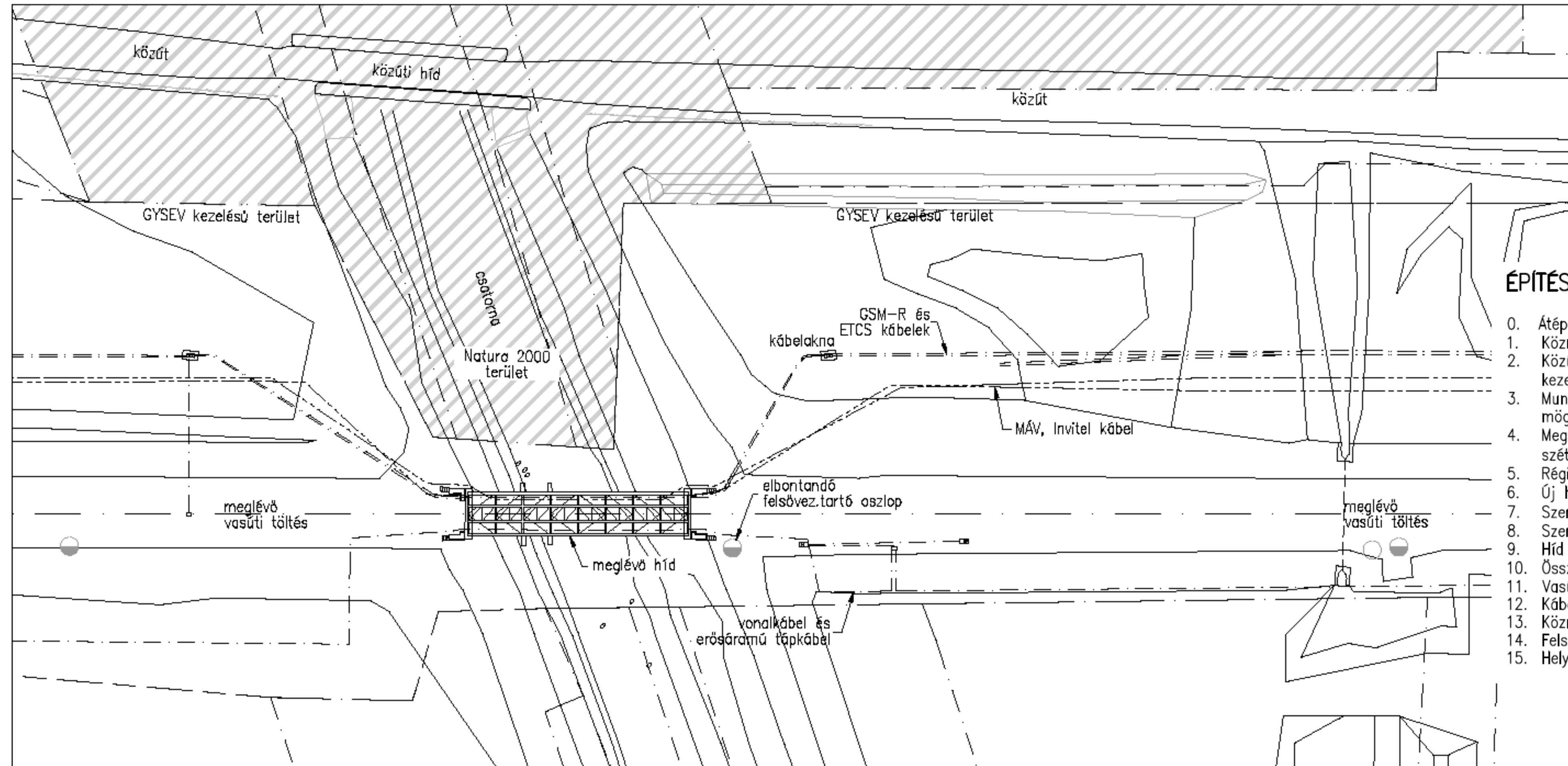


FELÜLNÉZET



ÉPÍTÉSTECHNOLÓGIA

0. fázis

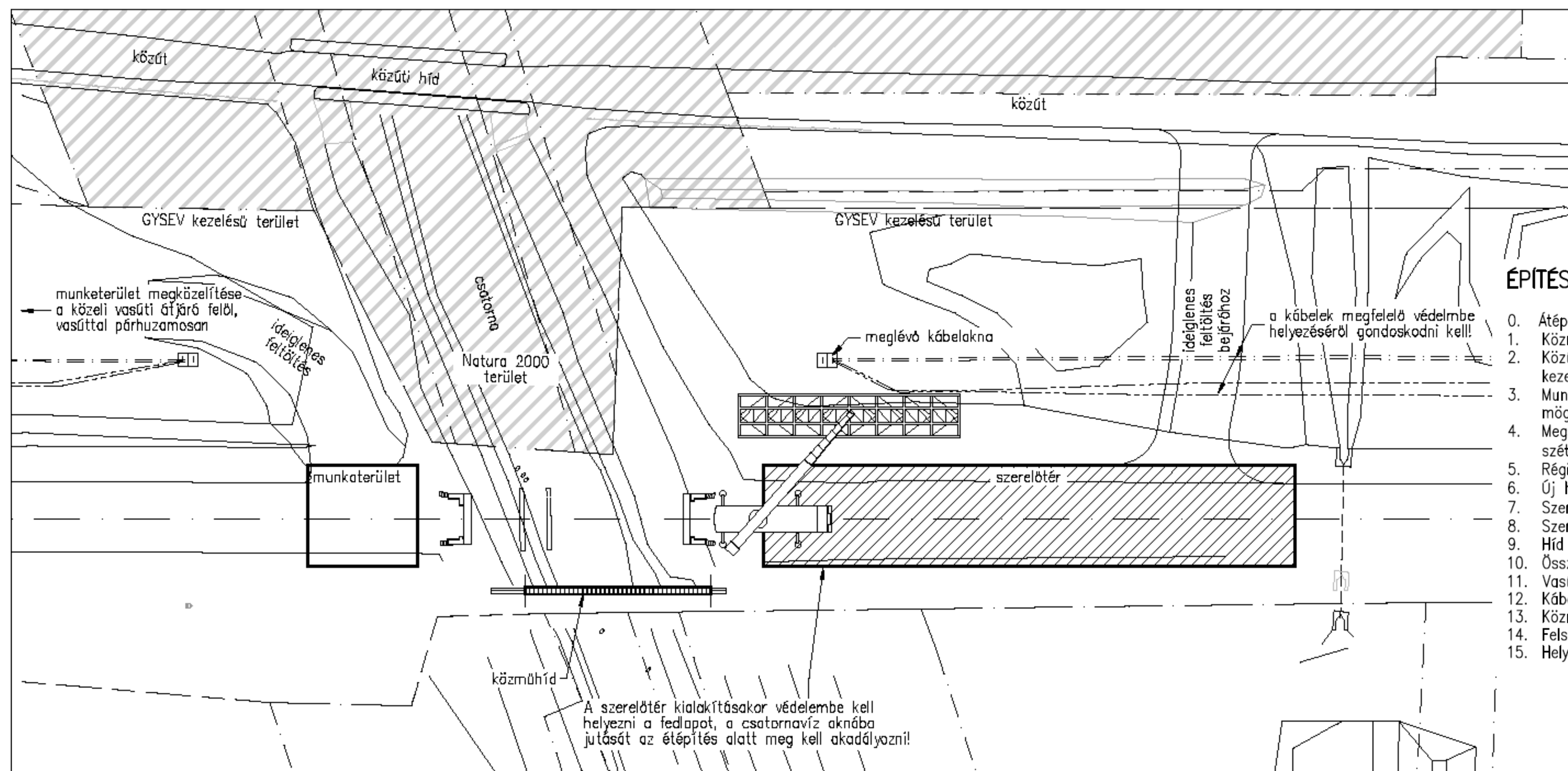


ÉPÍTÉSI ÜTEMEK

0. Átépítés előtti állapot
1. Közműhíd megépítése
2. Közút és vasút között új földanyagú bekötőút építése GYSEV Zrt. kezelésében levő területen (kábelek védelembe helyezésével)
3. Munkaterület és szerelőtér helyének kialakítása a tervezett hídfők mögött, a mentesített vasúti pálya helyén
4. Meglévő híd felszabadítása és kiemelése autódaruval (szerelőtérre szétvágás, elszállítás közúton)
5. Régi hídfők körbeszádolása mellett azok bontása
6. Új hídfők elkészítése körbeszádolás mellett
7. Szerelőtér/tolópálya kialakítása (nem kerül ábrázolásra)
8. Szerelési egységek szerelőtérre szállítása a bekötőúton autódaruval
9. Híd összeállítása, utolsó réteg fedőfesték felhordása festősátor alatt
10. Összeállított híd betolása tolópályán/ gerendán a végleges helyére
11. Vasúti pálya rekonstrukció
12. Kábelvezetés kialakítása az új hídon
13. Közműhíd bontása
14. Felsővezetési rendszer visszahelyezése az új híddal igazodóan
15. Helyreállítás, levonulás

ÉPÍTÉSTECHNOLÓGIA

2. 3. 4. fázisok

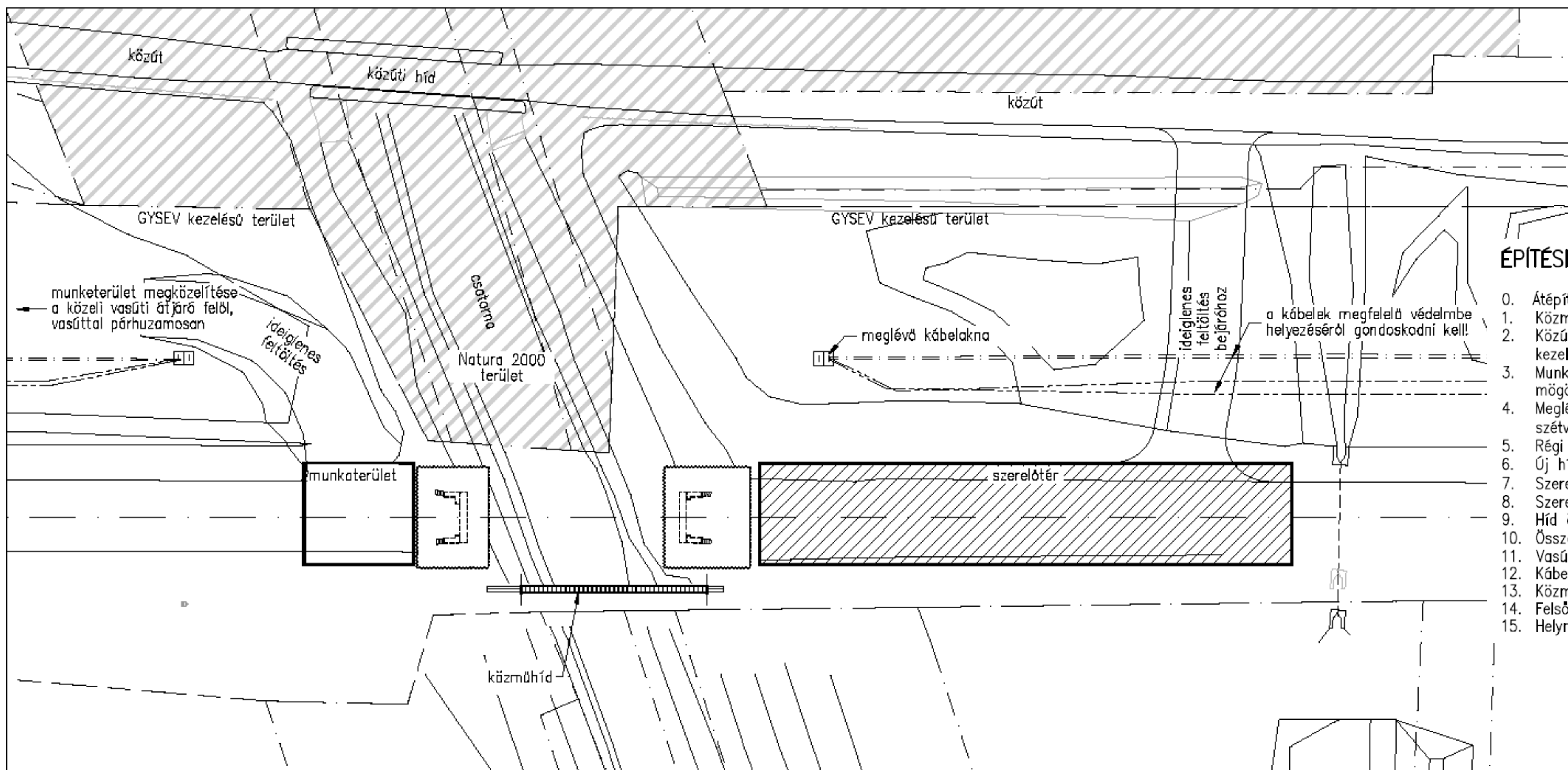


ÉPÍTÉSI ÜTEMEK

0. Átépítés előtti állapot
1. Közműhíd megépítése
2. Közút és vasút között új földanyagú bekötőút építése GYSEV Zrt. kezelésében levő területen (kábelek védelembe helyezésével)
3. Munkaterület és szerelőtér helyének kialakítása a tervezett hídfők mögött, a mentesített vasúti pálya helyén
4. Meglévő híd felszabadítása és kiemelése autódaruval (szerelőtér szétvágás, elszállítás közúton)
5. Régi hídfők körbeszádolása mellett azok bontása
6. Új hídfők elkészítése körbeszádolás mellett
7. Szerelőtér/tolópálya kialakítása (nem kerül ábrázolásra)
8. Szerelési egységek szerelőtérre szállítása a bekötőúton autódaruval
9. Híd összeállítása, utolsó réteg fedőfesték felhordása festősátor alatt
10. Összeállított híd betolása tolopályán/ gerendán a végleges helyére
11. Vasúti pálya rekonstrukció
12. Kábelvezetés kialakítása az új hídon
13. Közműhíd bontása
14. Felsővezetési rendszer visszahelyezése az új hídhoz igazodóan
15. Helyreállítás, levonulás

ÉPÍTÉSTECHNOLÓGIA

5. fázis

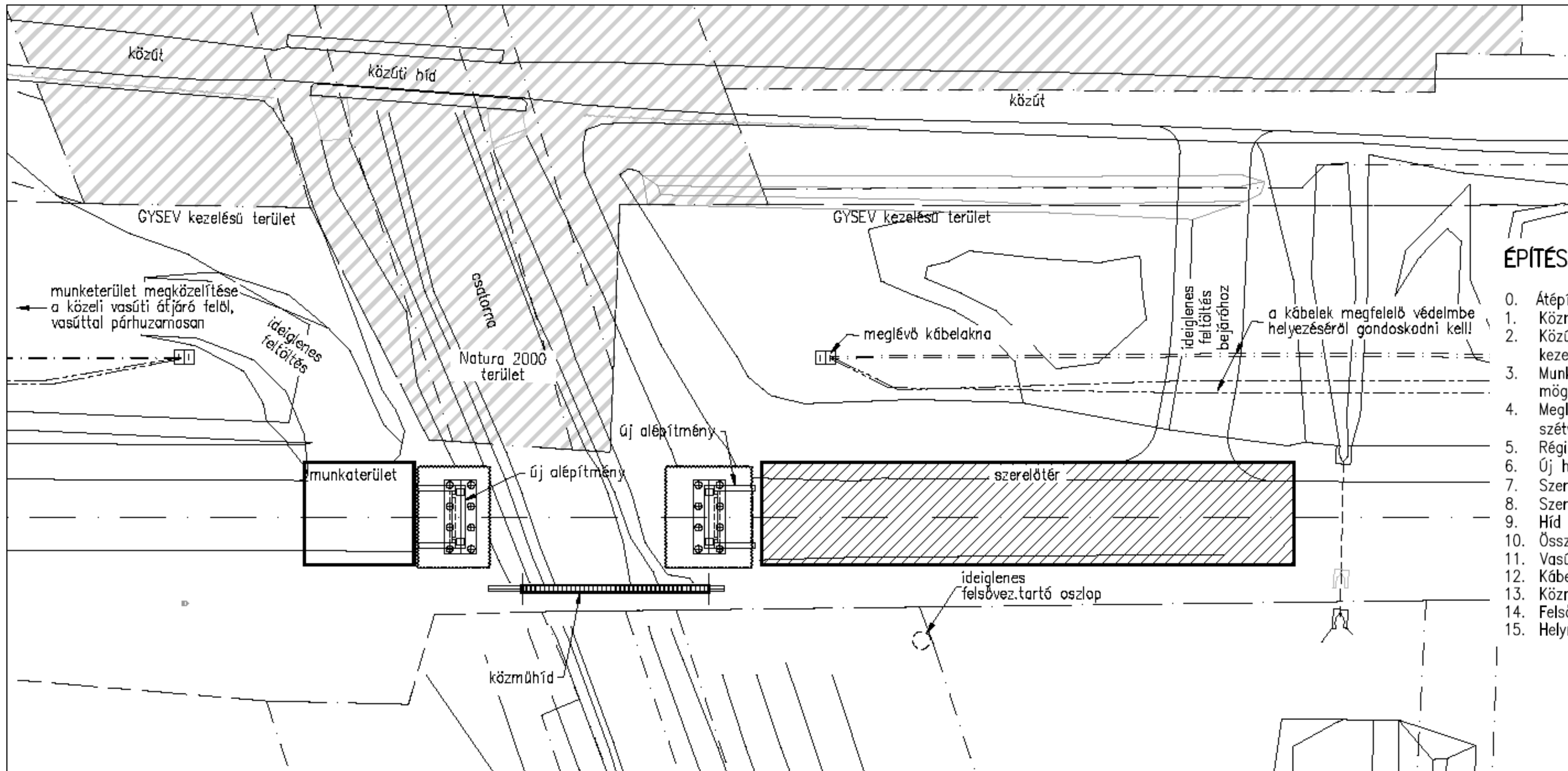


ÉPÍTÉSI ÜTEMEK

0. Átépítés előtti állapot
1. Közműhíd megépítése
2. Közút és vasút között új földanyagú bekötőút építése GYSEV Zrt. kezelésében levő területen (kábelek védelembe helyezésével)
3. Munkaterület és szerelőtér helyének kialakítása a tervezett hídfők mögött, a mentesített vasúti pálya helyén
4. Meglévő híd felszabadítása és kiemelése autódaruval (szerelőtér szétvágás, elszállítás közúton)
5. Régi hídfők körbeszádolása mellett azok bontása
6. Új hídfők elkészítése körbeszádolás mellett
7. Szerelőtér/tolópálya kialakítása (nem kerül ábrázolásra)
8. Szerelési egységek szerelőtérre szállítása a bekötőúton autódaruval
9. Híd összeállítása, utolsó réteg fedőfesték felhordása festősátor alatt
10. Összeállított híd betolása tolopályán/ gerendán a végleges helyére
11. Vasúti pálya rekonstrukció
12. Kábelvezetés kialakítása az új hídon
13. Közműhíd bontása
14. Felsővezetési rendszer visszahelyezése az új híddal igazodóan
15. Helyreállítás, levonulás

ÉPÍTÉSTECHNOLÓGIA

6. fázis

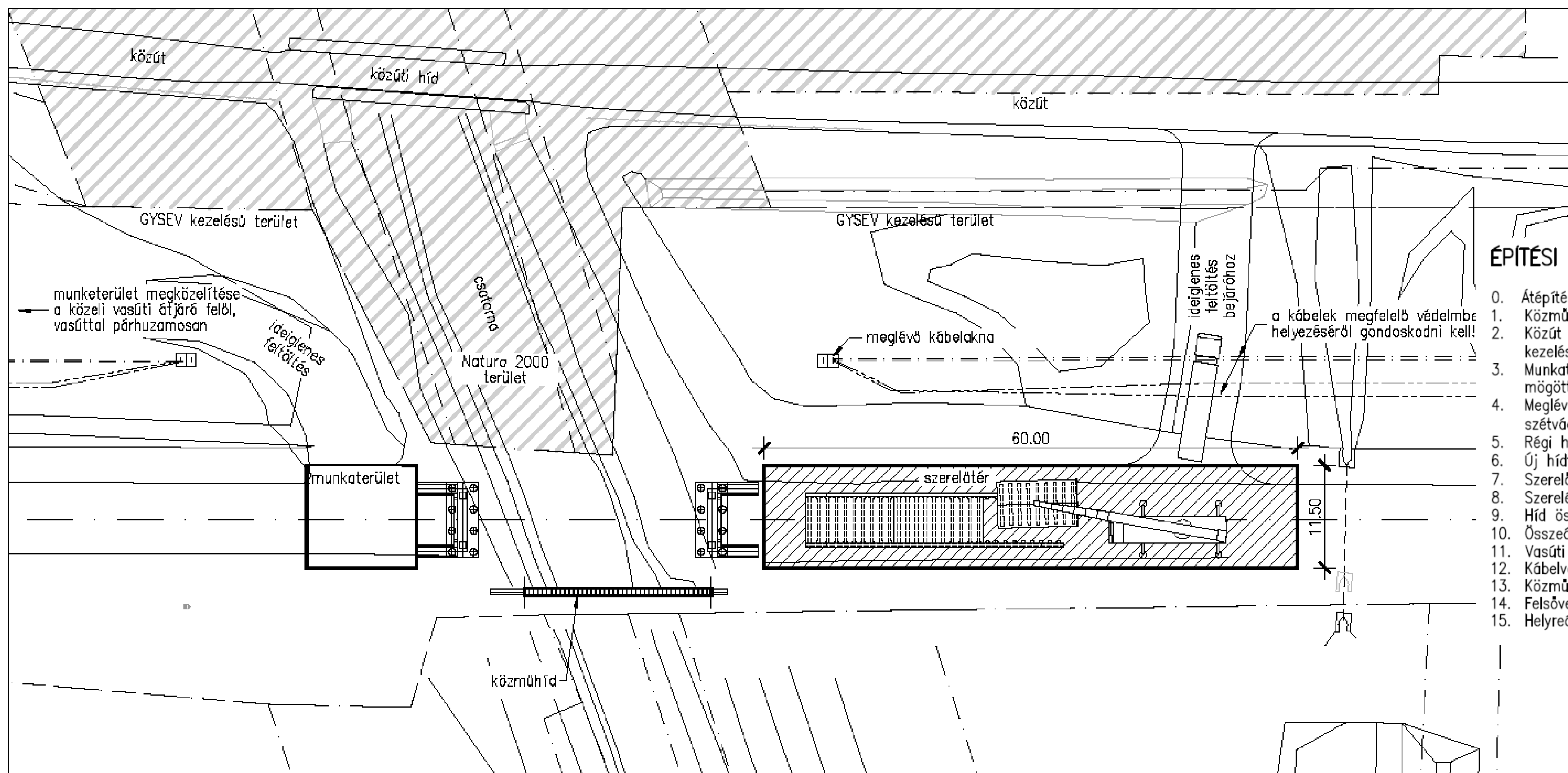


ÉPÍTÉSI ÜTEMEK

0. Átépítés előtti állapot
1. Közműhíd megépítése
2. Közút és vasút között új földanyagú bekötőút építése GYSEV Zrt. kezelésében levő területen (kábelek védelembe helyezésével)
3. Munkaterület és szerelőtér helyének kialakítása a tervezett hídfők mögött, a mentesített vasúti pálya helyén
4. Meglévő híd felszabadítása és kiemelése autódaruval (szerelőtéren szétvágás, elszállítás közúton)
5. Régi hídfők körbeszádolása mellett azok bontása
6. Új hídfők elkészítése körbeszádolás mellett
7. Szerelőtér/tolópálya kialakítása (nem kerül ábrázolásra)
8. Szerelési egységek szerelőtérre szállítása a bekötőúton autódaruval
9. Híd összeállítása, utolsó réteg fedőfesték felhordása festősátor alatt
10. Összeállított híd betolása tolopályán/ gerendán a végleges helyére
11. Vasúti pálya rekonstrukció
12. Kábelvezetés kialakítása az új hídon
13. Közműhíd bontása
14. Felsővezetéki rendszer visszahelyezése az új hídhoz igazodóan
15. Helyreállítás, levonulás

ÉPÍTÉSTECHNOLÓGIA

8. 9. fázisok

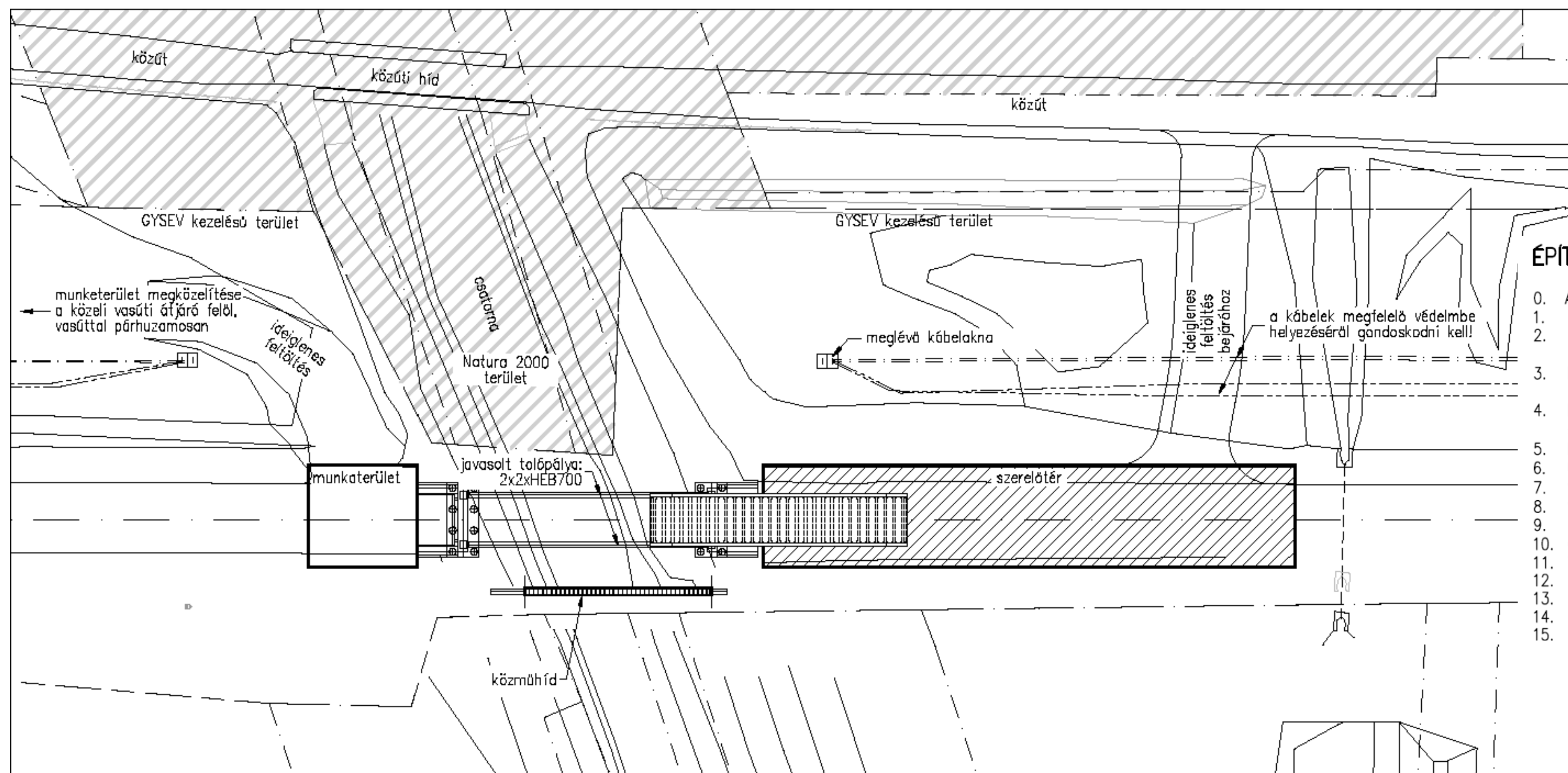


ÉPÍTÉSI ÜTEMEK

0. Átépítés előtti állapot
1. Közműhíd megépítése
2. Közút és vasút között új földanyagú bekötőút építése GYSEV Zrt. kezelésében levő területen (kábelek védelembe helyezésével)
3. Munkaterület és szerelőtér helyének kialakítása a tervezett hídfők mögött, a mentesített vasúti pálya helyén
4. Meglévő híd felszabadítása és kiemelése autódaruval (szerelőtér szétvágás, elszállítás közúton)
5. Régi hídfők körbeszádolása mellett azok bontása
6. Új hídfők elkészítése körbeszádolás mellett
7. Szerelőtér/tolópálya kialakítása (nem kerül ábrázolásra)
8. Szerelési egységek szerelőtérre szállítása a bekötőúton autódaruval
9. Híd összeállítása, utolsó réteg fedőfesték felhordása festősátor alatt
10. Összeállított híd betolása tolopályán/ gerendán a végleges helyére
11. Vasúti pálya rekonstrukció
12. Kábelvezetés kialakítása az új hídon
13. Közműhíd bontása
14. Felsővezetési rendszer visszahelyezése az új híddal igazodóan
15. Helyreállítás, levonulás

ÉPÍTÉSTECHNOLÓGIA

10. fázis

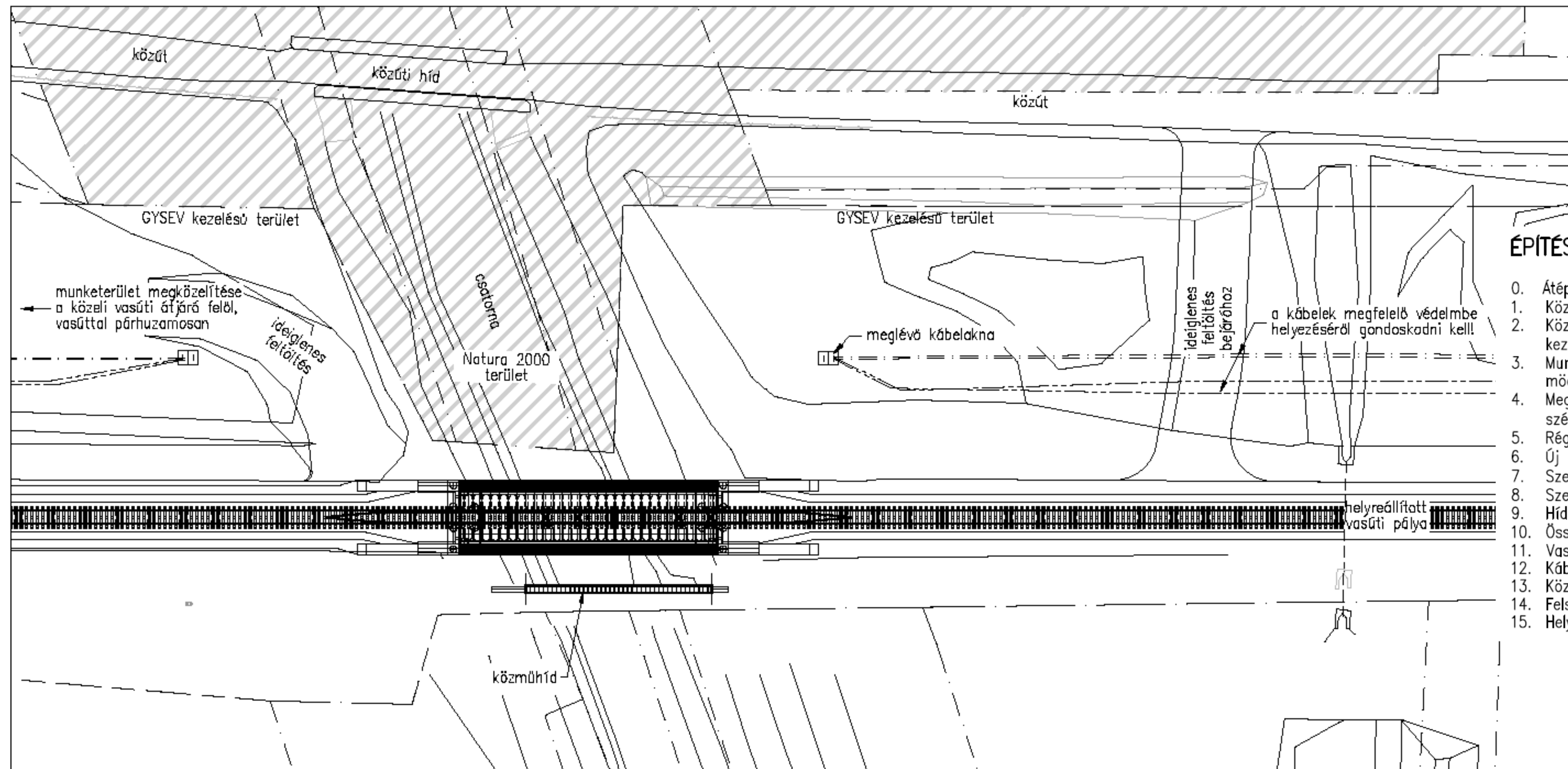


ÉPÍTÉSI ÜTEMEK

0. Átépítés előtti állapot
1. Közműhíd megépítése
2. Közút és vasút között új földanyagú bekötőút építése GYSEV Zrt. kezelésében levő területen (kábelek védelembe helyezésével)
3. Munkaterület és szerelőtér helyének kialakítása a tervezett hídfők mögött, a mentesített vasúti pálya helyén
4. Meglévő híd felszabadítása és kiemelése autódaruval (szerelőtér szétvágás, elszállítás közúton)
5. Régi hídfők körbeszádolása mellett azok bontása
6. Új hídfők elkészítése körbeszádolás mellett
7. Szerelőtér/tolópálya kialakítása (nem kerül ábrázolásra)
8. Szerelési egységek szerelőtérre szállítása a bekötőúton autódaruval
9. Híd összeállítása, utolsó réteg fedőfesték felhordása festősátor alatt
10. Összeállított híd betolása tolopályán/ gerendán a végleges helyére
11. Vasúti pálya rekonstrukció
12. Kábelvezetés kialakítása az új hídon
13. Közműhíd bontása
14. Felsővezetési rendszer visszahelyezése az új híddal igazodóan
15. Helyreállítás, levonulás

ÉPÍTÉSTECHNOLÓGIA

11. fázis

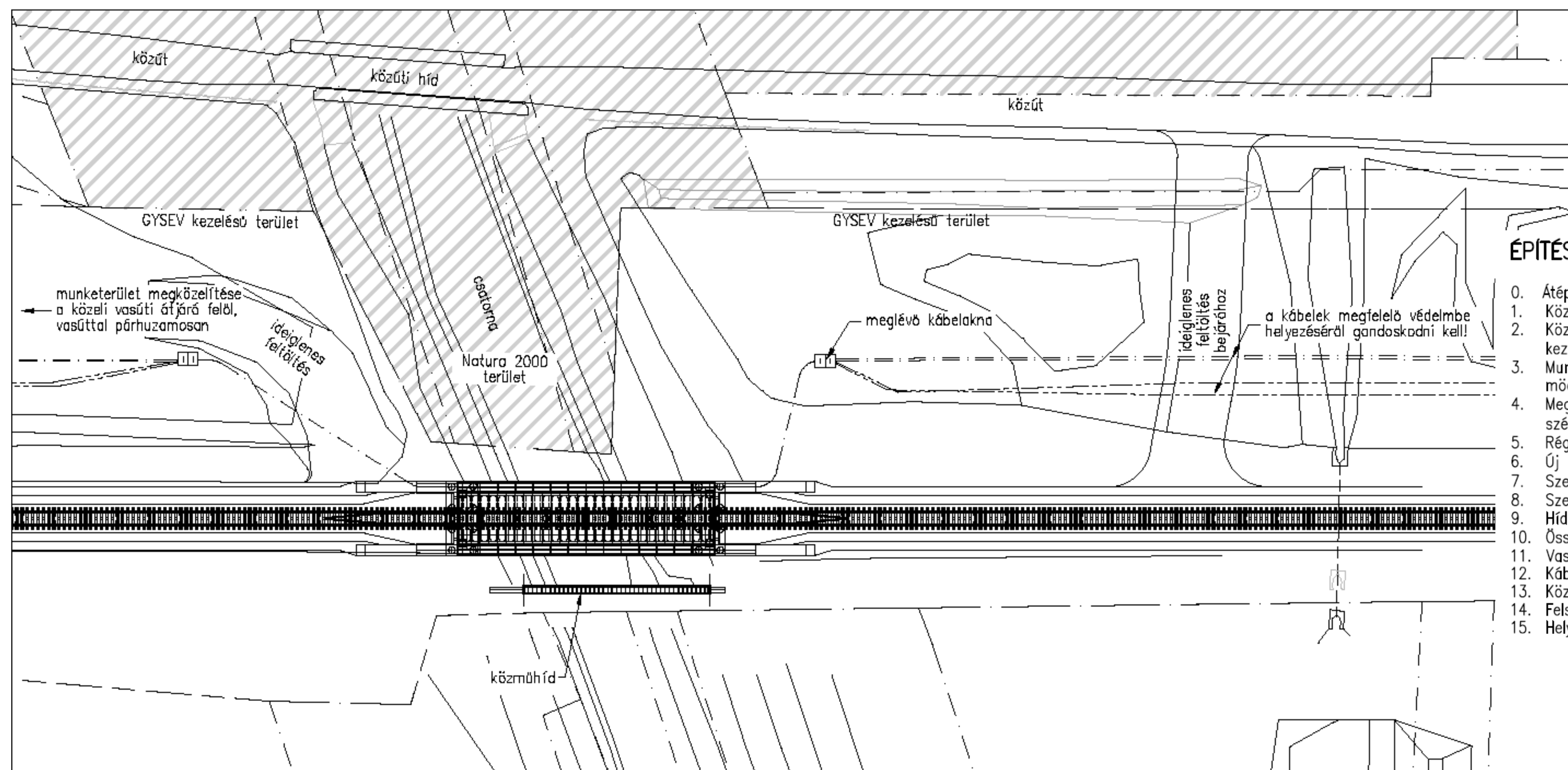


ÉPÍTÉSI ÜTEMEK

0. Átépítés előtti állapot
1. Közműhíd megépítése
2. Közút és vasút között új földanyagú bekötőút építése GYSEV Zrt. kezelésében levő területen (kábelek védelembe helyezésével)
3. Munkaterület és szerelőtér helyének kialakítása a tervezett hídfők mögött, a mentesített vasúti pálya helyén
4. Meglévő híd felszabadítása és kiemelése autódaruval (szerelőtér szétvágás, elszállítás közúton)
5. Régi hídfők körbeszádolása mellett azok bontása
6. Új hídfők elkészítése körbeszádolás mellett
7. Szerelőtér/tolópálya kialakítása (nem kerül ábrázolásra)
8. Szerelési egységek szerelőtérre szállítása a bekötőúton autódaruval
9. Híd összeállítása, utolsó réteg fedőfesték felhordása festősátor alatt
10. Összeállított híd betolása tolópályán/ gerendán a végleges helyére
11. Vasúti pálya rekonstrukció
12. Kábelvezetés kialakítása az új hídon
13. Közműhíd bontása
14. Felsővezetési rendszer visszahelyezése az új hídra igazodóan
15. Helyreállítás, levonulás

ÉPÍTÉSTECHNOLÓGIA

12. fázis

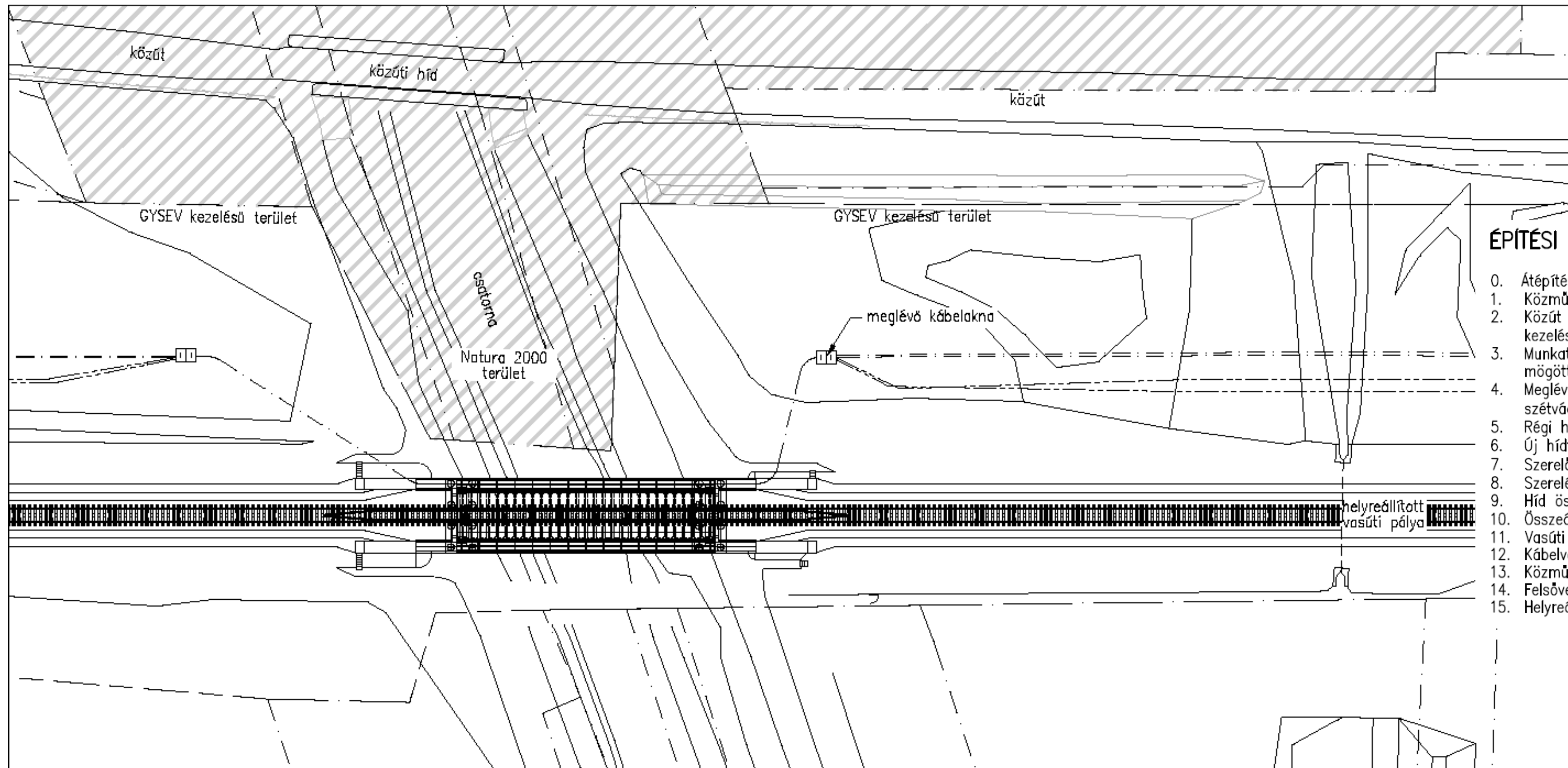


ÉPÍTÉSI ÜTEMEK

0. Átépítés előtti állapot
1. Közműhíd megépítése
2. Közút és vasút között új földanyagú bekötőút építése GYSEV Zrt. kezelésében levő területen (kábelek védelembe helyezésével)
3. Munkaterület és szerelőtér helyének kialakítása a tervezett hídfők mögött, a mentesített vasúti pálya helyén
4. Meglévő híd felszabadítása és kiemelése autódaruval (szerelőtér szétvágás, elszállítás közúton)
5. Régi hídfők körbeszádolása mellett azok bontása
6. Új hídfők elkészítése körbeszádolás mellett
7. Szerelőtér/tolópálya kialakítása (nem kerül ábrázolásra)
8. Szerelési egységek szerelőtérre szállítása a bekötőúton autódaruval
9. Híd összeállítása, utolsó réteg fedőfesték felhordása festősátor alatt
10. Összeállított híd betolása tolópályán/ gerendán a végleges helyére
11. Vasúti pálya rekonstrukció
12. Kábelvezetés kialakítása az új hídon
13. Közműhíd bontása
14. Felsővezetési rendszer visszahelyezése az új híddal igazodóan
15. Helyreállítás, levonulás

ÉPÍTÉSTECHNOLÓGIA

13. 14. 15. fázisok



ÉPÍTÉSI ÜTEMEK

0. Átépítés előtti állapot
1. Közműhíd megépítése
2. Közút és vasút között új földanyagú bekötőút építése GYSEV Zrt. kezelésében levő területen (kábelek védelembe helyezésével)
3. Munkaterület és szerelőtér helyének kialakítása a tervezett hídfők mögött, a mentesített vasúti pálya helyén
4. Meglévő híd felszabadítása és kiemelése autódaruval (szerelőtér szétvágás, elszállítás közúton)
5. Régi hídfők körbeszádolása mellett azok bontása
6. Új hídfők elkészítése körbeszádolás mellett
7. Szerelőtér/tolópálya kialakítása (nem kerül ábrázolásra)
8. Szerelési egységek szerelőtérre szállítása a bekötőúton autódaruval
9. Híd összeállítása, utolsó réteg fedőfesték felhordása festősátor alatt
10. Összeállított híd betolása tolopályán/ gerendán a végleges helyére
11. Vasúti pálya rekonstrukció
12. Kábelvezetés kialakítása az új hídon
13. Közműhíd bontása
14. Felsővezetési rendszer visszahelyezése az új híddal igazodóan
15. Helyreállítás, levonulás

ÖSSZEFOGLALÓ HÍDADATOK

	Átvezetett vasútvonal	Áthidalt akadály
Megnevezés	Hegyeshalom - Rajka OH vv.	Lajta bal parti csatorna
Szelvény	988+13 hm	8+857 fkm
Pálya- / mederfenék szint	128,55 mBf	123,00 mBf
Koronaszélesség	-	~ 22 m
Rézsűhajlás:	1:2	változó: 1:1 - 1:2
Helyszínrajzi vonalvezetés	egyenes	egyenes
Magassági vonalvezetés	em.: 0,0 ‰	esik: 0,0 ‰

A meglévő híd főbb adatai

Keresztezés szöge: (a hídfők merőlegesek a vágánytengelyre)	69°
Alátámasztások száma:	2
Támaszköz:	24,80 m
Szabad nyílás:	24,00 m
Felszerkezet alsó éle:	127,40 mBf

A tervezett híd főbb adatai

Keresztezés szöge: (a hídfők merőlegesek a vágánytengelyre)	69°
Alátámasztások száma:	2
Támaszköz:	28,00 m
Szabad nyílás:	27,00 m
Felszerkezet alsó éle:	127,45 mBf
Mértékadó árvízszint:	126,45 mBf

SZERKEZET LEÍRÁSA

Alépítmény: 80cm átm. CFA cölöp, monolit vasbeton hídfő, térdfal, szárnyfalak

Felszerkezet: egynyílású, kéttámaszú, alsópályás, rácsos főtartós, keresztartókkal alátámasztott pályalemezes acélszerkezet.

Főtartók tengelytávolsága 5600 mm. A rácszat hosszirányú hálózati hossza 7x4,00 m = 28,00 m. Főtartó hálózati magassága 3147 mm. A felső övrudak és szélső rácsrudak kalapszelvényűek. A közbenső rácsrudak „I” keresztmetszetűek. A főtartó alsó övét zárt doboz keresztmetszetű övrúd alkotja, melynek alsó övlemeze a merevítő bordák között áttört.

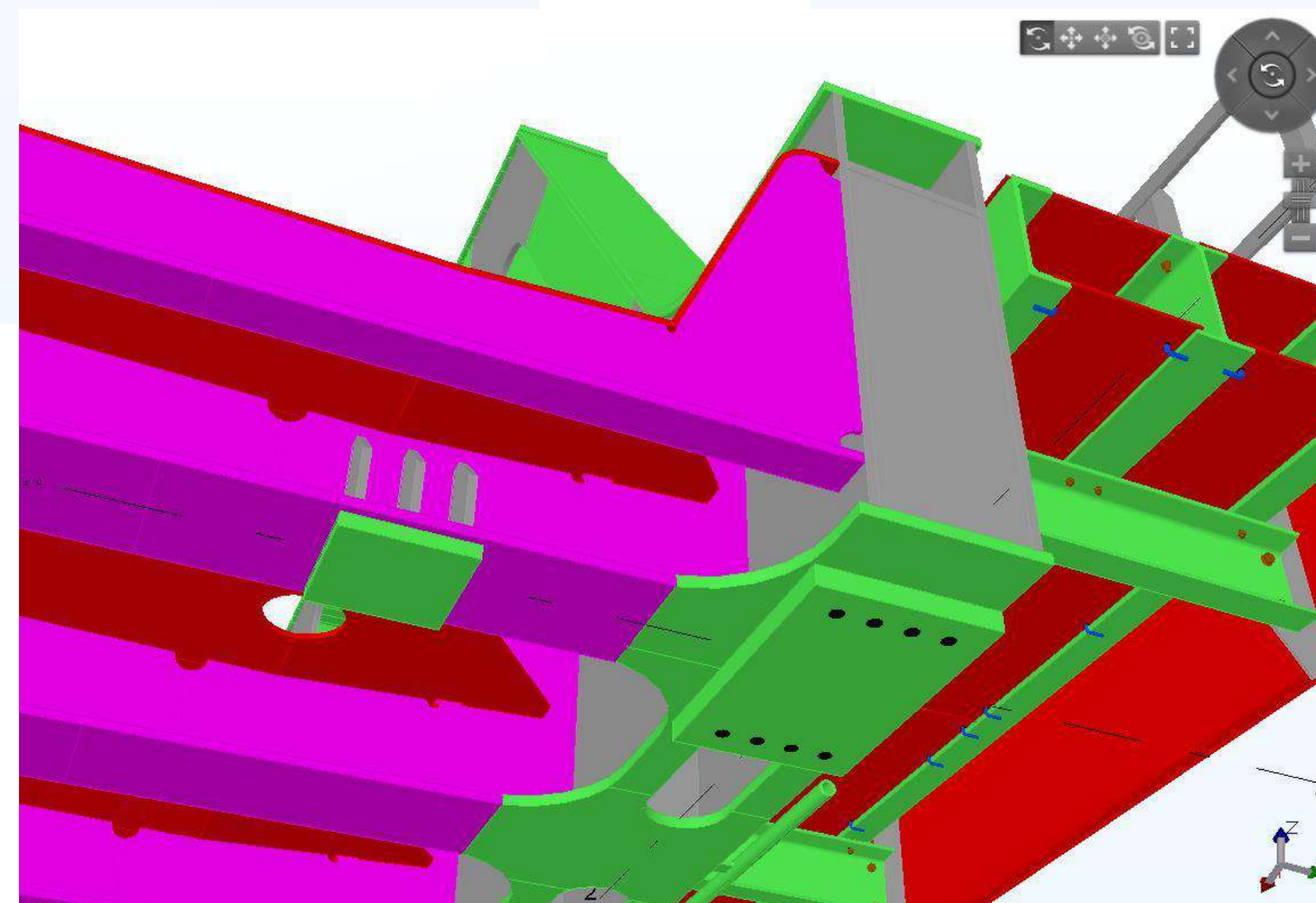
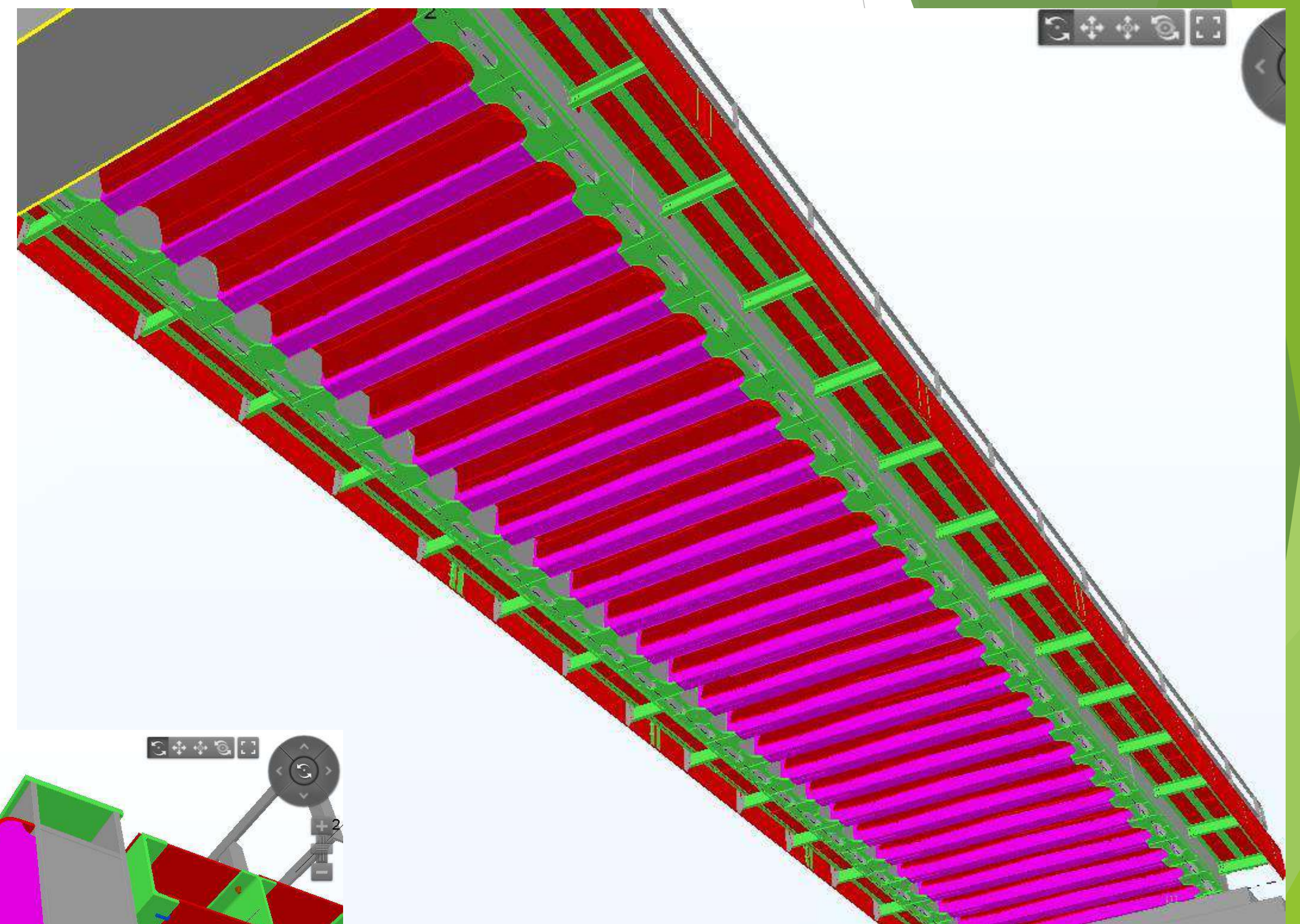
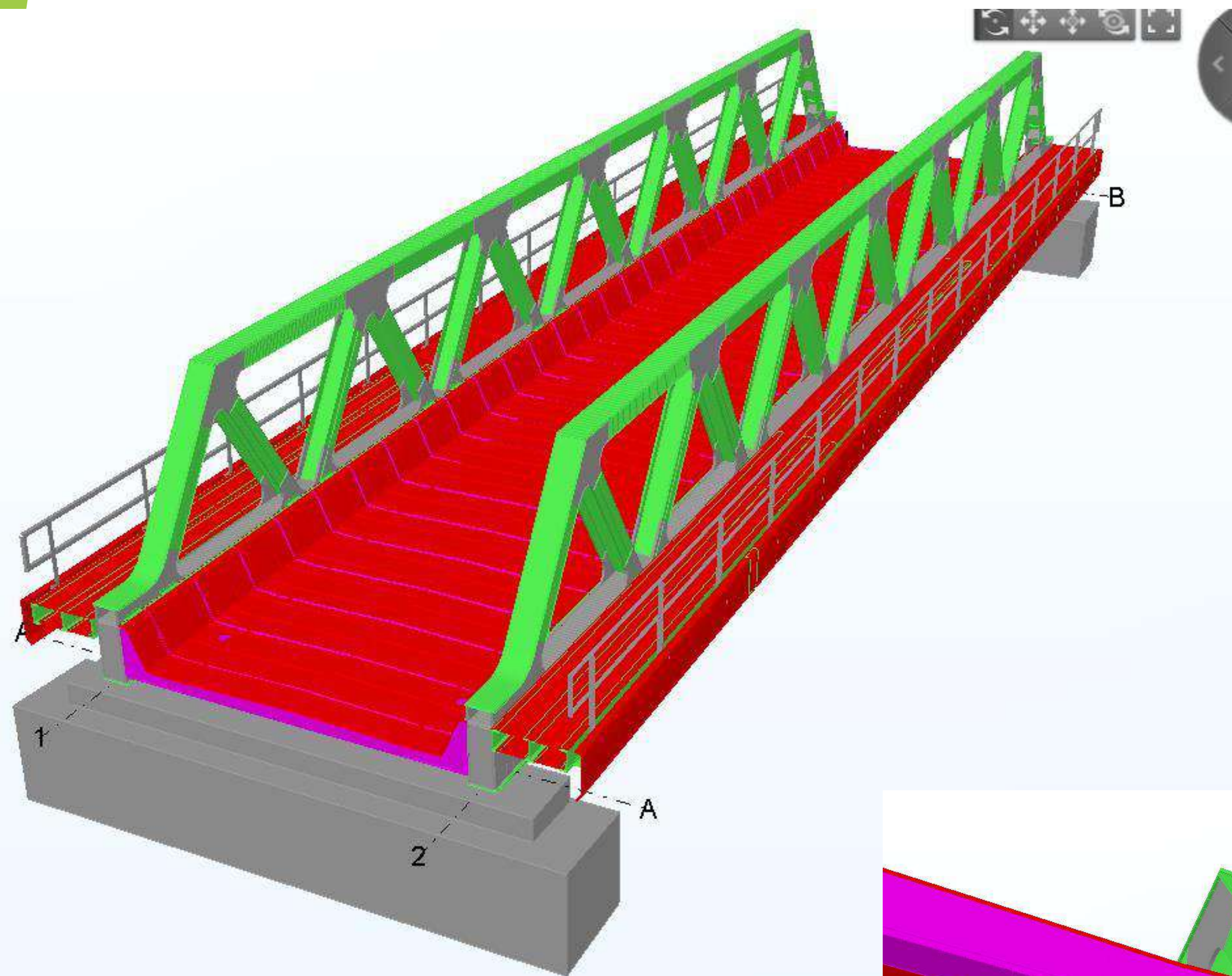
Saruk: 1db fix, 2 db egyirányban mozgó, 1db minden irányban mozgó gömbsaru.

Dilatációk: vízzáró, süllyesztett dilatációs szerkezet (térdfalba lekötött felszerkezethez hegesztett rögzítés)

Vízelvezetés: 2-2db víznyelő a pályalemez mélyvonalában a hídvégektől 1,2m-re.
Szigetelés: Servidek - servipak rendszer

Felépítmény: UIC60 E1 sínrendszer, hézagnélküli kivitelben, L4 jelű vb. aljakkal, Vossloh W14 sínleerősítéssel. 1:20 hajlás. 60cm aljkiosztás.

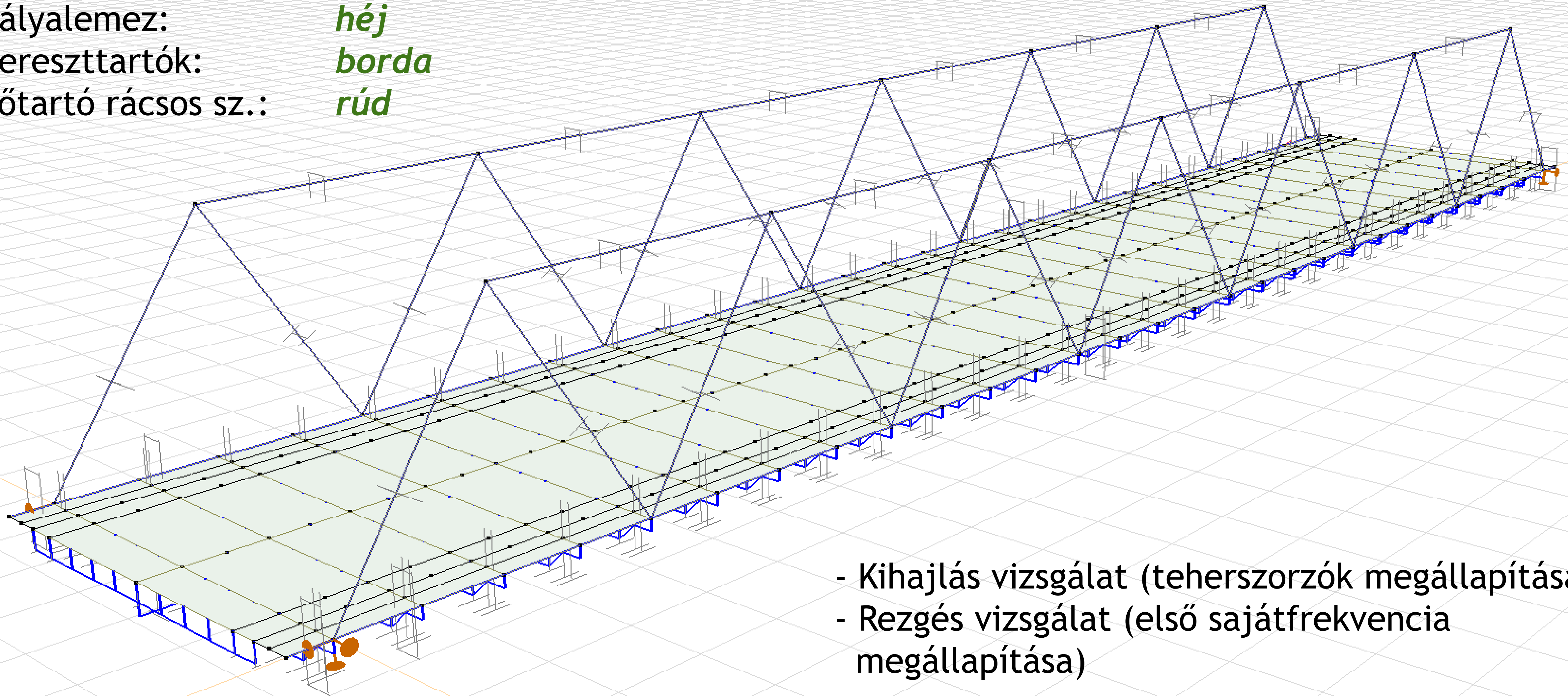
3D BIM Modell



STATIKAI MODELLEK

Rúdmodell:

- Pályalemez: *héj*
- Kereszttartók: *borda*
- Főtartó rácsos sz.: *rúd*

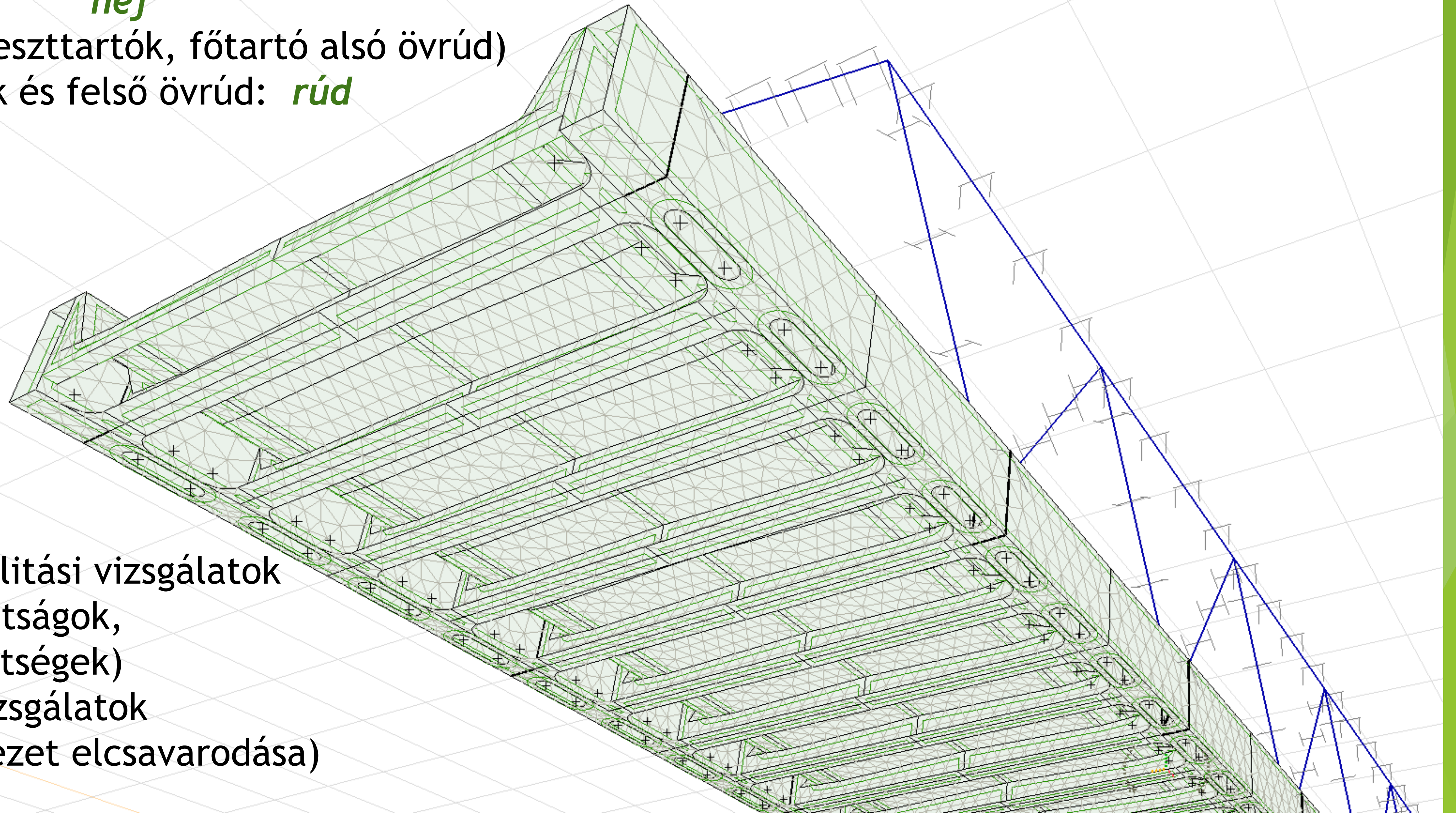


- Kihajlás vizsgálat (teherszorzók megállapítása)
- Rezgés vizsgálat (első sajátfrekvencia megállapítása)

STATIKAI MODELLEK

Héjmodell:

- Pályaszerkezet: *héj*
(pályalemez, kereszttartók, főtartó alsó övrúd)
- Főtartó rácsrudak és felső övrúd: *rúd*



- szilárdsági és stabilitási vizsgálatok
(rúdelem kihasználtságok,
lemezelem feszültségek)
- használhatósági vizsgálatok
(lehajlás, felszerkezet elcsavarodása)
- fáradásvizsgálat

STATIKAI SZÁMÍTÁS

Felhasznált szabványok

- [1] H.1.2. / 2006. MÁV-utasítás - Vasúti hidak méretezésének általános előírásai
- [2] MSZ EN 1991-1-5:2005 - Eurocode 1: A tartószerkezeteket érő hatások
1-5. rész: Általános hatások. Hőmérsékleti hatások
- [3] MSZ EN 1991-2:2006 - Eurocode 1: A tartószerkezeteket érőhatások
2. rész: Hidak forgalmi terhei
- [4] MSZ EN 1993-1-5:2007 - Eurocode 3: Acélszerkezetek tervezése
1-5. rész: Lemezszerkezetek
- [5] MSZ EN 1993-1-9:2011 - Eurocode 3: Acélszerkezetek tervezése
1-9. rész: Fáradás
- [6] MSZ EN 1993-3:2009 - Eurocode 3: Acélszerkezetek tervezése
2. rész: Acélhidak

STATIKAI SZÁMÍTÁS

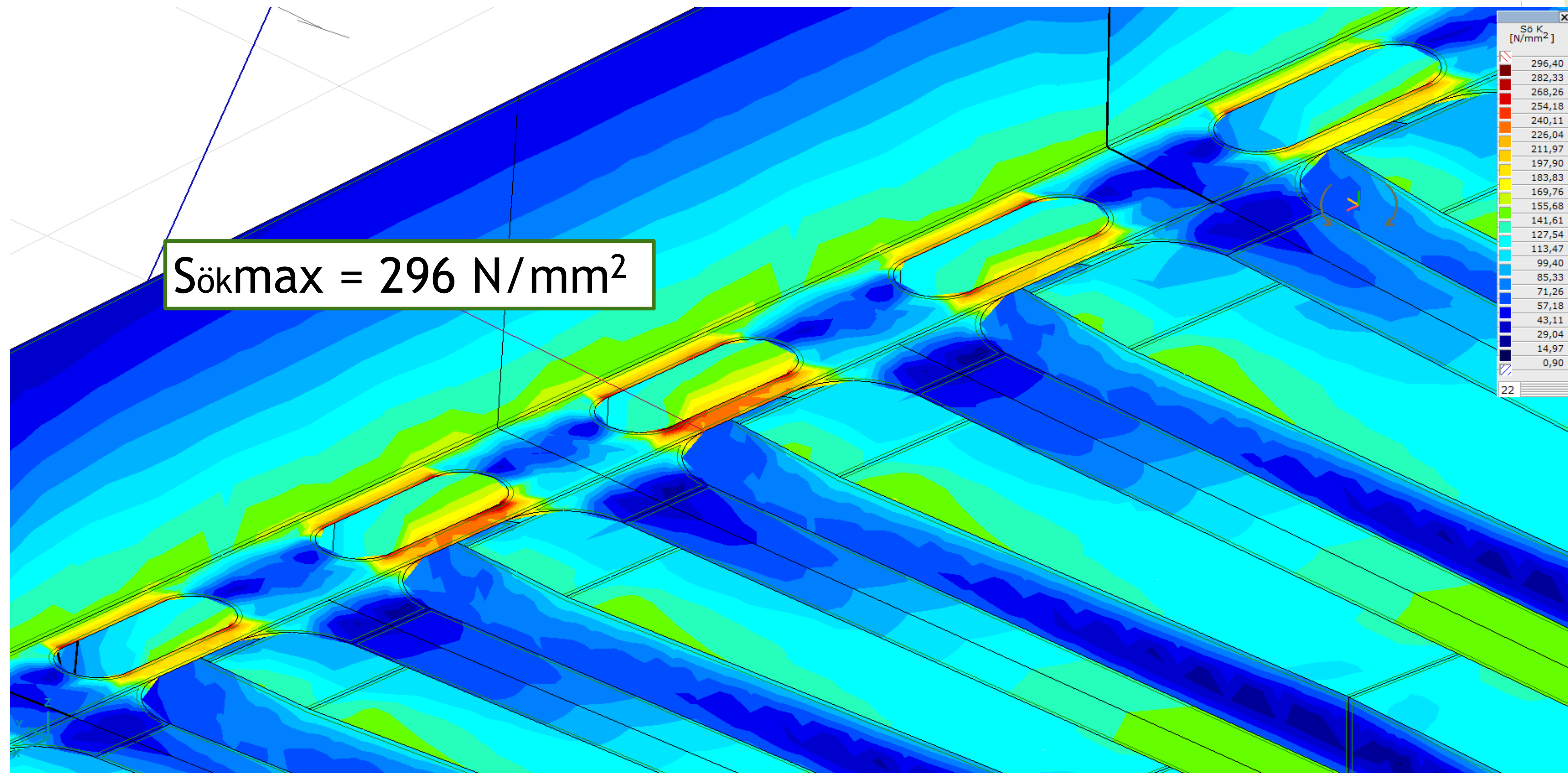
Kiindulási adatok

- 28,00 m támaszközű (egynyílású) rácsos vasúti acélhíd
- ágyazatátvezetés
- terhelés: Eurocode 1991-2 szerint
 - LM71 tehermodell (H.1.2. / 2006. MÁV-utasítás szerinti „U” jelű teher)
 - SW/2 tehermodell
- tervezési élettartam: 100 év

STATIKAI SZÁMÍTÁS

Szilárdsági ellenőrzés: Hélyelemek

Sök von Mises összehasonlító feszültségek vizsgálata

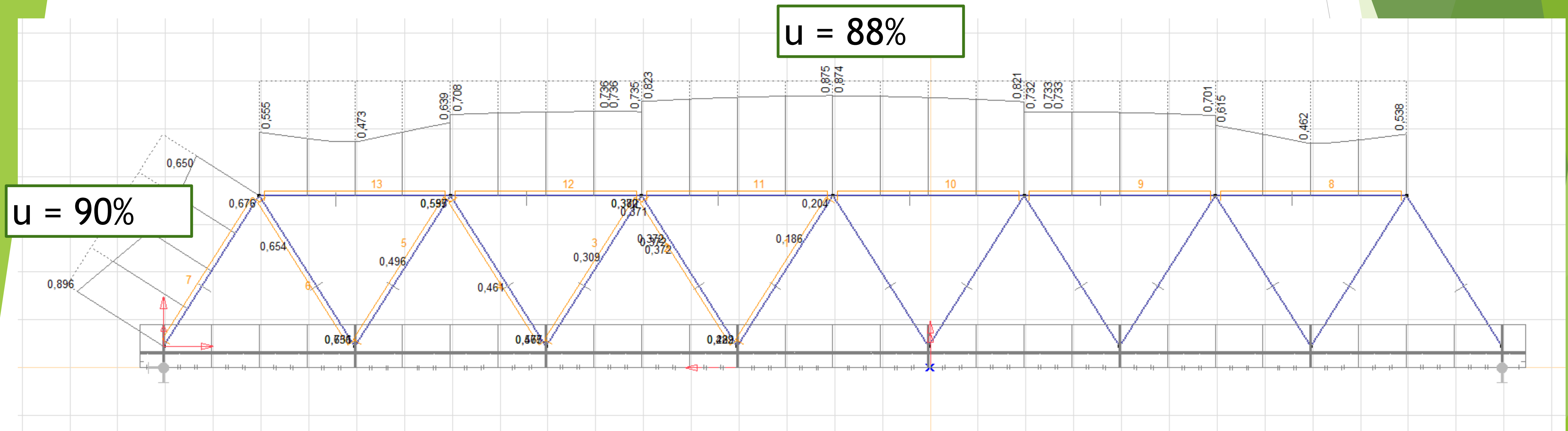


($f_y = 355 \text{ N/mm}^2$)

STATIKAI SZÁMÍTÁS

Szilárdsági és stabilitási ellenőrzés: Rúdelemek

Kihasználtságok:



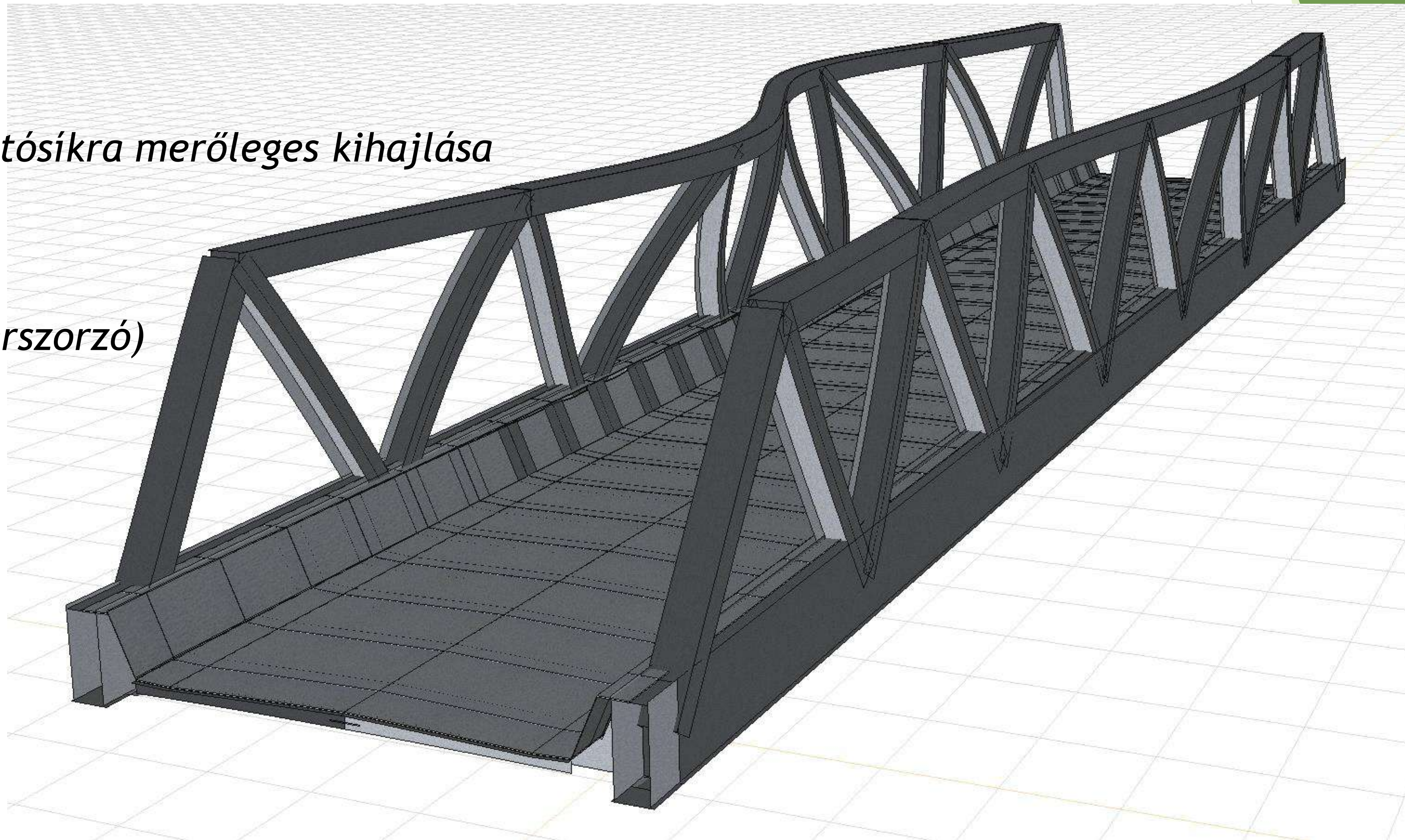
STATIKAI SZÁMÍTÁS

Szilárdsági és stabilitási ellenőrzés: Rúdelemek

Kihajlási hosszak

Példa:
felső övrúd tartósíkra merőleges kihajlása

Rúdmodell:
 $N_E = 4975 \text{ kN}$
 $\alpha = 8,287$ (teherszorzó)



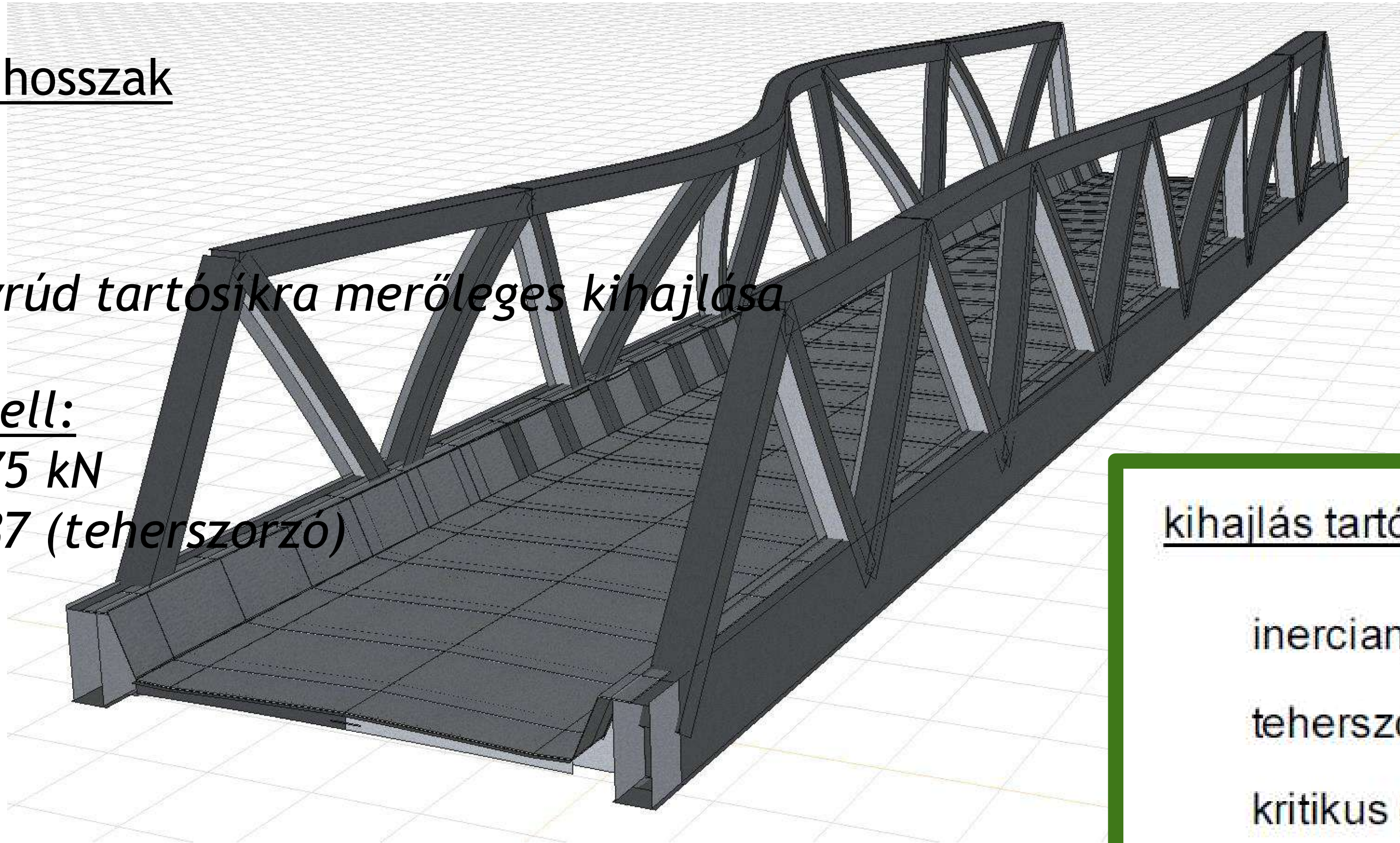
STATIKAI SZÁMÍTÁS

Szilárdsági és stabilitási ellenőrzés: Rúdelemek

Kihajlási hosszak

Példa:
felső övrúd tartósíkra merőleges kihajlása

Rúdmodell:
 $N_E = 4975 \text{ kN}$
 $\alpha = 8,287 \text{ (teherszorzó)}$



kihajlás tartóra merőleges síkban:

inercianyomaték: $I := 55495.8 \cdot \text{cm}^4$

teherszorzó: $a := 8.287$

kritikus erő: $N_{cr} := N_E \cdot a = 41227.825 \cdot \text{kN}$

befogási tényező: $\nu := \sqrt{\frac{\pi^2 \cdot E_s \cdot I}{l^2 \cdot N_{cr}}} = 1.3205$

kihajlási hossz: $\boxed{\nu \cdot l = 5.282 \text{ m}}$

STATIKAI SZÁMÍTÁS

Helyzeti állékonyság vizsgálata

R_{d.fav}: kedvező hatások
(önsúly)

$$\gamma_{g.inf.EQU} = 0,90$$

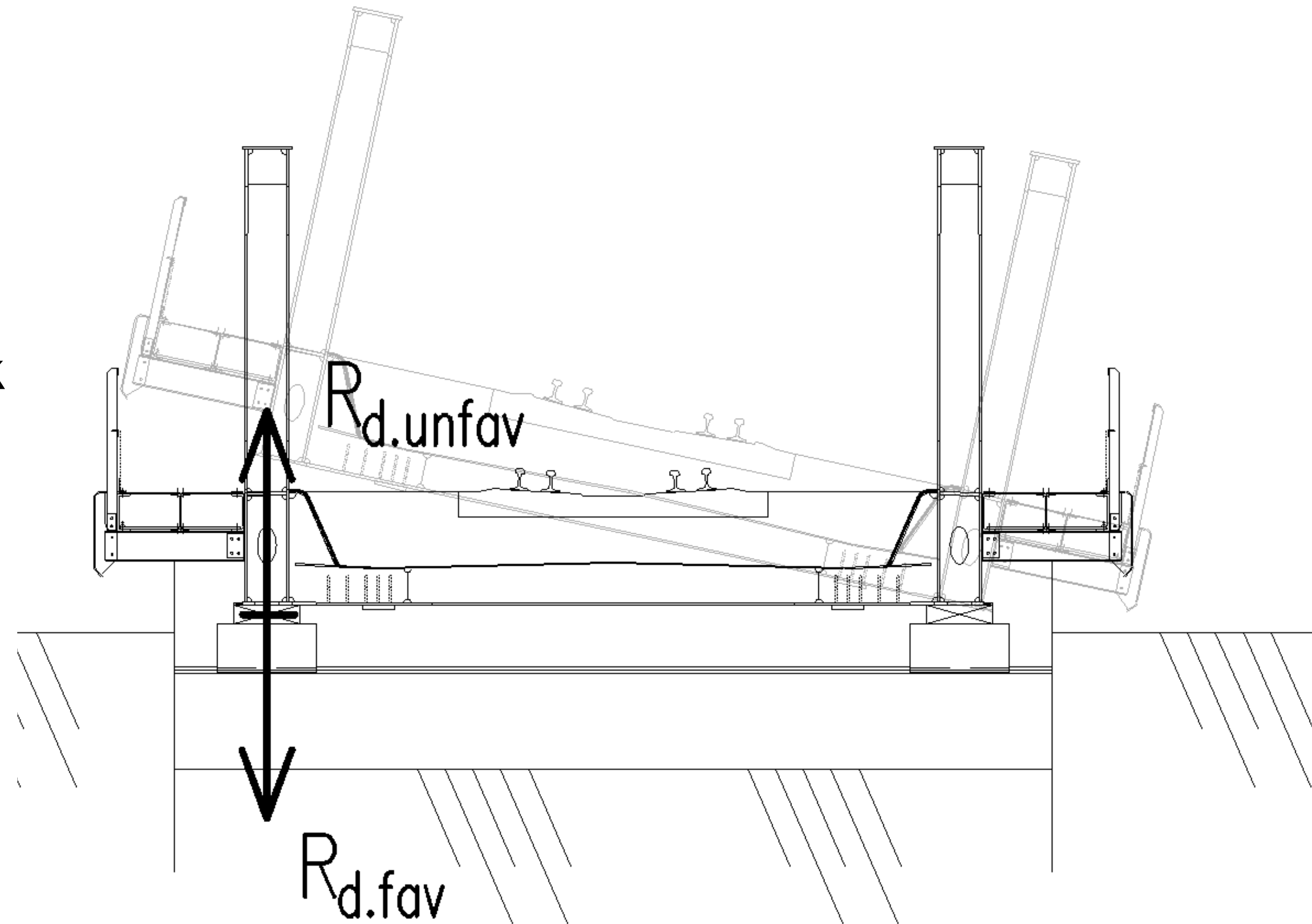
R_{d.unfav}: kedvezőtlen hatások
(szél, oldallökő erő,
gyalogjárda terhe)

$$\gamma_{LM71.EQU} = 1,45$$

$$\gamma_{járda.EQU} = 1,35$$

$$\gamma_{Q.EQU} = 1,50$$

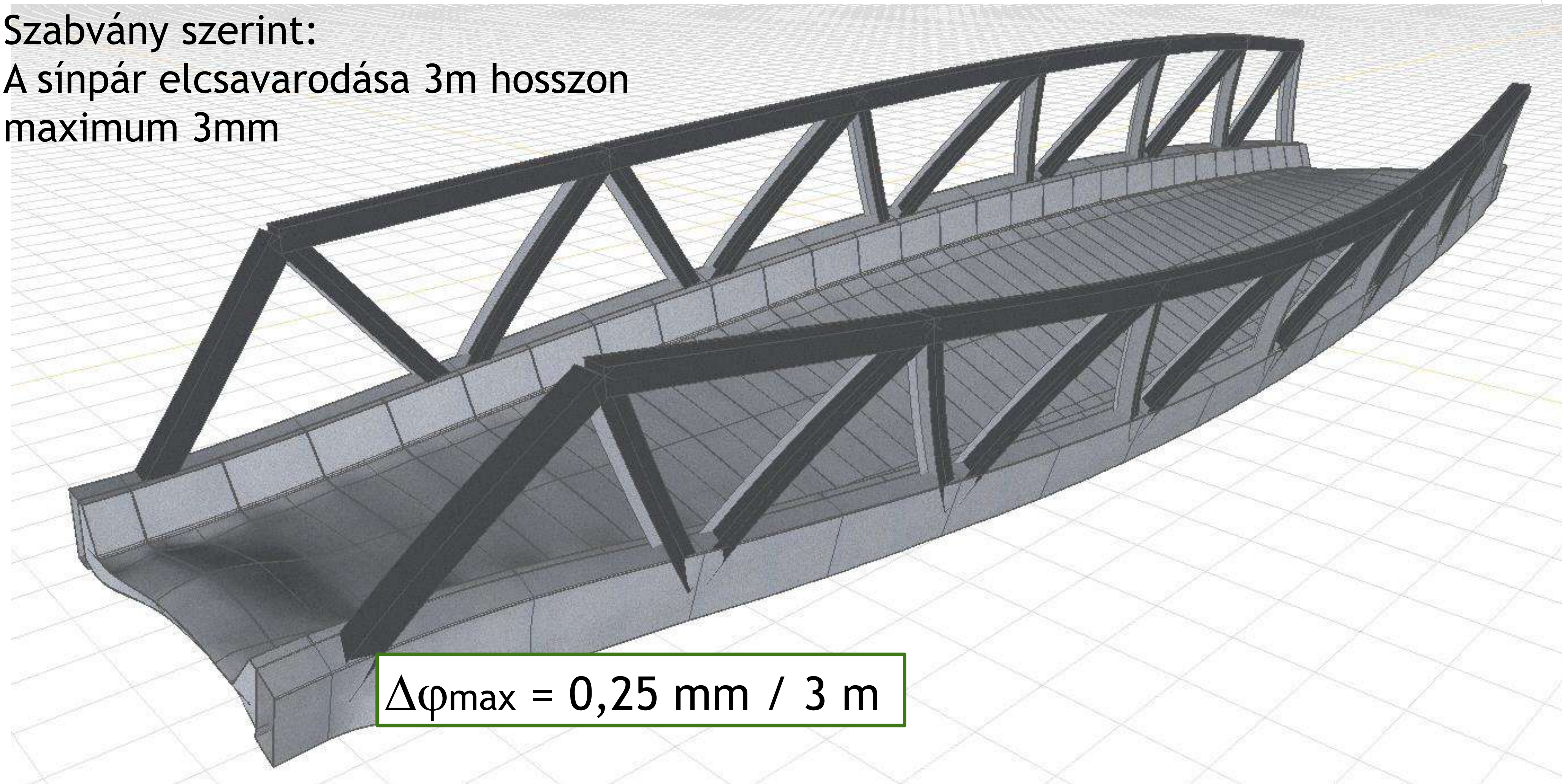
Biztonság: $8,37 > 1$



STATIKAI SZÁMÍTÁS

Vágány síktorzulása

Szabvány szerint:
A sín pár elcsavarodása 3m hosszon
maximum 3mm



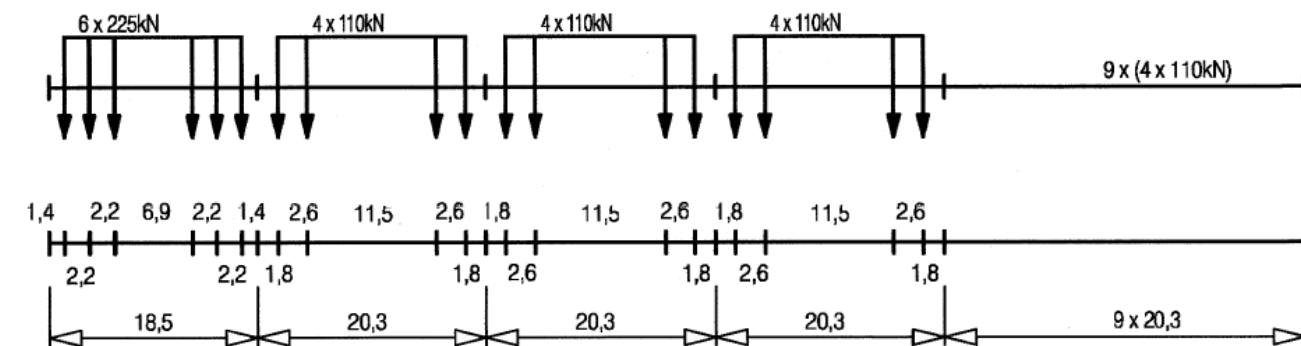
$$\Delta\varphi_{\max} = 0,25 \text{ mm} / 3 \text{ m}$$

STATIKAI SZÁMÍTÁS

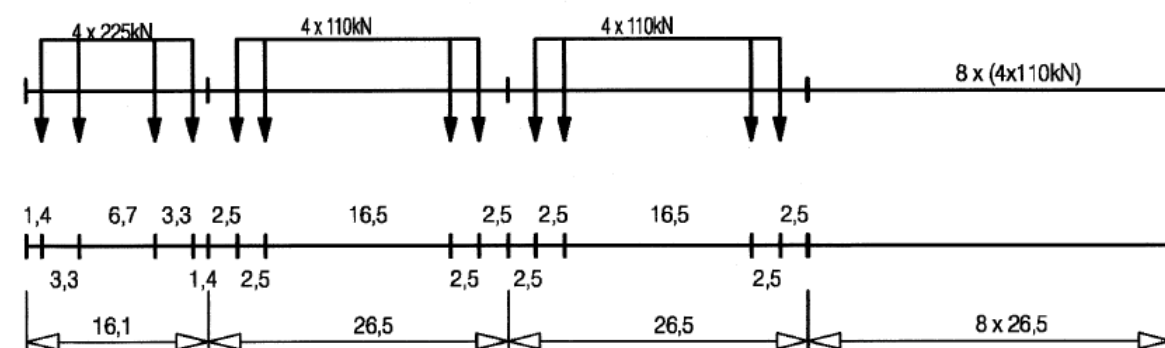
Fáradásvizsgálat

Szabványos tehermodellek:

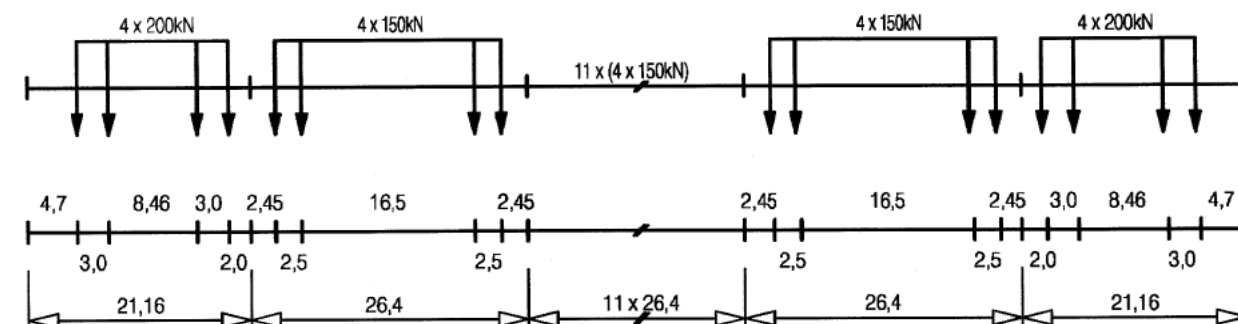
1. típus: Mozdonyvontatású személyvonat

$$\Sigma Q = 6630 \text{ kN} \quad V = 200 \text{ km/h} \quad L = 262,10 \text{ m} \quad q = 25,3 \text{ kN/m}$$


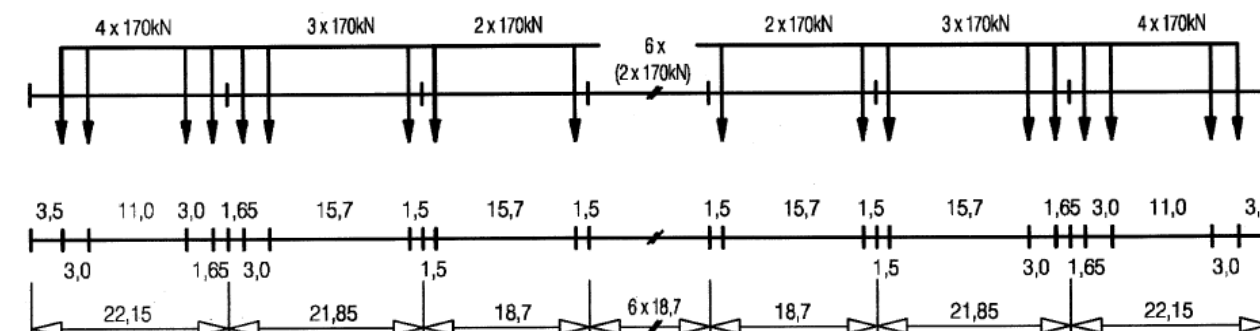
2. típus: Mozdonyvontatású személyvonat

$$\Sigma Q = 5300 \text{ kN} \quad V = 160 \text{ km/h} \quad L = 281,10 \text{ m} \quad q = 18,9 \text{ kN/m}$$


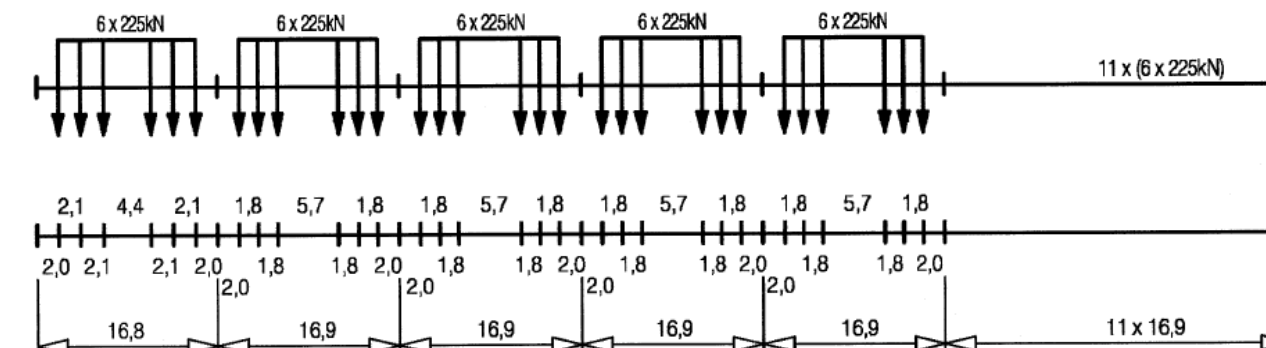
3. típus: Nagy sebességű személyvonat

$$\Sigma Q = 9400 \text{ kN} \quad V = 250 \text{ km/h} \quad L = 385,52 \text{ m} \quad q = 24,4 \text{ kN/m}$$


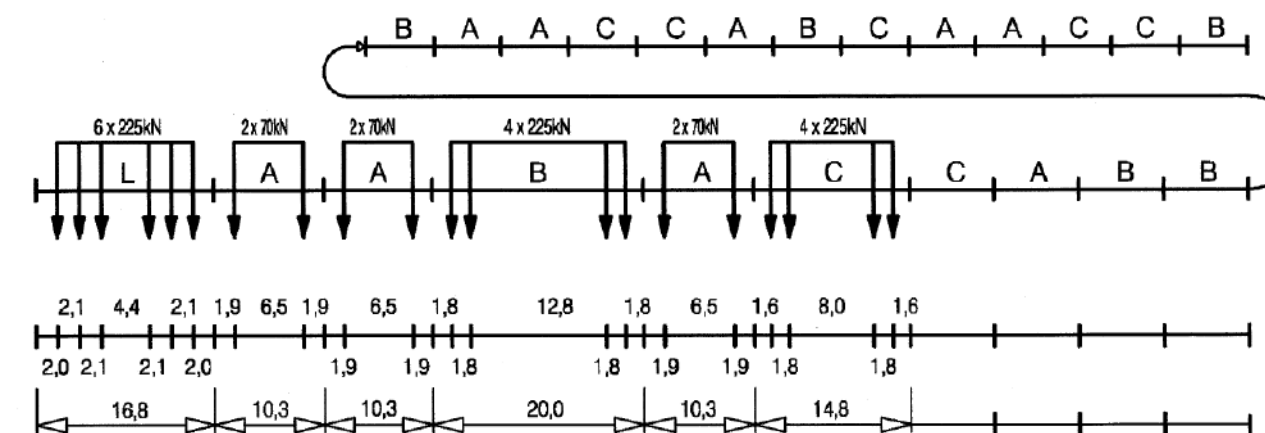
4. típus: Nagy sebességű személyvonat

$$\Sigma Q = 5100 \text{ kN} \quad V = 250 \text{ km/h} \quad L = 237,60 \text{ m} \quad q = 21,5 \text{ kN/m}$$


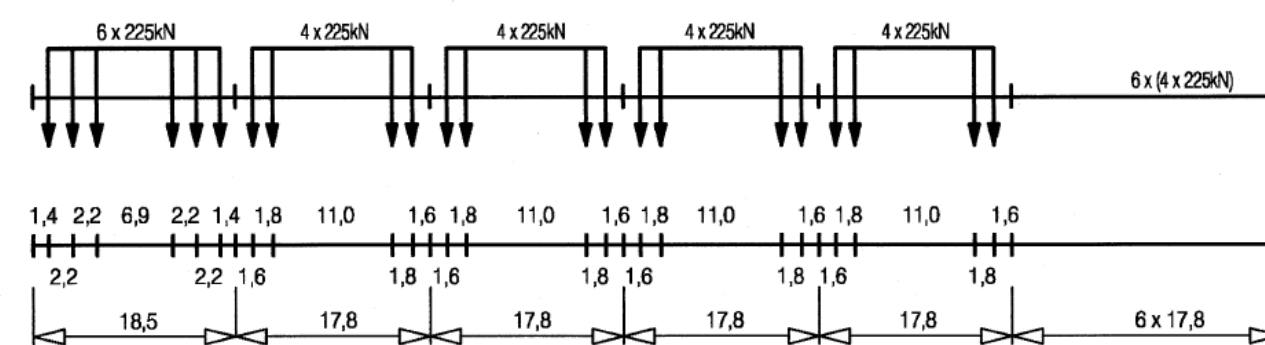
5. típus: Mozdonyvontatású tehervonat

$$\Sigma Q = 21\,600 \text{ kN} \quad V = 80 \text{ km/h} \quad L = 270,30 \text{ m} \quad q = 80,0 \text{ kN/m}$$


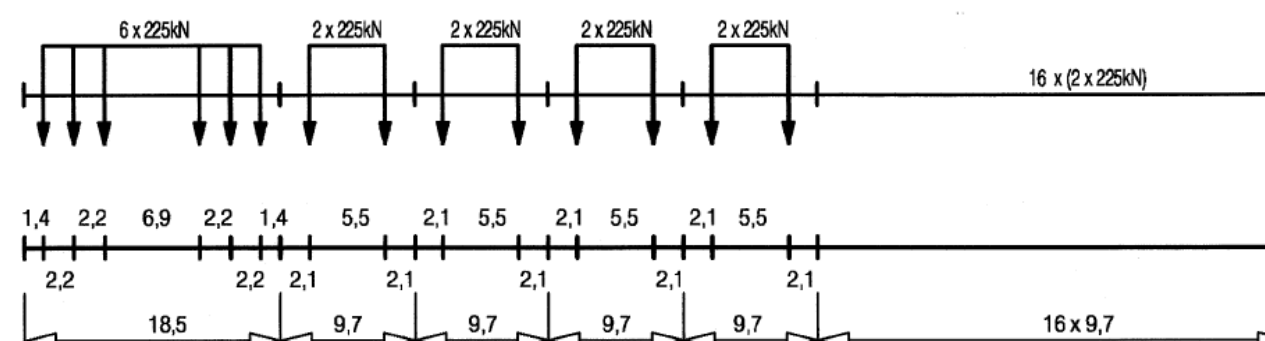
6. típus: Mozdonyvontatású tehervonat

$$\Sigma Q = 14\,310 \text{ kN} \quad V = 100 \text{ km/h} \quad L = 333,10 \text{ m} \quad q = 43,0 \text{ kN/m}$$


7. típus: Mozdonyvontatású tehervonat

$$\Sigma Q = 10\,350 \text{ kN} \quad V = 120 \text{ km/h} \quad L = 196,50 \text{ m} \quad q = 52,7 \text{ kN/m}$$


8. típus: Mozdonyvontatású tehervonat

$$\Sigma Q = 10\,350 \text{ kN} \quad V = 100 \text{ km/h} \quad L = 212,50 \text{ m} \quad q = 48,7 \text{ kN/m}$$


STATIKAI SZÁMÍTÁS

Fáradásvizsgálat

Vonatforgalom:

D1. táblázat: Szabványos vonatforgalom legfeljebb 22,5 t (225 kN) tengelyterhelés esetén

Vonattípus	A naponta áthaladó vonatok száma	Egy vonat tömege [t]	Éves forgalom [10 ⁶ t/év]
1	12	663	2,90
2	12	530	2,32
3	5	940	1,72
4	5	510	0,93
5	7	2160	5,52
6	12	1431	6,27
7	8	1035	3,02
8	6	1035	2,27
	67		24,95

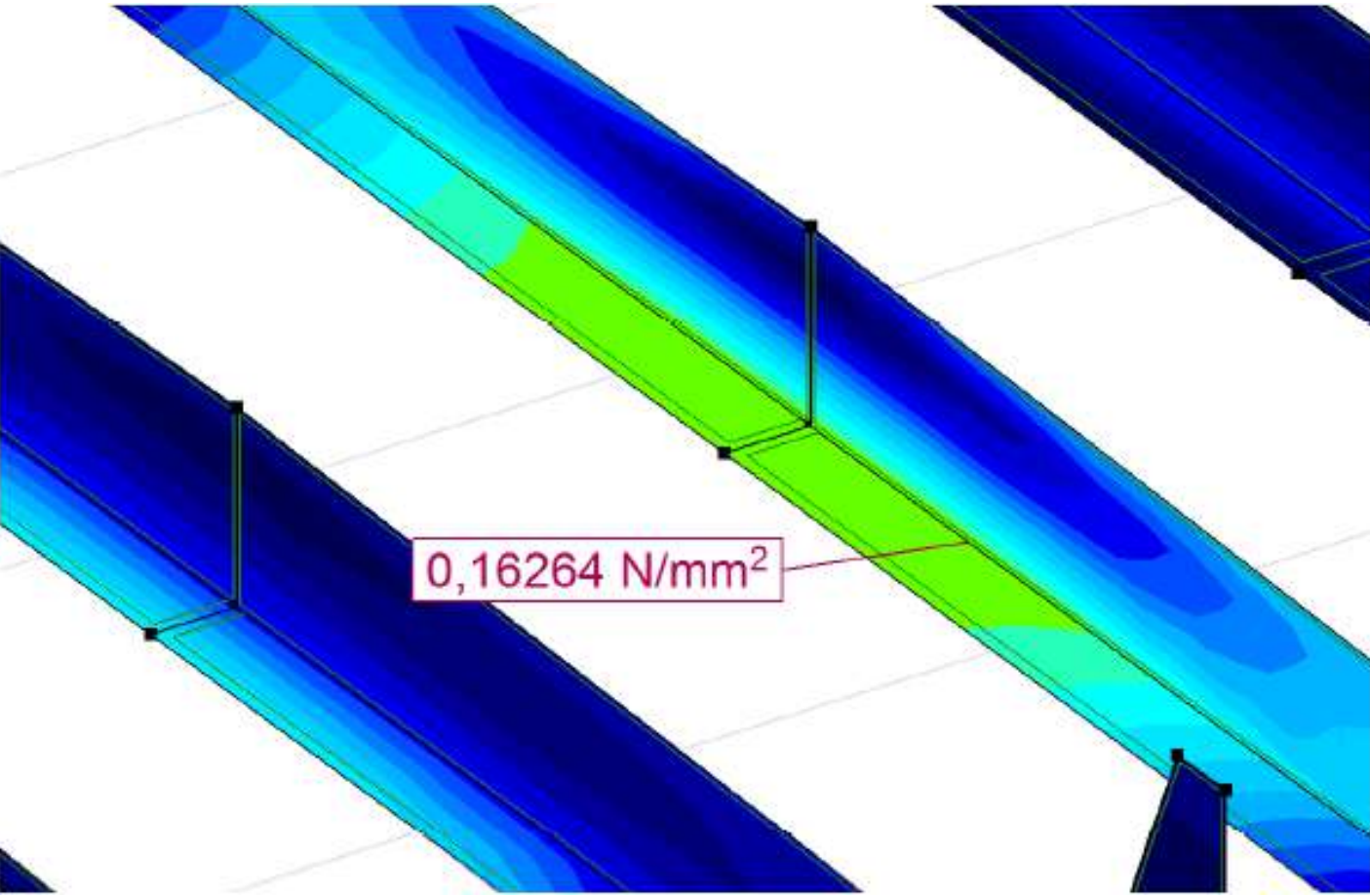
(100 év alatt kb. 2,5 millió db vonat)

STATIKAI SZÁMÍTÁS

Fáradásvizsgálat

Ellenőrzés:

Feszültségingadozás
végeselemes modell



Ismétlésszám
vonatforgalom

D1. táblázat: Szabványos vonatforgalom legfeljebb 22,5 t (225 kN) tengelyterhelés esetén

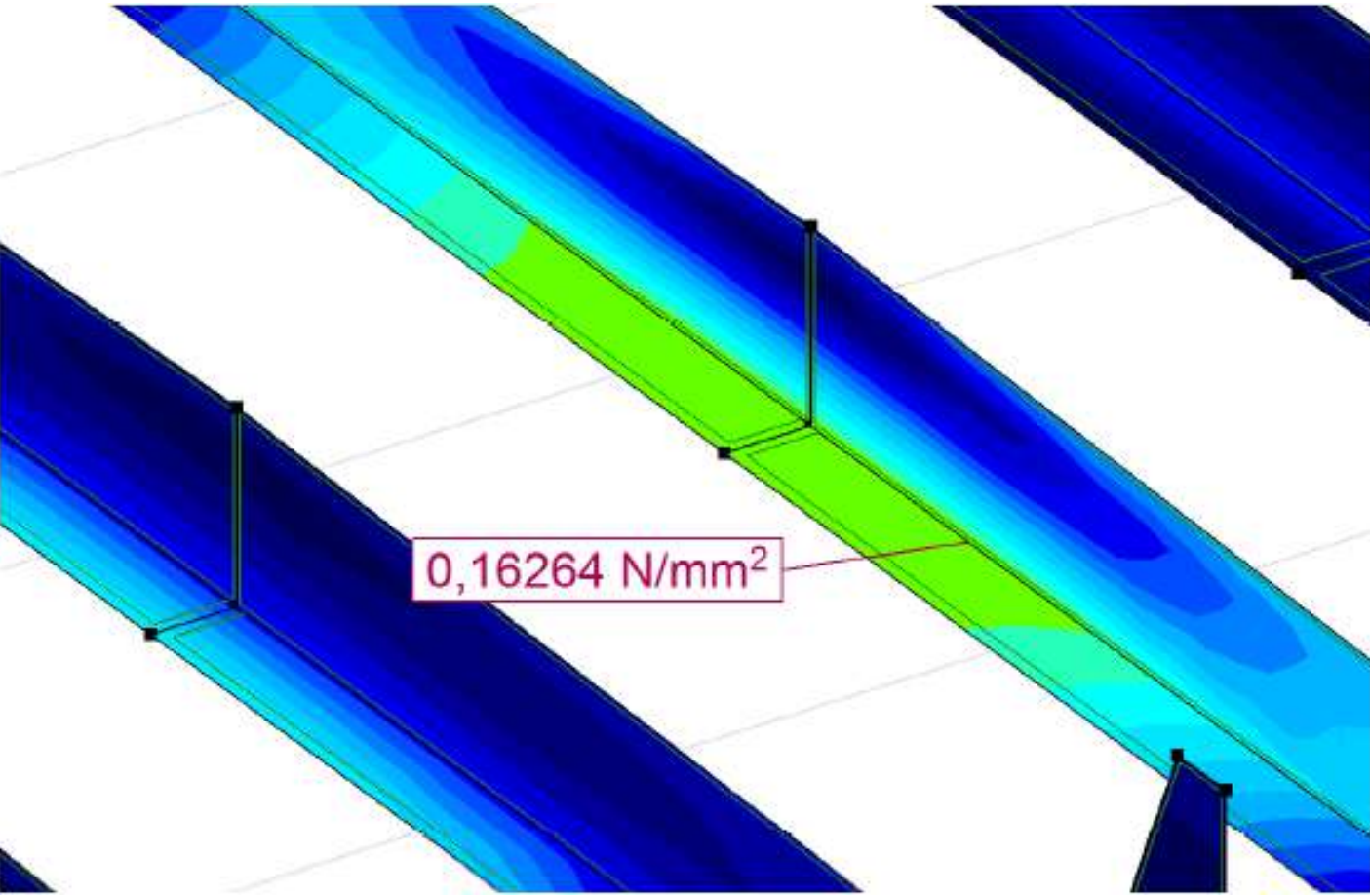
Vonattípus	A naponta áthaladó vonatok száma	Egy vonat tömege [t]	Éves forgalom [10 ⁶ t/év]
1	12	663	2,90
2	12	530	2,32
3	5	940	1,72
4	5	510	0,93
5	7	2160	5,52
6	12	1431	6,27
7	8	1035	3,02
8	6	1035	2,27
	67		24,95

STATIKAI SZÁMÍTÁS

Fáradásvizsgálat

Ellenőrzés:

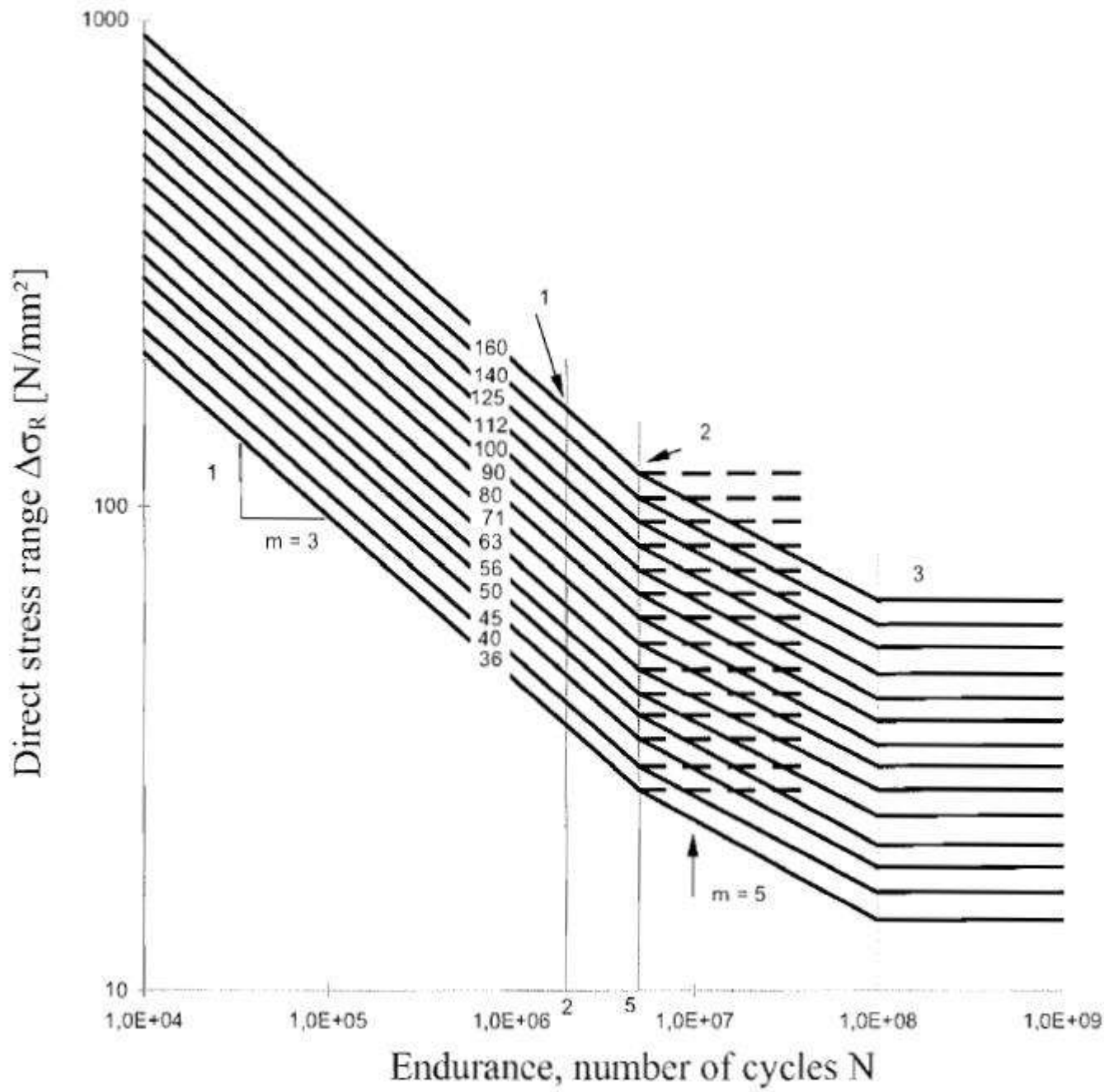
Feszültségingadozás
végeselemes modell



Ismétlésszám
vonatforgalom

D1. táblázat: Szabványos vonatforgalom legfeljebb 22,5 t (225 kN) tengelyterhelés esetén

Vonattípus	A naponta áthaladó vonatok száma	Egy vonat tömege [t]	Éves forgalom [10 ⁶ t/év]
1	12	663	2,90
2	12	530	2,32
3	5	940	1,72
4	5	510	0,93
5	7	2160	5,52
6	12	1431	6,27
7	8	1035	3,02
8	6	1035	2,27
	67		24,95



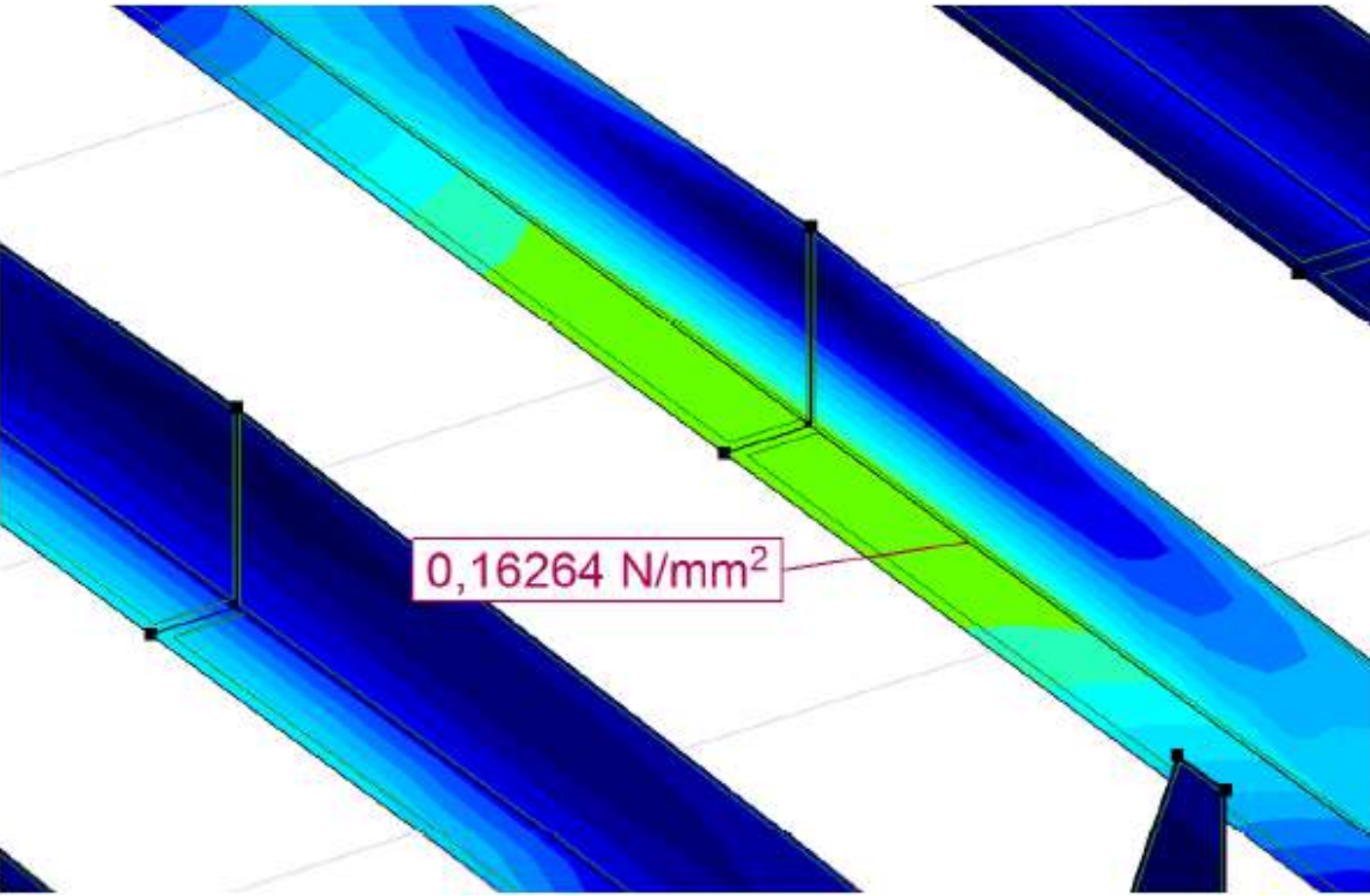
$\Sigma \text{ Károsodás} < 1,00$

STATIKAI SZÁMÍTÁS

Fáradásvizsgálat

Ellenőrzés:

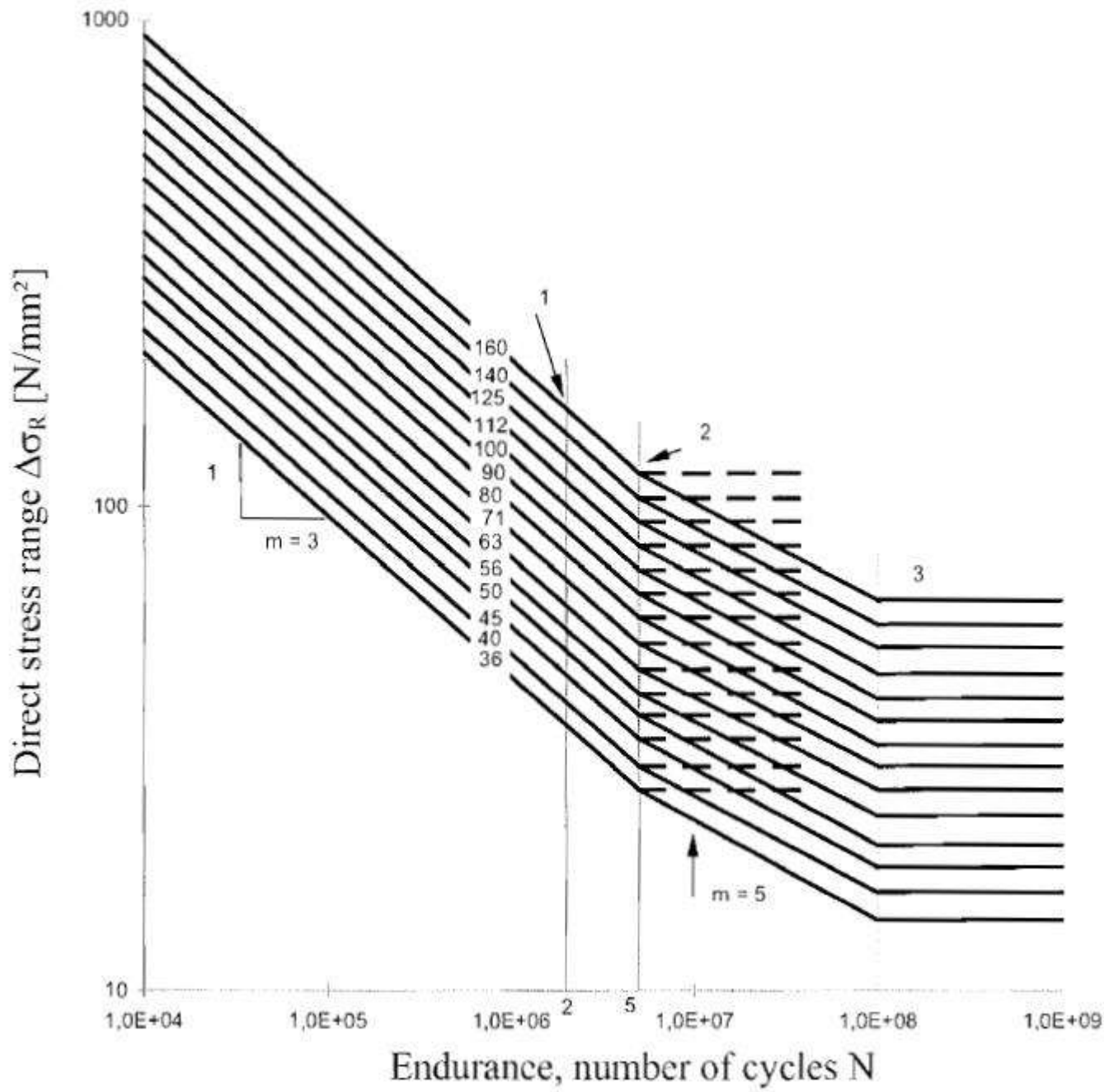
Feszültségingadozás
végeselemes modell



Ismétlésszám
vonatforgalom

D1. táblázat: Szabványos vonatforgalom legfeljebb 22,5 t (225 kN) tengelyterhelés esetén

Vonattípus	A naponta áthaladó vonatok száma	Egy vonat tömege [t]	Éves forgalom [10 ⁶ t/év]
1	12	663	2,90
2	12	530	2,32
3	5	940	1,72
4	5	510	0,93
5	7	2160	5,52
6	12	1431	6,27
7	8	1035	3,02
8	6	1035	2,27
	67		24,95



$$\Sigma \text{ Károsodás} < 1,00$$

max. károsodás az élettartam alatt: 97%
(kereszttartó öv - gerinc hosszvarrat)

KÖSZÖNÖM A FIGYELMET!

TOVÁBBI SZÉP NAPOT
MINDENKINEK!