

# Tram-train tervezési irányelvek



## 1. TRAM-TRAIN RENDSZER LÉTREHOZÁSÁHOZ SZÜKSÉGES FŐBB FELADATCSOPORTOK

### - JOGI FELTÉTELEK BIZTOSÍTÁSA:

- ÉRINTETT ÖNKORMÁNYZATOK SZÁNDÉKNYILATKOZATA AZ ÜZEMELTETŐ CÉG LÉTREHOZÁSÁRA, MŰKÖDTETÉSÉRE ÉS A MŰKÖDÉSI KÖLTSÉGEK BIZTOSÍTÁSÁRA ÉS A KÖLTSÉGEK MEGOSZTÁSÁRA
- A JELENLEGI PÁLYAHÁLÓZATOKAT MŰKÖDTETŐ TÁRSASÁGOKKAL TÖRTÉNŐ MEGEGYEZÉS A PÁLYAHASZNÁLAT FELTÉTELEIRŐL

### - KÖZGAZDASÁGI FELTÉTELRENDSZER:

- A BERUHÁZÁS PÉNZÜGYI FELTÉTELEINEK MEGTEREMÉSE ÉS A MŰKÖDÉS FOLYAMATOS BIZTOSÍTÁSA,
- EGYSÉGES JEGY- ÉS BÉRLETRENDSZER LÉTREHOZÁSA,

- MŰSZAKI FELTÉTELRENDSZER: AZON FELTÉTELEK BIZTOSÍTÁSA, MELY A TERVEZÉSI IRÁNYELVEKBEN RÖGZÍTÉSRE KERÜLT ÉS ISMERTETÉSRE KERÜL

## A TRAM-TRAIN RENDSZER FOGALMA

Átszállásmentes kapcsolat biztosítása a városi vasúti és a nagyvasúti hálózatok között.

## A TRAM-TRAIN JÁRMŰ FOGALMA

gyorsvillamos, amely szerkezetében megfelel a nagyvasúti közlekedés minimum feltételeinek, és fel van szerelve minden olyan berendezéssel, mely alkalmassá teszi a nagyvasúton történő közlekedésre.

## A TRAM-TRAIN RENDSZER MEGHATÁROZÓ ELEMEI

- az utas és az utaskiszolgálás,
- a versenyképes, átszállásmentes eljutási idő.

## ALAPVETŐ ELÉRENDŐ CÉLOK A TRAM-TRAIN RENDSZERŰ KÖZLEKEDÉSNÉL

- a hagyományos rendszereknél kedvezőbb eljutási idő, az átszállásokat is figyelembe véve,
- sűrű közlekedési rend, általánosságban csúcsidőben max. 15-20 perc, csúcsidőn kívül max. 1 óra követési idővel ütemes menetrendben,
- megbízhatóság, kiszámíthatóság,
- a hagyományos rendszerénél jobb utaskiszolgálás mind a járművön, mind a megállóhelyeken, állomásokon,
- elegendő számú P+R, B+R lehetőség,
- járművek komfortja a hagyományosnál magasabb fokú, esélyegyenlőség biztosítása,
- egységes, átlátható, lehetőség szerint zóna alapú jegy- és bérletrendszer,
- többi közlekedési móddal összehangolt ITF menetrend.

## A TRAM-TRAIN RENDSZER ELŐNYEI

- a közúti vasúti járművek fékberendezésével azonos tram-train járművek hatékonyabb fékezésre képesek és gyorsulásuk is kedvezőbb a nagyvasúti járművekénél, ami lehetővé teszi a megállók számának növelését a vonal kapacitásának csökkentése nélkül;
- a nagyvasúti szakaszon több megálló, sűrűbb megálló kiosztás = jobb területfeltárás;
- a járművek kisebb tömege miatt kevésbé terheli a nagyvasúti pályát, valamint ott az energiafogyasztása is kisebb, mint a hagyományos vasúti járműveké;
- a párhuzamos közúti tömegközlekedési eszközök tehermentesítése, onnan jelentős mértékű utazóközönség átirányítása a kötöttpályás rendszerekre, ezáltal a környezetkárosító hatások csökkentése;
- az új kiépítés következtében (jármű, megállók) biztosítható az akadálymentes közlekedés;

## A TRAM-TRAIN RENDSZER HÁTRÁNYAI

- a tram-train járműnek meg kell felelnie mind a nagyvasúti, mind a villamosvasúti műszaki előírásoknak, a tram-train jármű egy közúti villamos, amely a szükséges minimum szintjén megfelel a nagyvasúti előírásoknak is;
- a tram-train és a nagy(vasúti) járművek közös pályahasználata részletes jogi szabályozás alapján lehetséges az üzemeltető vasútállatok és a tram-train üzemeltető részéről;
- a tram-train és a nagy(vasúti) járművek utazó sebessége eltérő, a későbbi menetrend megtervezése a közös szakaszokon a meglévő pálya módosítása nélkül nem egyszerű feladat;
- a tram-train üzemben szállított utasok részére a jegyrendszer kialakítása, elszámolása, az üzemeltetési költségek meghatározása, a szolgáltatás megrendelése Magyarországon egy nagyon bonyolult kérdés, hiszen a rendszer egyidejűleg üzemel az Önkormányzatok illetékességi körébe tartozó belterületen illetve a Minisztérium által felügyelt települések közötti szakaszokon;
- a tram-train járműveket vezető és karbantartó személyzetet ki kell képezni mind a villamosvasúti, mind a nagyvasúti ismeretekre.

## A TRAM-TRAIN RENDSZER TERVEZÉSÉHEZ SZÜKSÉGES FŐBB MŰSZAKI KÉRDÉSEK

Alapvető feltétel: a tram-train üzem bevezetése miatt a meglévő infrastruktúra elemei nem kerülhetnek megváltoztatásra abban az esetben, ha az üzemeltetést a nagyvasúti üzemeltető (MÁV Zrt.) végzi a továbbiakban is. A tram-train járműnek kell alkalmazkodnia a meglévő rendszerekhez a MÁV Zrt. állásfoglalása alapján.

### A TRAM-TRAIN JÁRMŰ

#### Járműszerkezeti szelvény/űrszelvény, padlómagasság, peronmagasság, ajtók

A villamosok járműszerkezeti szelvénye a nagyvasúténál jóval kisebb, így a **tram-train jármű szelvénye sem haladhatja meg a villamosok szelvényét**. Ebben az esetben a nagyvasúti peronoknál egy hézag keletkezik a jármű és a peron között, amit műszaki eszközökkel át kell hidalni.

A jármű paraméterek meghatározásához első eldöntendő alapkérdés a **jármű padlómagassága**. A mai korszerű járművek elsősorban a **városi gyors utascseré és az esélyegyenlőség biztosítása** miatt minimum 50%-ban alacsony padlós kell, hogy legyen.

**Az alacsony padlós konstrukciók max. sk+300 mm magas peronhoz illeszthetők**, legfeljebb az oldaltávolságot kell mozgó lépcsőtoldattal csökkenteni nagyvasúti vonalon. **A nagyvasúti, sk+550 mm magas peronhoz az alacsony padlós járművek technikai megoldással sem illeszthetők.** Ahol ilyen nagyvasúti peron van, ott lennie kell max. sk+300 mm magas peronnak is, mivel ez illeszthető a nagyvasúti 30 cm magas peronhoz lépcsőtoldattal a hézag áthidalására.

## Városi hálózatok főbb műszaki adatai:

Város:	Minimális körívsugár vonalon (m)	Jármű megengedett szélessége (mm)	A peron használható hossza (m)	Peronmagasság a sínkorona szinttől (cm)	Peronszegély távolsága a vágánytengelytől (cm)
Budapest	18	2300-2480	max. 54 m (Nagykörút)	13-26	130
Miskolc	18	2650	40	27	137
Szeged	25	2500	34	30	130
Debrecen	18	2650	35	27	138
OVSZ, MÁV vonalak	180	3150	változó	0-15-30-55	140-155-165

## Járművek méretezése, tömege

A villamos jármű és a nagyvasúti jármű szilárdsági paraméterei eltérőek az eltérő tömegek és sebességek miatt. A nagyvasúti járművek szilárdsági paraméterei jóval meghaladják a villamosokét, így nyilván a tram-train járművet a villamosnál nagyobb szilárdságúra kell tervezni, ami a jármű tömegét növeli. A nagyvasúti motorkocsik alvázat 1500 kN hosszirányú erő felvételére kell méretezni, míg a városi villamosoknál ugyanez az érték 250 kN. A tram-train jármű tömegét és menetdinamikai tulajdonságait figyelembe véve kell meghatározni a hatóság által elfogadott hosszirányú méretezési erőt.

Újabban a villamos gyártók nagy része önként garantálja a 400 kN-os hosszirányú erő értéket, éppen a Light Rail Vehicle (LRV) járművek terjedése miatt. **Ezt minimum feltételként biztosítani kell.**

### **A jármű hosszirányú erőre történő méretezésnek problémái nagyvasúti járművekkel történő ütközés esetén**

A jármű hosszirányú erőre történő méretezése esetén a legnagyobb gondot az okozza, hogy **a nagyvasúti jármű 1050 mm magas ütköző középvonala és a tram-train jármű várhatóan 300 mm magasságban elhelyezkedő alvázatának** magassága eltérő, ezért **ütközéskor a két jármű teherfelvevő síkja nem esik egybe.** Nagyvasúti járművel való ütközéskor a nagyvasúti jármű ütközője gyakorlatilag az utastérbe kerül, a vezetőállásban a járművezető vállmagasságában nyomulhat be a tram-train járműbe. A tram-train jármű ezen magasságában nincs méretezett erőfelvevő szerkezet

Ennek megfelelően a jármű hosszirányú szilárdsága elsősorban a városi közlekedés szempontjából fontos, a nagyvasúton az ütközés bekövetkeztének kockázatát elsősorban biztosítóberendezési szempontból kell minimálisra csökkenteni.

### **A tram-train jármű fékberendezése**

A városi villamosok fékberendezése eltérő a nagyvasútétól, a mai korszerű járművek már nem is rendelkeznek pl. légfékkel. Ugyanakkor a városi villamos járműveket 50 km/h sebességről 39 m hosszon, 60 km/h sebességről 54 m hosszon meg kell tudni állítani



## INFRASTRUKTÚRA

### VASÚTI PÁLYA

**Meglévő hálózatok használata esetében a vasúti pálya paraméterei mind az országos közforgalmú vasutakon, mind a városi vasutakon adottságnak tekinthetők.** A városi villamos hálózatokon a vasúti pálya egyes paramétereiben egymáshoz képest lehetnek különbségek

Az országos közforgalmú vasútvonalak igénybe vétele esetében azok műszaki paramétereit a vonal jellege határozza meg.

**Az országos közforgalmú, mind a városi hálózat igénybe vétele esetén a meglévő felépítmény átalakítására nem kerülhet sor.**

A járművet úgy kell kialakítani, hogy a meglévő felépítmény-szerkezeteken korlátozás nélkül tudjon közlekedni.

A tram-train jármű közlekedése miatt a fenntartási költségek nem növekedhetnek.

A tram-train járműnek mind a városi hálózat, mind az országos közforgalmú hálózat pályafenntartási szabályzatok szerint megengedhető pályahibáit el kell tudni viselni, ezek közül a járművet a mértékadó helyzetre kell méretezni.

### ENERGIAELLÁTÁS, VILLAMOS FELSŐVEZETÉK

Villamosított vasútvonalon kétáramnemű járművek

Dízel üzemű vasútvonalon kérdés a villamosítás és annak rendszere, vagy hibrid üzemű járművek beszerzése

Egyenáramú villamosítás esetén a meglévő biztosítóberendezéseket át kell alakítani.

### NAGYVASÚTI BIZTOSÍTÓBERENDEZÉSEK

120 kN tengelyterhelés nem biztosítható tram-train járműveknél, ezért a jelfogó függéses, sínáramkörös vonatérzékeléssel rendelkező biztosítóberendezéseket át kell alakítani tengelyszámlálós vonatérzékelésre.

A tram train jármű kisebb méretű kerékkarimáját is érzékelni képes tengelyszámlálók beépítése szükséges.

## TRAM-TRAIN HÁLÓZAT TERVEZÉSÉNEK MENETE, FORGALMI-ÜZEMI KÉRDÉSEK MEGLÉVŐ VÁROSI HÁLÓZATOK ESETÉN

***Megvalósíthatósági tanulmány* készítése több tervváltozatban. A különböző terv változatok költség-haszon elemzését el kell végezni a végső döntés meghozatala előtt.**

Tram-train rendszer megtervezése eltérő mind a városi vasúti, mind a nagyvasúti klasszikus vasúttervezési feladattól. Ennek oka a meglévő rendszerekhez történő alkalmazkodás, mely megadja a főbb kiindulási adatokat, melyek ismeretében kell a tervezést alapvetően 4 lépésben kell végrehajtani:

1.a tram-train jármű paramétereit a meglévő városi infrastruktúra határozza meg (járműhossz, járműszélesség), ez alapján meg kell határozni a jármű elméleti befogadó képességét.

2.Fel kell mérni az utazási igényeket és szokásokat: el kell végezni az utasszámok meghatározását a különböző napszakokban és ez alapján meg kell határozni a járatsűrűséget különböző napszakokban el kell különíteni a helyi és a távolsági utasokat,

3.Az utazási igények alapján meg kell határozni a viszonylatokat, esetleges betétjáratokat.

4.A meglévő rendszereken forgalmi-üzemi vizsgálatot és kapacitás számításokat kell végezni és ez alapján a városi vasúti, és a nagyvasúti infrastruktúra műszaki paramétereinek meghatározása

## Országos közforgalmú vasúton a menetrend megszerkesztése

Legelső eldöntendő kérdés, hogy a nagyvasúti szakaszon megmarad-e a vegyes forgalom, vagy a tram-train rendszer beindításával a nagyvasúti személyszállítás megszűnik.

Ez a döntés alapvetően befolyásolja a nagyvasúti szakasz menetrendjének megszerkesztését. További alapkérdés, hogy a menetrend milyen módon vegye figyelembe a vegyes forgalom esetén a nagyvasúti személyvonatok menetrendjét, illetve mennyiben változtatható meg a jelenlegi menetrendi struktúra a közös szakaszon.

**Az elméleti menetrend alapján kell meghatározni a fejlesztési igényeket.**

**A jelenlegi menetrend alapján el lehet dönteni:**

- egyvágányú pályákon kisebb módosításokkal kialakítható-e a meglévő infrastruktúra kapacitásához a menetrend, figyelembe véve a vegyes üzemben a jövőbeni nagyvasúti menetvonalakat.
- az egyvágányú pálya fejlesztési igényeit,
- a kétvágányú pálya esetleges szűk keresztmetszeteit és feloldásuk módját.

**A fejlesztési igények bemutatásával elkészített menetrendet be kell nyújtani bírálatra a VPE Kft-hez** aki jogosult a menetrend bírálatára, és a menetrendnek az összes érintett vasútállalattal, valamint a pálya üzemeltetőjével (fenntartási kérdések időszükségletei) történő összehangolására

**Egyvágányú pálya forgalmi kitérőkkel elfogadható megoldás, ha:**

- a követési időköz 20 percnél nem rövidebb,
- vagy a következő három feltétel egyidejűleg teljesíthető:
  - a mellékvonalon, ha a tram-train közlekedés bevezetésével a korábbi személyvonatok megszűnnek a személyszállítást teljes egészében a tram-train járatok veszik át,
  - a mellékvonalon nincs rendszeres átmenő teherforgalom,
  - a teherforgalom állomási/iparvágány kiszolgáló jellegű, a kiszolgálás az éjszakai üzemszünetben, illetve csúcsidőn kívül megoldható.

**Kétvágányú pályát kell tervezni, ha:**

- az egyvágányú vonalon megmarad a korábbi személyvonati közlekedés, e miatt az eltérő követési időközzel és menetdinamikai tulajdonságokkal rendelkező személyvonatok a tram-train járatok ütemes közlekedését felborítják,
- a vonalon rendszeres átmenő teherforgalom van, mely nem korlátozható az éjszakai órákra, ezzel a tram-train üzem ütemes közlekedési rendjét akadályozhatja (pl: Nyékládháza – Tiszaújváros, Szeged-Rókus – Algyő),
- a csúcsideji követési időköz 20 percnél kevesebb.

## BIZTOSÍTÓBERENDEZÉSEK

### A biztosítottsági szint

A biztosítóberendezések vonatkozásában a legfontosabb feladat az optimális (szükséges vagy elvárt) *biztosítottsági szint* meghatározása. A biztosítottsági szint meghatározását alapvetően befolyásolja az alkalmazott sebesség és fékút a nagysága, valamint a tervezett vonatkövetési rend (idő).

#### Fékút

a nagyvasúti előírások részletesebb és pontosabb (egyben szigorúbb) feltételeket szabnak a biztosítóberendezések létesítésére, így a továbbiakban a tervezett tram-train rendszereknél – a közös szakaszokon - ezt kell alapul venni.

## A baleseti kockázat és az azzal összefüggő biztosítóberendezési és forgalmi kérdések

### Nyíltvonalai balesetek kockázata

A könnyű, alacsony építésű, a nagyvasúti járműveknél alacsonyabb hosszirányú szilárdsággal rendelkező tram-train járművek közlekedése esetén kérdés a nagyvasúti vonalon történő közlekedésnél a jármű ütközés elleni biztonsága.

Nagyvasúton alapvetően a biztosítóberendezésnek kell megakadályozni a járművek ütközését.

A biztosítóberendezéseknél is előállhat olyan helyzet, meghibásodás, vagy emberi mulasztás következtében, hogy:

- azonos vágányon utolérhetik egymást a vonatok,
- azonos vágányon ellentétes irányban közlekednek a vonatok.

Balesetek bekövetkezésének valószínűségi sorrendje, kezdve a legnagyobb valószínűséggel:

- utoléréses baleset: nagyvasúti szerelvény beleütközik tram-train járműbe,
- szembemenesztéses baleset: nagyvasúti szerelvény beleütközik már álló tram-train járműbe,
- utoléréses baleset: tram-train jármű beleütközik nagyvasúti szerelvénybe,
- szembemenesztéses baleset: egymással szembe közlekedő járművek ütköznek

## Állomási balesetek

Állomáson lehet foglalt vágányra járatás, hibás váltóállítás miatti ütközés, esetleg aláváltás, tolatás közbeni ütközés.

Állomáson legnagyobb valószínűséggel a tram-train jármű által foglalt vágányra bejáró nagyvasúti jármű ütközése következhet be.

A leírt baleseti kockázatok alapján a biztosítóberendezéseket felkészíteni, illetve a jelenlegi szabályozást felülvizsgálni szükséges. Legfontosabb az utoléréses balesetek valószínűségének minimalizálása

### Ajánlás:

- $V = 80$  km/h sebességig hagyományos rendszer megfelelő
- $V = 120$  km/h sebességig a tram-train jármű után két térközjelző **tilos** állású,
- $V = 160$  km/h sebességig tram-train járat után állomástávolságú közlekedés.

Ezzel együtt megfontolandó a tram-train üzem bevezetése  $V > 120$  km/h sebességű fővonalon. Ilyen esetben külön 3. vágány építése a helyi vonatok közlekedtetésére a biztonságot fokozza, a kapacitást növeli.

Szembemenesztéssel kapcsolatban mellékvonalon az ellenmenet és utolérést kizáró berendezés telepítése alapkövetelmény.

### Vonatbefolyásolás, vonatmegállítás

Jármű szempontjából a jelfeladásra kiépített vonalakon a tram-train jármű felszerelése a jelfeladás fogadására minimum követelmény.

Azokon a MÁV vonalakon, ahol jelenleg nincs kiépítve jelfeladás és ezeken a vonalakon tram-train üzem kerül bevezetésre, a vonalon legalább a pontszerű vonatbefolyásoló (vonatmegállító) rendszert kell tervezni.

Ilyen pontszerű vonatmegállító rendszer lehet pl. a GYSEV Sopron – Szentgotthárd vonalán alkalmazott INDUSI rendszer.

## A villamos előnyben részesítése program lehetséges megoldásai városban

A városi forgalomban a menetidő csökkentése céljából célszerű azokon a vonalakon, melyek nem külön pályán, hanem az egyéni közlekedéssel együtt, forgalmi jelzőlámpákkal irányított csomópontokon keresztül vezetnek, a jelzőlámpákat a közösségi közlekedés járműveire célirányosan programozni.

A közösségi közlekedés előnyben részesítésének alapvető céljai.

- Az utazási idő csökkentése
- A pontosság és a megbízhatóság javítása

## Városi villamosvasúti kitérőkön vonali sebesség biztosítása

A nem lezárt és nem végállás ellenőrzött kitérőket ellenőrzötté és központi állításúvá kell tenni a vonali sebesség (egyenes irányban) biztosítása érdekében. Ez esetben meg kell szüntetni a gyökkel szemben járt „utánjárt” illetve rugós állítású váltókat is.

A váltókra fel kell szerelni a váltóhajtóművet és ezzel egyidejűleg a váltófűtést is. A váltóhajtóműnek biztosítani kell a folyamatos végállás ellenőrzést.

## A villamosvasúti hálózat teljes automatizálása a kocsik helyének azonosítása alapján

Megvalósítható a teljes villamosvasúti hálózat önműködő üzeme a menetrend és a járművek azonosítása alapján. A járművek azonosítása történhet GPS alapon, illetve a pályába telepített érzékelők alapján.