

NEMZETI FEJLESZTÉSI
MINISZTERIUM
KÖZLEKEDÉSBIZTONSÁGI
SZERVEZET

ZÁRÓJELENTÉS

**2016-0557-5 és 2016-0996-5
Vasúti baleset / Kisiklás**

**60-as villamos (fogaskerekű), Széchenyi-hegy
2016. május 22. és szeptember 8.**

A szakmai vizsgálat célja a súlyos vasúti balesetek, a vasúti balesetek és a váratlan vasúti események okainak, körülményeinek feltárása, és a hasonló esetek megelőzése érdekében szükséges szakmai intézkedések kezdeményezése, valamint javaslatok megtétele. A szakmai vizsgálatnak semmilyen formában nem célja a vétkesség vagy a felelősség vizsgálata és megállapítása.

Jelen vizsgálatot

- a légi-, a vasúti és a víziközlekedési balesetek és egyéb közlekedési események szakmai vizsgálatáról szóló 2005. évi CLXXXIV. törvény (a továbbiakban: Kbt.),
- a súlyos vasúti balesetek, a vasúti balesetek és a váratlan vasúti események szakmai vizsgálatának, valamint az üzemeltetői vizsgálat részletes szabályairól szóló 24/2012. (V.8.) NFM rendelet,
- illetve a Kbt. eltérő rendelkezéseinek hiányában a közigazgatási hatósági eljárás és szolgáltatás általános szabályairól szóló 2004. évi CXL. törvény rendelkezéseinek megfelelő alkalmazásával folytatta le a Közlekedésbiztonsági Szervezet.

A Kbt. és a 24/2012. (V.8.) NFM rendelet együttesen az Európai Parlament és a Tanács 2004/49/EK irányelve (2004. április 29.) a közösségi vasutak biztonságáról valamint a vasúttársaságok engedélyezéséről szóló 95/18/EK tanácsi irányelv és a vasúti infrastruktúrapacitás elosztásáról, továbbá a vasúti infrastruktúra használati díjának felszámításáról és a biztonsági tanúsítványról szóló 2001/14/EK irányelv módosításáról (vasútbiztonsági irányelv) szóló uniós jogi aktusoknak való megfelelést szolgálják.

A Közlekedésbiztonsági Szervezet illetékessége a 278/2006. (XII. 23.) Korm. rendeleten, valamint 2016. szeptember 1-étől a közlekedésbiztonsági szerv kijelöléséről, valamint a Közlekedésbiztonsági Szervezet jogutódlással való megszűnéséről szóló 230/2016. (VII. 29.) Korm. rendeleten alapul.

Fenti szabályok szerint

- A Közlekedésbiztonsági Szervezetnek a súlyos vasúti balesetet ki kell vizsgálnia.
- A Közlekedésbiztonsági Szervezet mérlegelési jogkörében eljárva kivizsgálhatja azokat a vasúti baleseteket, illetve váratlan vasúti eseményeket, amelyek megítélése szerint más körülmények között súlyosabb következményű balesethez vezethettek volna.
- A szakmai vizsgálat független a közlekedési baleset, illetve az egyéb közlekedési esemény kapcsán indult más közigazgatási hatósági, szabálysértési, illetve büntetőeljárástól.
- Jelen Zárójelentés kötelező erővel nem bír, ellene jogorvoslati eljárás nem kezdeményezhető.

A Vizsgálóbizottság tagjaival szemben összeférhetlenség nem merült fel. A szakmai vizsgálatban résztvevő személyek az adott ügyben indított más eljárásban szakértőként nem járhatnak el.

A Vb köteles megőrizni és más hatóság számára nem köteles hozzáférhetővé tenni a szakmai vizsgálat során tudomására jutott adatot, amely tekintetében az adat birtokosa az adatközlést jogszabály alapján megtagadhatta volna.

Jelen zárójelentés

alapjául a Vb által készített és az észrevételek megtétele céljából – jogszabályban meghatározott – érintettek számára megküldött zárójelentés-tervezet szolgált. A tervezet megküldésével egyidejűleg a KBSZ főigazgatója értesítette az érintetteket a záró megbeszélés időpontjáról, arra meghívta az érintett személyeket, szervezeteket.

A zárójelentéshez az érintettek észrevételt nem tettek.

MEGHATÁROZÁSOK ÉS RÖVIDÍTÉSEK

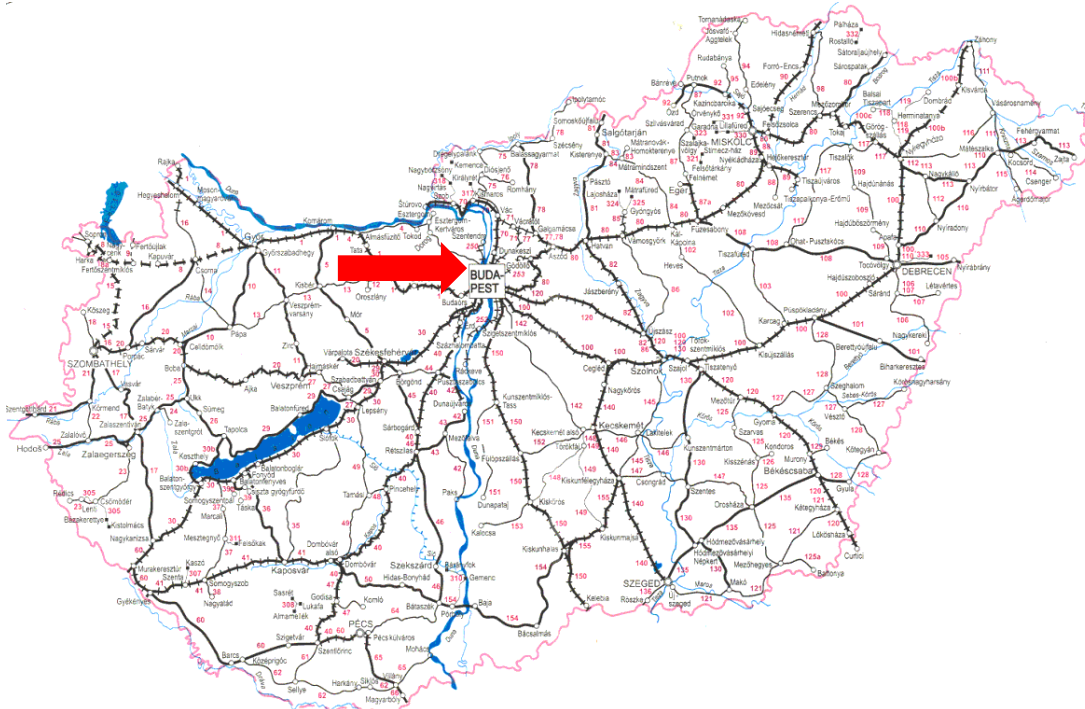
BKV	Budapesti Közlekedési Zrt.
KBSZ	Közlekedésbiztonsági Szervezet
Kbvt.	A légi-, a vasúti és a víziközlekedési balesetek és egyéb közlekedési események szakmai vizsgálatáról szóló 2005. évi CLXXXIV. törvény
MT	Munka Törvénykönyve
psz.	pályaszám
Vb	Vizsgálóbizottság

AZ ESET ÖSSZEFOGLALÁSA

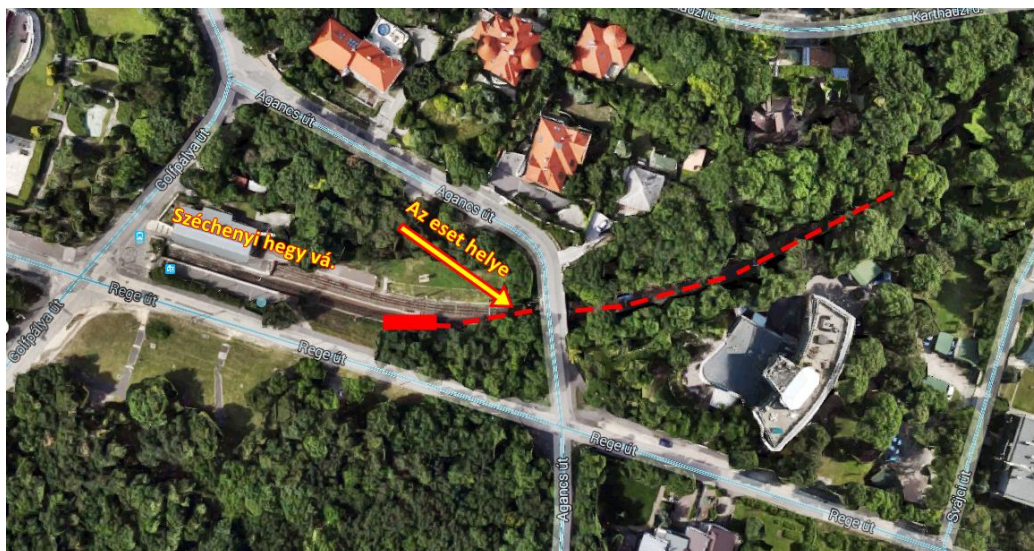
Eseményszám:	2016-0557-5	2016-0996-5
ERA azonosító:	HU-5087	HU-5203
Az eset kategóriája	Vasúti baleset	
Az eset jellege	Kisiklás	
Az eset időpontja	2016. május 22. 15:45	2016. szeptember 8. 9:18
Az eset helye	Széchenyi-hegy	
Vasúti rendszer típusa	helyi / fogaskerekű	
Mozgás típusa	egyéb (fogaskerekű)	
Az eset kapcsán elhunytak / súlyosan sérültek száma	0 / 0	0/0
Pályahálózat működtető	Budapesti Közlekedési Zrt.	
Üzembentartó	Budapesti Közlekedési Zrt.	
Rongálódás mértéke	jármű és pálya kis mértékben	
Nyilvántartó állam	Magyarország	

Az esetek helye

Az esetek helye mindkét alkalommal: Budapest, 60-as villamosvonal (fogaskerekű), Széchenyi-hegy végállomás; földrajzi koordináta: E18,980774 N47,495045



1. ábra: az esemény helye Magyarország vasúthálózatán



2. ábra: az események közelebbi helye

Bejelentések, értesítések

A KBSZ ügyeletére az eseteket

- 2016. május 22-én, 16:08-kor (a bekövetkezés után 23 perccel), és
- 2016. szeptember 9-én, 9:28-kor (a bekövetkezés után 10 perccel)

jelentette a BKV fődiszpécserre.

Vizsgálóbizottság

A KBSZ főigazgatója a vasúti közlekedési esemény vizsgálatára 2016. május 22-én az alábbi Vizsgálóbizottságot jelölte ki:

vezetője	Chikán Gábor	balesetvizsgáló
tagja	Karosi Róbert	balesetvizsgáló

Az eseményszorgalmat áttekintése

A vizsgálat során a Vb

- 2016. május 22-én helyszíni szemlét tartott;
- meghallgatta a járművezetőt;
- megbeszélést folytatott a pályamesterrel;
- részt vett egy technológia szerinti, üzemindítás előtti pályabejáráson, később egy nappali vonalbejáráson
- megvizsgálta a kisiklásban érintett váltót, bekérte az esetben érintett váltóhoz kapcsolódó dokumentációt;
- a menetíró regisztrátumot kiértékelte;
- a rendelkezésére álló adatokat kiértékelte,

Az eset rövid áttekintése

2016. május 22-én az 55-65 psz. fogaskerekű szerelvény, majd szeptember 8-án az 56-66 psz. szerepvény is Széchenyi-hegy állomásra behaladva a bejárati váltó közbenső részén az utolsó forgóvázával kisiklott.

A vizsgálat megállapította, hogy a váltó közbenső része a vonat haladása közben karbantartási hiányosságra visszavezethetően szétesett. A vasúti pálya rendkívül elhasználódott és konstrukciójában is elavult, ugyanakkor a pályahálózat működtetője az előző években leépítette a fenntartási személyzetet, ezért a pálya fokozottan kockázatosná vált.

A vasúti társaság a vizsgálat idején módosította a váltó kritikus alkatrészének konstrukcióját, megkezdte a vasúti pálya elhasználódott fogasléceinek cseréjét és újraszervezte a fenntartási személyzetet, ezért biztonsági ajánlás kiadása nem szükséges.

1. TÉNYEK

1.1 Az események lefolyása

2016. május 22-én 15:45-kor az 55-65 psz. fogaskerekű szerelvény Széchenyi-hegy végállomásra behaladva a bejáratú váltó közbenső részén az utolsó forgóvázával kisiklott. A kisiklást követően még 29,6 m-t továbbhaladt, majd – miután a járművezető észlelte a jármű rendellenes zaját és mozgását – megállt (3. ábra).



3. ábra: a kisiklott szerelvény

2016. szeptember 8-án 9:18-kor az esemény megismétlődött az 56-66 psz. szerelvényvel.

1.2 Személyi sérülés

Sérülés	Személyzet	Utazó	Útálló használó	Idegen	Egyéb
Halálos	-	-	-	-	-
Súlyos	-	-	-	-	-
Könnyű	-	-	-	-	-
Nem sérült	1	kb. 40	-	-	-

1.3 Vasúti járművek sérülése

A kisiklott jármű kismértékben megrongálódott:

- az 55-ös kocsi hegyoldali vonóágyazat merevítése elrepedt,
- 2 db kerékágytok MEGI rugótartó pereme letört, a rugósor és az ágytokokat is cserélni kellett,
- a második eseményben az alváz és forgóváz elemei kis mértékben rongálódtak.

1.4 Infrastruktúrában keletkezett kár

A kisiklottan továbbhaladó szerelvény a fogaslécet rögzítő csavarokat megrongálta (4. ábra).



4. ábra: a sérült csavarok az eset helyszínén (2016. május 22. -Széchenyi-hegy)

1.5 Egyéb kár

Az első esemény után a vasúti pálya – és így a vasútvonal – 205 percig volt a forgalomból kizárva. A 60-as jelzésű villamos (fogaskerekű) vonalán a helyreállítás befejezéséig (19 óra 05 perc) az utasokat Svábhegy és Széchenyi-hegy között autóbusszokkal szállították el.

1.6 Az érintett személyek adatai

1.6.1 A járművezető

Kora:	39 év	41 év
Neme:	férfi	férfi
Vonalismeret:	érvényes	érvényes
Típusismeret:	érvényes	érvényes
Szolgálat megkezdése:	aznap 12 óra 48 perc	aznap 5 óra 02 perc
Előző szolgálat vége:	előző nap 20 óra 43 perc	n.a.

1.7 A vonat jellemzői

Mozgástípus:	egyéb (fogaskerekű)	
Pályaszám:	55-65	56-66
Útvonal:	Városmajor – Széchenyi-hegy	
Hossz:	30,4 m	

1.8 Az infrastruktúra leírása

A vágány jellemzői:

Ágyazat:	zúzottkő
Aljak:	talpfa
Sínleerősítés:	geo
Sínek:	34,5 kg/m

Megengedett sebesség:	30/20 km/h (hegy/völgymenet)
------------------------------	------------------------------

1.8.1 A kitérő kialakítása

A fogaskerekű vasúton alkalmazott fogasléces meghajtás olyan kivitelű, hogy a kapaszkodó fogaskerekek fejköre a sínkoronaszint alá nyúlik. Emiatt a kitérők közbenső részén a fogaskerék a sínt nem tudja keresztezni, ott külön váltószerkezetek beépítése szükséges.

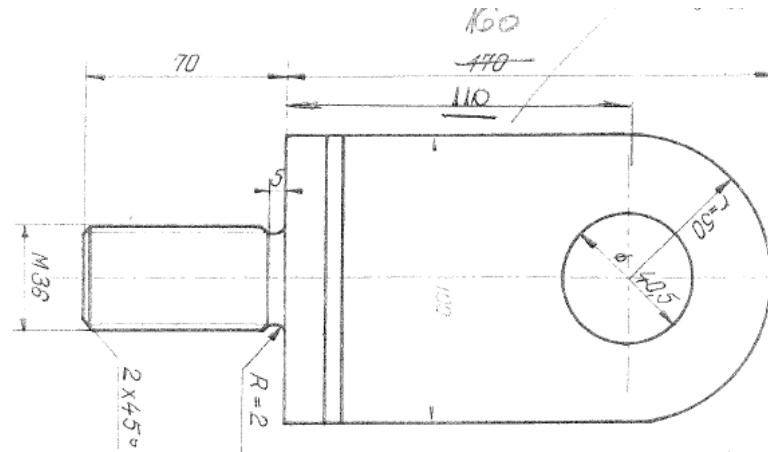
Ezen váltórészben állításkor a sín és fogasléc helyet cserél, attól függően, hogy az adott irányban a vasúti kerék, vagy a fogaskerék elhaladását kell biztosítani. Amennyiben az átállás nem történne meg (pl. váltóhiba, váltófelvágás esetén), úgy a fogaskerék el tud akadni a sínben, és a járművet kiemelheti.

A közbenső rész félváltóit összekötő rudat az 5. ábra mutatja. A rúd egy menetes vonófülrel (6. ábra) csatlakozik a síngerinchez: a síngerinc furatában átvezetett menetet csavaranyával rögzítve. A vonófül kialakítását ismeretlen időpontban módosították, 10 mm-rel rövidebb lett, amint az kézírásos adatokkal látható az ábrán is.

Az alkalmazott rögzítés csavarbiztosítást nem tartalmaz.



5. ábra: összekötő rúd a közbenső rész váltójában (helyreállítás után)



6. ábra: az összekötő rúd menetes vonófüle és módosítás a rajzon

1.8.2 A kitérő a baleset után

A kitérő közbenső részén lévő összekötő rudat a vizsgálók a baleset után szétesve találták: a bal végén a csavaranya le volt tekeredve (7. ábra). A szeptemberi ismétlődés (lásd **Hiba! A hivatkozási forrás nem található.**) során az összekötő rúd másik végén esett le a csavar (8. ábra).



7. ábra: a szétesett összekötő rúd



8. ábra: a szétesett összekötő rúd a szeptemberi esemény után (fotó: BKV Zrt.)

1.8.3 Megtett intézkedések

A balesetet követően a vonófület az eredeti, nem rövidített konstrukcióból kiindulva újragondolták, és a jövőben sasszeges csavarbiztosításhoz alkalmasan gyárttatják le.

1.9 Állomási adatok

Az esemény Széchenyi-hegy végállomáson történt, amely két csonkavágányból áll. A vágányok közül napi rendszerességgel csak a váltó egyenes állásában elérhető vágány használatos, a másik csak alkalmi menetek során.

1.10 A vasúti járművek adatrögzítői

Az esetben részes járműveken Hasler TEL500 típusú adatrögzítő működött. A berendezés által rögzített sebességadatokat a Vb rendelkezésére bocsátották, azokat a Vb kielemezte és a vizsgálat során felhasználta.

1.11 Kommunikációs eszközök

A kommunikációs eszközöknek az eseményben nem volt szerepük.

1.12 Meteorológiai adatok

A balesetek idején eseménytelen, napos, száraz, időjárás volt.

Az első esetben a megelőző hétnapos időszakban azonban gyors felmelegedés zajlott le: a léghőmérséklet napi csúcserőke naponta 2°C-kal emelkedett, mindösszesen bő 10°C-ot; a kérdéses napra (a területen elérhető adatok híján csak becsülhető, hogy a Pesti-síkságon elért 27°C-nál kb. 3°C-kal volt hidegebb), ami az évszakhoz képest ráadásul meleg is.

Ugyanakkor a tavaszi talaj ezt még nem bírja lekövetni: ugyanezen időszakban a levegő hajnali talajmenti kihűlése csak 5°C-kal mérséklődött, vagyis a napi hőingás a léghőmérsékletekben bő 5°C-kal nőtt; talajközélen pedig ennél is többel. Ha a sínhőmérsékletet tekintjük, mindezt tovább élezi: a hajnali lehűlés erősebb, de a sín a hőt a folyamatos napsütésből felveszi.

1.13 A túlélés lehetősége

Tekintettel arra, hogy az eset a jármű alacsony sebessége mellett következett be, ezért az esemény bekövetkezése miatt közvetlen életveszély nem alakult ki.

1.14 Próbák és kísérletek

1.14.1 Éjszakai vonalbejárás

A Vb 2016. októberében részt vett egy üzemkezdet előtti vonalbejáráson. Ennek során

- két fő 58 perc alatt (2:58-3:56) járta be a vonalat Széchenyi-hegytől Városmajorig;
- kézi- és fejlámpával világítva folyamatosan haladtak, csak néhány ponton álltak meg valamit alaposabban megtekinteni;
- a kitérők közbenső részének mozgó alkatrészeinél rövid időre megálltak azt szemrevételezni;
- leérkezésük után a tapasztalatokat Városmajorban naplózzák, majd 4:20-kor indul a vonalra egy utasok nélküli próbavonat;
- arról tájékoztattak, hogy a bejárás célja alapvetően a napi forgalom biztonságos megindítása érdekében az esetlegesen pályára került akadályok észlelése.

1.14.2 Nappali vonalbejárás

2016. novemberében sor került egy nappali vonalbejárás megtekintésére is. Ekkor egy fő indult útnak Széchenyi-hegyről, aki

- a kitérők közbenső részének összekötő rúdján a csavarokat villáskulccsal meghúzta;
- az ún. lakatcsavarokat alaposan szemrevételezte;
- a kitérő néhány további részét tüzetesebben szemrevételezte és a csavarok lazaságát ellenőrizte;
- a nyíltvonali szakaszokon több, már kezelt sín-, heveder- és fogasléctörésre felhívta a figyelmet.

1.15 Érintett szervezetek / a munkaszervezés jellemzése

1.15.1 Forgalom

A vonaton egy fő járművezető teljesített szolgálatot.

A vonatforgalom szabályozása a Városmajori végállomásról történik, ahol egy fő diszpécser van szolgálatban.

1.15.2 Pályafenntartás

1.15.2.1 A szervezet

A pályafenntartást a BKV Budai Pályafenntartási Üzemének Városmajori Pályamesteri Szakasa végzi. A szakasz területe kiterjed 72 km villamosvágányra, 4 km fogasvágányra, 200 m sikló vágányra és kb. 170 csoportkitérőre.

A munkákat 19 fő fizikai létszám végzi folyamatos, éjjel-nappali szolgálatban. Ezen belül nincs elkülönítve fogaskerekűvel foglalkozó csapat, bárki végezheti ezt a munkát. 3 fős csapatokban dolgoznak (váltótisztító, vonaligondozó és váltólakatos). A munkacsapat dolgozik a villamoshálózaton, és a munkanap része a fogaskerekűn végzett kb. 3 órás munka is. A nyári időszakban kb. 14-15 óra körül kezdik a munkát Széchenyi-hegyen, és gyalog leérve befejeződik a munkanap.

1.15.2.2 Létszámgazdálkodás

A szakasz fenntartási létszámának alakulása dokumentumok és részben visszaemlékezés alapján:

Év	Fizikai összesen	Ebből a különálló fogaskerekű munkacsapat létszáma
2000.	21	n.a.
2001.	20	n.a.
2002.	23->18	6
2003.	22	6
2004.	23	5
2005.	21	3
2006.	22	3
2007.	17	3
2008.	20	3
2009.	20	3
2010.	20	3
2011.	20	3
2012.	20	3
2013.	19	3
2014.	19	3
2015.	20	-
2016.	19	-

2012-ben az MT változása miatt a korábbi beosztási rendszer (munkavégzés + éjszakai ügyelet, benne a hajnali vonalbejárással) nem volt már fenntartható. A hajnali vonalbejárást be kellett illeszteni a munkaidőbe.

1.15.2.3 Elvégzett munkák

A munkák naplója alapján az esemény előtti két hétben minden éjszakai szolgálat elvégezte az előírt hajnali vonalbejárást (ez nem terjed ki a csavarok ellenőrzésére), valamint a nappali szolgálatokban a következő tevékenységek történtek:

május 8.	váltók tisztítása, olajozása (ez szemrevételezéses, esetleg megütéses ellenőrzést jelent, és szükség esetén utánhúzást; gépi állítási próbát)
május 9.	Városmajor váltó szabályozás, útátjáró, fogasléc szabályozás
május 10.	útátjáró, hegesztés
május 11.	fogasléc csere, hegesztés
május 12.	fogasléc szabályozás
május 13.	-
május 14.	-
május 15.	váltók tisztítása, olajozása
május 16.	-
május 17.	-

május 18.	vonalbejárás, váltótisztítás
május 19.	-
május 20.	váltóellenőrzés, kenés, tisztítás
május 21.	-
május 22.	kisiklás után egyenes kiszögelés

A balesetben érintett villasín-összekötő csavarokat és fület, valamint a lakatcsavarokat 4-5 évente cserélik (a Széchenyi-hegyi váltón 7 éve volt). A villasín összekötő csavar lazulása előfordul, de nem jellemző, a lakatcsavarnál gyakoribb.

1.15.2.4 Intézkedések a baleset után

2016. júniusától a meglévő erőforrások átcsoportosításával biztosították, hogy naponta történik vonalbejárás.

Megkezdődött e pályafenntartási személyzet bővítése, november 24-ig 3 fő felvétele történt meg, és további 3 fő várható még. Napirenden van egy állandó 4-5 fős munkacsoport szervezése a fogaskerekű vasútra.

1.16 Szabályok és szabályzatok

A BKV 8/2003 sz. Műszaki Utasítása alapján a kitérőket a kitérőlakatosnak és csoportvezetőnek kell ellenőriznie. A közúti vasúti pályafelügyeleti szabályzat 3.3.1.1. pontja szerint a villamos állítású kitérőket – amilyen a balesetben érintett is – naponta kell ellenőrizni.

A 8/2005 sz. Műszaki Utasítás rendelkezik a kitérők vizsgálatának tartalmáról:

„Kitérővizsgálat – megtekintéssel:

A megtekintéssel történő kitérővizsgálatot a csoportvezető és a váltólakatos naponta végzi.

A pályamester negyedévente gyalogbejárás alkalmával végzi a vizsgálatot. A vizsgálatnak az alábbi fontos szempontokra kell ki terjednie:

1. Megállapítandó nincsenek-e nagyobb irányhibák, fekszínűsüppedések a kitérőkben, a megengedett méreteltérések a tűréshatáron belül vannak-e?
2. A csúcssínek jól záródnak-e, nincsenek-e csúcssínen csorbulások, legyűrődések, kopások ill. a csúcssín eleje nem élesedett-e ki? A csúcssín hátoldalát nem éri-e a kerék hátlapja?
3. A sínszékek, csúszólapok kenése megfelelő-e, a csúcssín és a mozgó fogasléc az elektromotorok által könnyen állíthatók-e, nincsenek-e átállítást gátló legyűrődések
4. A váltóállítóművek vonórúdjainál és az egymáson elmozduló csúszóelemeinél nincsenek-e könnyű mozgást gátló akadályok?
5. A kampózárak beszabályozása megfelelő-e?
6. A csúcssín egyenletesen fekszenek-e fel minden sínszéken?
7. A csúcssínösszekötő rúd nem görbék-e, biztosítva vannak-e 5 mm-es huzallal?
8. A csúcssíneket támasztó tuskók, valamint a mozgófogasléces szakaszon lévő támtuskók beszabályozása jó-e, nincsenek-e a megengedettnél nagyobb hézagok?
9. A vezetősínek melletti nyomcsatornaszélesség megfelelő-e?
10. A mozgófogasléces szakasz elején és végén a csatlakozásoknál nincs-e vízszintes és magassági lépcső?
11. Nincsenek-e nem megfelelő leerősítést biztosító kapcsolószerek ill. a biztosítások megfelelőek-e?”

1.17 Kiegészítő adatok

Egyéb adatok ismertetését a Vb nem tartja szükségesnek.

1.18 Hasonló esemény

1.18.1 2007. szeptember 7. Budapest-Keleti pu. (2007-0328-5)

A Budapest Keleti pályaudvarról Súlysápra közlekedő 3434 sz. elővárosi személyvonat indulás után, Budapest Keleti pályaudvar 6. sz. átszelési kitérőjén kisiklott.

A 6. sz. átszelési kitérő egyik elálló csúcscsínjének állító- és ellenőrző rúd felfüggesztő füle a csúcscsínrel elvált, emiatt a csúcscsín rugalmasságából adódóan a tőcsínhez kritikusan közel került és a vonatot kisiklasztotta. A felfüggesztő rúd elválása arra vezethető vissza, hogy rögzítőcsavarjának biztosításából a saszeg hiányzott.

1.18.2 2015. november 1. Orgonás (2015-1160-5)

A fogaskerekű szerelvénye Orgonáson a pályakotró leszakadását követően az első forgóváz mindkét tengelyével kisiklott.

A vizsgálat megállapította, hogy a kisiklás közvetlen oka a pályakotró rögzítésének törése, mindez azonban visszavezethető a járműfenntartási hiányosságok mellett arra, hogy a vasúti pálya, és azon belül a fogaslécenk rendkívül kopottak, az ebből eredő káros ütések, rezgések pedig a járműszerkezet gyors tönkremenetelét okozták.

A pályafenntartás nem volt képes a fogaslécenk elhasználódásával lépést tartani, illetve nem állt rendelkezésre alkatrész azok cseréjére.

A KBSZ biztonsági ajánlást adott ki a pályafenntartási folyamatok felülvizsgálatára.

1.18.3 2016. 05. 07. Budapest – Bécsi út/Vörösvári út (2016-0499-5)

2016.05.07-én 21:20 órakor a Bécsi út – Vörösvári út végállomáson, ahol egy 1-es viszonylatú villamos siklott ki egy rugós visszacsapó váltón, ahol a váltóban elhelyezkedő feszítőcsavar lelazulása, valamint pályafenntartási hiányosságra visszavezethető okok vezettek az esemény kialakulásához.

2. ELEMZÉS

2.1 Az esemény tényleges lefolyása

Az 1. fejezetben rögzített tényadatokból, azok összefüggéseit, számításokat felhasználva az első esemény tényleges lefolyása a következők szerint állítható össze. A második eseményt lefolyása is ehhez hasonló volt.

2.1.1 Az esemény előtti történések

A váltó közbenső részének összekötő rúdját rögzítő csavaranya a járművek által okozott rendszeres rázkódások következtében letekeredett, az esemény előtt már csak 2-3 menet hosszban volt a csavaron.

A helyszínen megtalálható volt a letekeredett csavaranya, melynek láthatóan 2-3 menete volt fényes.

Ezt a hibát a pályafelügyeleti és -fenntartási tevékenység során nem észlelték vagy nem javították ki.

A csavar 2-3 menet kivételével szennyeződött volt, ami arra utal, hogy hosszabb ideje volt már ennyire letekeredve.

2.1.2 Az esemény lefolyása

A vonat ráhaladt a váltóra, amelyet erős rázkódásnak tett ki.

Legkésőbb akkor, amikor a harmadik forgóváz is áthaladt a váltó közbenső részén, a közbenső rész váltójának összekötő rúdja szétesett: a menetes vonófül csavaranyája végleg letekeredett, így a kitérő irányhoz tartozó sín a rugalmasságánál fogva elmozdult, és a sín a fogasléc helyére került.

Csak az utolsó forgóváz siklott ki, ezért kijelenthető, hogy az előző elhaladásakor még a kisiklást okozó elmozdulás nem állt elő.

A vonat utolsó forgóvázának kapaszkodó fogaskereke már az útjába került sínnel találkozott, amelyre felkapott, ezzel kiemelkedett a kerékpártengely és a jármű kisiklott.

A sín felületén a fogaskerék nyomai láthatóak voltak.

2.1.3 Az eseményt követő történések

A kisiklottan továbbhaladó kerékpár kapaszkodó fogaskereke már nem a fogaslécen, hanem mellette futott, ahol sorra beleakadt az azt rögzítő csavarokba. Mivel ekkor még vonóerőt fejtett ki, azok a csavarok – a kisiklaskor szokásossal ellentétben – hátrafelé görbültek (4. ábra).

E jelenség nyomai jól láthatóak voltak a csavarok sérülésein (4. ábra).

Megállás után a járművezető – mivel nem peron mellett állt meg – menekítő létrán szállította le az utasokat.

2.2 A balesethez vezető körülmények a folyamatban

2.2.1 A váltó hibája

A kisikláshoz az vezetett, hogy a váltó közbenső részének összekötő rúdja szétesett, és annak kezdődő jeleit nem észlelték, nem javították ki.

Tekintettel arra, hogy a letekeredett csavaranyán és a csavaron jól látható volt a menetek eltérő elszíneződése, szennyeződése (9. ábra), biztosan állítható, hogy a

letekeredés nem hirtelen, rövid idő alatt következett be, az hosszú ideig tartott. A hiba észlelésére tehát alapos ellenőrzéssel lett volna lehetőség a végső tönkremenetel előtt.



9. ábra: a vonófül csavarmenetei (2016. május 22. – Széchenyi-hegy)

2.2.1.1 Konstrukció

A csavarkötés nem tartalmaz csavarbiztosítást (pl. koronás csavaranya, ellenanya), így a letekeredés ellen nem védett.

Az ilyen konstrukció csak figyelmes fenntartással tartható üzemben, különös tekintettel az egész rendszer elhasználódottságára is (2.2.2).

A csavarbiztosítás hiánya nem csak a valóságban áll fenn (9. ábra), hanem az alkatrészek tervrajza alapján is (6. ábra).

Megfigyelhető az is, hogy a konstrukció tövig menetes csavarral van kialakítva, azonban a csavarmenetnek a sín furatában lévő része elkopott, ezáltal annak mozgásai felerősödnek, gyorsítva a csavaranya letekeredését. Ezen kopás miatt 4-5 évente cserélik is ezt az alkatrészt, amely csere a balesetben részes váltóban viszont 7 éve nem történt meg. Ez a tény azt sugallja, hogy a 4-5 éves cseregyakoriság valószínűleg jó gyakorlat, bár e két esemény tapasztalatából ez biztosan nem állítható. Ugyanakkor egy ilyen szerkezetnél ez kedvezőtlenül rövid élettartam is.

További probléma, hogy

- ismeretlen időben és okból a vonófül méreteit 10 mm-rel csökkentették,
- miközben az összekötő rúd hossz-állítási lehetőséget nem tartalmaz.

E két okból a hossz beállítása csak a rögzítésnél elhelyezett alátétlemezekkel oldható meg, ami viszont további problémákat okoz:

- ez a hossz a csavarmenetből is hiányozni fog, nem ér át a csavar a csavaranyán, amint ezt a Vb a novemberi bejáráson tapasztalta is, továbbá
- a vonófül arra kialakított profilú vége nem ül bele pontosan a hevederkamrába, tehát eleve jobban is mozog, gyorsabban kopik és lazul a csavaranya.

A balesetek utáni konstrukciós módosítással a csavarbiztosítást és a hossz-problémát a pályahálózat működtető megoldott.

2.2.1.2 Meteorológiai hatások

A helyszíneléskor megfigyelhető volt, hogy a hibás helyen a mozgó és álló sínvál közötti hézag szűk volt, a sínt a rugalmassága nem is tudta eredeti helyébe visszamozdítani (10. ábra); továbbá az ideiglenes helyreállítás után sem volt lehetőség emiatt próbaállítást tartani.



10. ábra: egymásba akadt sínvégek

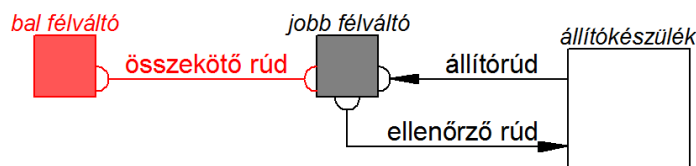
Ez visszavezethető arra, hogy az esemény előtt gyors felmelegedés következett be, a talaj és sínek eltérő felmelegedésével, illetve a későbbiekben is elemzett módon a fenntartási munkák során nem kerülhetett sor a megfelelő utánállításokra.

Mindez hatással lehet a tönkremenetel folyamatára is, mert ha a hézag a hőtágulás miatt eltűnik, akkor az állítás folyamán nagyobb erő is terheli az összekötő rudat és annak csavarját. Közvetlen összefüggés azonban azért nem jelenthető ki, mert ezt a váltót csak ritkán használják, állítása szinte csak az üzemkezdeti próbaállításra korlátozódik, amikor a felmelegedés még nem jön létre.

2.2.1.3 Biztosítóberendezési konstrukció

A váltó állítókészüléke tartalmaz egy ellenőrző rudat, amely a sínek megfelelő pozícióját hivatott ellenőrizni. Az ellenőrző rúd azonban ugyanahhoz a félváltóhoz kapcsolódik, amelyhez az állítórúd. A 11. ábra blokkvázlata jól mutatja, hogy soros rendszert képez az

állítókészülék → állítórúd → jobb félváltó → ellenőrző rúd → állítókészülék.



11. ábra: az állító-ellenőrző szerkezet blokkvázlata

Ha ebben a soros rendszerben bárhol hiba, szakadás keletkezik, akkor az állítási mozgás nem fog végigmenni a teljes soron, és az ellenőrző áramkör – legkésőbb a következő állítási kísérletkor – nem fogja a várt végállást érzékelni. A biztosítóberendezés így képes az ilyen hibák észlelésére.

A konkrét esetben azonban a hiba a bal félváltóhoz kapcsolódott. Annak alkatrészei azonban nincsenek benne a tárgyalt soros rendszerben, így ha a 11. ábra vörös alkatrészei hibásodnak meg, akkor azt a biztosítóberendezés nem észleli, azok az alkatrészek ellenőrizetlenek (a KBSZ ugyanilyen problémára hívta fel a figyelmet egy másik vasúti pályahálózat működtetőnél 2007-ben, a Budapest-Keleti pályaudvaron történt kisiklásnál (1.18.1)).

A probléma áthidalása nem feltétlenül igényel újabb összekötő rudat, áthidalható azzal is, ha az állító- vagy összekötő rúd a másik félváltóhoz kapcsolódna, így ellenőrizve valamennyi alkatrészt.

Észlelhetőség

Mivel a váltó szétesése a vonat haladása közben, két fogóváz között következett be (0), a szétesést észlelő biztosítóberendezés a balesetet látszólag nem előzte volna meg. Azonban a csavar letekeredése hosszú folyamat volt: a vonat váltóra haladása előtt már csak két menet tartotta, ami az üzemszerű állapotához képest kb. 30 mm letekeredettséget jelent. Ekkora lazaságot az ellenőrző rúd végálláskapcsolói már biztosan észlelhetnek.

2.2.2 Elhasználódás

A fogaskerekű vasút pályájának elhasználódottságát a Vb már tárgyalta a 2015. november 1-én Orgonás állomáson bekövetkezett kisiklásnál (2015-1160-5): a pálya alkatrészei rendkívül kopottak, benne a fogasléc is.

Különösen a kopott fogasléc következménye egy fokozott vibráció, amely gyorsítja az egyébként jó állapotú vagy megfelelően fenntartott alkatrészek elhasználódását. A biztosítatlan csavarok pedig rezgésre különösen érzékeny alkatrészek.

A vasúti társaság a fogaslécek cseréjét 2016. decemberében megkezdte.

2.2.3 Pályafenntartás

2.2.3.1 Elvégzett munkák

A Vb által részletesebben megvizsgált, baleset előtti két hetes időszakban (1.15.2.3) négy esetben fordult elő, hogy váltók ellenőrzése, tisztítása be volt jegyezve a munkák naplójába, 7-3-2 nap időközökkel. Nem teljesült tehát a Műszaki Utasításban (1.16) foglalt azon szabály, miszerint a villamos állítású váltókat naponta kell ellenőrizni. Ezen belül a baleset előtt két nappal végzett ellenőrzés sem tárta fel azt a hibát, amely a 2.2.1 fejezetben írtak szerint felismerhető lehetett volna, és a baleset alapján szerzett tapasztalat sem vezetett alaposabb ellenőrzéshez, amit az esemény gyors ismétlődése (**Hiba! A hivatkozási forrás nem található.**) k imutatott.

Az ellenőrzések tehát ritkák voltak (lásd még 2.2.3.2), és nem voltak hatékonyak sem.

Az ellenőrzés nem igényel különleges eszközt, képességet. Zavaró lehet azonban, hogy a rövidített vonófül (1.8.1) alkalmazása esetén a csavarvég nem minden esetben nyúlik túl a csavaranyán, a normál állapot hasonlóan néz ki, mint a régebbi méretű esetében a laza.

2.2.3.2 A fenntartási kapacitások

Már a hivatkozott korábbi, Orgonáson történt kisiklás is azt mutatja, hogy miközben a vasúti pálya elöregedett – és emiatt természetes jelenség a fokozott elhasználódottság, fenntartási igény – a fenntartási beavatkozások is éppen ilyenkor ritkultak meg:

- 2004-2014 között megszűnt az állandó munkacsapata a fogaskerekűnek, ezzel a folyamatos hibajavítás (1.15.2.2).
- A munkacapat már nem volt állandó, a fogaskerekűnél lényegesen egyszerűbb pályaszerkezeteken is dolgozó munkatársak feladata volt e néhány kitérő fenntartása is.

Ily módon a munkát végzők számára csak egy mellékfeladat volt a nagy forgalmú villamosvonalai kb. 160 kitérője mellett a fogaskerekű 10 db, sokkal bonyolultabb, más szempontok szerint fenntartható kitérőjének karbantartása; arra nem is nagyon szereznek így tapasztalatot, kevésbé érzik magukénak a problémákat.

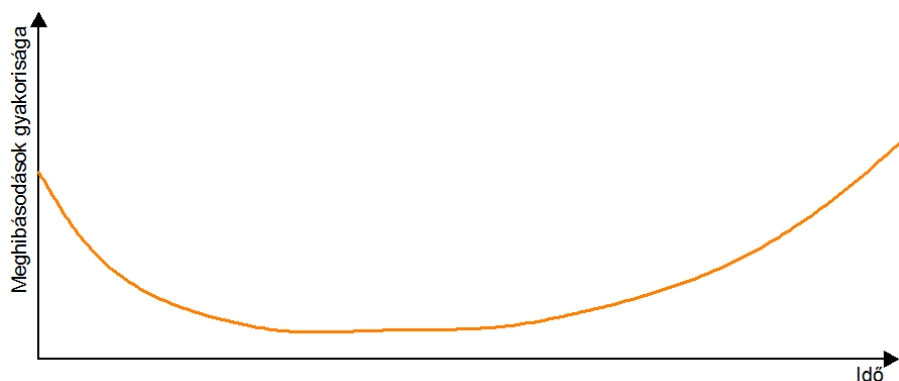
- a váltókarbantartás az elvárt napi rendszerességű helyett kétnaponta vagy ritkábban történt meg, rövid ráfordított idővel (1.15.2.3).

Ebben jelentős változás indult meg az események után (1.15.2.4) a fenntartási kapacitások bővítésével és szervezésével.

2.2.3.3 A meghibásodási gyakoriság és fenntartás kapcsolata

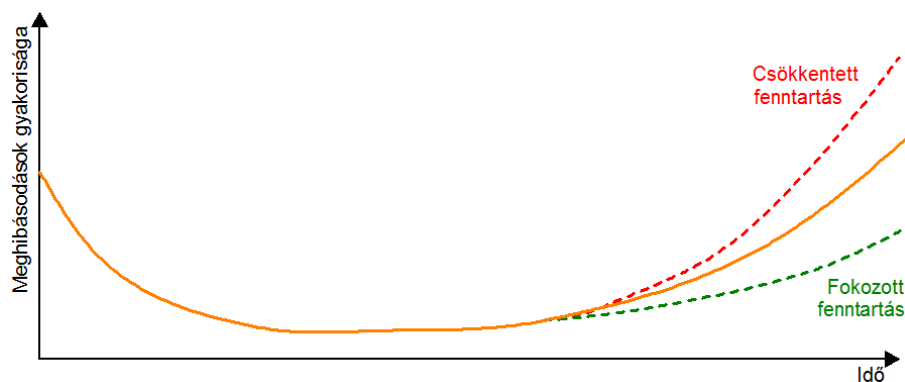
A műszaki berendezések, létesítmények meghibásodási gyakoriságát jól szemlélteti az ún. fürdőkádgörbe (12. ábra). Ezen látható, hogy

- az üzembe helyezés után az új berendezések elkerülhetetlenül jellemző gyártási, építési, konstrukciós stb. hibáik miatt nagyobb eséllyel hibásodnak meg;
- majd hosszabb üzemi tartományon belül egy tartósan alacsony mértékű meghibásodás jellemzi;
- végül az elhasználódott, kiöregedett berendezéseken az idő további előrehaladtával a hibák ismét egyre gyakrabban jönnek elő.



12. ábra: a meghibásodások gyakoriságát bemutató ún. fürdőkádgörbe

A görbét a fenntartási tevékenység is befolyásolja. A kritikus, végső szakaszban a meghibásodások ellensúlyozhatók, késleltethető a görbe emelkedése egy fokozott fenntartási tevékenységgel (13. ábra, zöld görbe). Ha azonban a fenntartás csökken, még a korábbi szintet sem éri el, akkor az elhasználódási folyamat éppen felgyorsul.



13. ábra: a fürdőkádgörbe és a fenntartás kapcsolata

A fogaskerekű vasút fenntartási tevékenységére a fenntartás csökkenése, azaz a vörös görbe szerinti üzemelés volt jellemző.

A baleset után megtett személyzeti intézkedések (létszámbővítés, fogaskerekű vasúti pályafenntartási csapat újraszervezése) ennek a kedvezőtlen körülménynek a javítását szolgálják. Fontos azonban, hogy a szükséges anyagok, eszközök és pályás szakmai képzés is biztosított legyen.

2.3 Egyéb észrevételek

2.3.1 Az éjszakai vonalbejárás

Az üzemkezdet előtti pályabejárásokra rendelkezésre álló idő – adminisztrációval együtt – 1 óra 20 perc (1.14). Ez az időtartam, és a hajnali sötétség nem alkalmas arra, hogy a 3,7 km hosszú vonalon a pálya műszaki állapotát érdemben ellenőrizhessék, valóban csak a pályára került akadályok észlelése lehet ennek eredménye. A Vb is ennek megfelelő tapasztalatot szerzett a meglátogatott bejáráson.

Akadályt észlelhet azonban az üzemkezdet előtti próbavonat is, így a gyalogos bejárásra fordított munkaidő csupán azt a többletet adja meg, amit egy – esetleg kisebb sebességű – próbavonatról sem lehetne biztonságosan észlelni.

A reggeli bejárás tehát megkíméli a vasutat azon akadályoktól, amelyek

- nem vehetők észre vonatról,
- de gyalogosan sötétben is észlelhetők, és
- az üzemzárás (kb. 23:30-23:45) utáni, kb. 3 és fél órás időszakban keletkeztek.

Az üzemzárás előtt keletkező akadályokat a soron következő, menetrendtől függően legfeljebb 30 perccel előbb érkező vonat fogja észlelni, kedvezőtlen esetben elkerülhetetlen ütközéssel.

3. KÖVETKEZTETÉSEK

3.1 **Az eset bekövetkezésével közvetlen összefüggésbe hozható ténybeli megállapítások**

A kitérő közbenső részének összekötő rúdja a rögzítő csavaranya letekeredése miatt szétesett, a jármű kapaszkodó fogaskereke ezért felakadt a sínben (0).

3.2 **Az eset bekövetkezésével közvetetten összefüggésbe hozható ténybeli megállapítások**

Az összekötő rúd rögzítése nem tartalmaz csavarbiztosítást, megváltoztatott mérete a beépítéskor kényszermegoldásokat kíván (2.2.1.1).

Az állítókészülék állító- és ellenőrző rúdja úgy van a váltóhoz kapcsolva, hogy az nem képes az egyik félváltó pozícióját ellenőrizni (2.2.1.3).

Az elhasználódott, kopott fogasléc jelentős vibrációs hatást okoz a pályaszerkezeteknek (**Hiba! A hivatkozási forrás nem található.**).

Nem volt a fogaskerekű vasútra saját fenntartási személyzet, továbbá a fenntartási létszám és ráfordítások éppen akkor csökkentek le, amikor a vasúti pálya már elöregedett, fokozott fenntartási igényű lenne (2.2.3).

3.3 **Az eset bekövetkezésével összefüggésbe nem hozható, kockázatnövelő tényezők**

A Vb ilyen megállapítást nem tesz.

4. BIZTONSÁGI AJÁNLÁS

A vasúti társaság a baleset alapjául szolgáló műszaki hiányosságok megszüntetéséről, és a pályafelügyelet, fenntartás megszervezéséről intézkedett; a Vb ezért biztonsági ajánlás kiadását nem javasolja. A kapott adatok szerint:

- 2016. júniusától a meglévő erőforrások átcsoportosításával biztosították, hogy naponta történik vonalbejárás.
- Bővítették a pályafenntartási személyzetet, 5 fő felvétele történt meg (2017. január 26-i állapot). Napirenden van egy állandó munkacapat szervezése a fogaskerekű vasútra.
- 2016. decemberében megkezdődött az elhasználódott fogaslécék újakra cseréje, abban a hónapban 144 m hosszban történt meg.
- A balesetet követően az összekötő rúd vonófülét az eredeti, nem rövidített konstrukcióból kiindulva újragondolták, sasszegecs csavarbiztosításhoz alkalmasan gyártatták le és építették be.

A Vb felhívja ugyanakkor a figyelmet – tekintettel a fogaskerekű vasút tervezett rekonstrukciójára is –, hogy a váltók végállás-ellenőrzésének megfelelő konstrukciójával az ilyen balesethez vezető hibák nagy valószínűséggel időben észlelhetők.

Budapest, 2017. május 30.

Chikán Gábor
Vb vezetője

Karosi Róbert
Vb tagja