

Az Budapesti Közlekedési Zrt.

Kőszegi István

Pálya- és jelzőismeret

jegyzet

a

villamos járművezető tanfolyamok számára

2011

Tartalomjegyzék

Előszó a jegyzethez	4
Egy kis történelem	5
1. A vasúti pálya szerkezete	8
1.1. A sín	10
1.2. A sín gyártása.....	11
1.3. Az aljak.....	14
1.4. A kapcsolószerkek	16
1.5. Sínek és az aljak összekapcsolása	20
1.6. Sínek elhelyezése	24
1.7. Az ágyazat	24
1.8. A zúzottkő ágyazat hátrányai	27
1.9. A merevlemez vágányok	28
1.9.1. A nagykörút.....	31
2. Fogalmak.....	33
3. A kerék és a sín kapcsolata	35
4. A vasúti pálya romlása	39
4.1. Az alépítmény romlása	40
4.2. Az ágyazat romlása.....	41
4.3. Az aljak és rögzítő szerek hibáiból adódó elváltozások.....	42
4.4. A sínek kopása, sérülései.....	45
4.5. Jellegzetes sín amortizációs változások	46
5. A vasúti járművek mozgása a pályán	49
5.1. A vasúti járműre ható ellenállások	51
6. A vasúti pálya vonalvezetése	53
6.1. Vízszintes vonalvezetés	53
6.2. Magassági vonalvezetés	56
7. Kitérők és vágányátszelések	56
7.1. kitérők.....	57
7.2. Váltók	59
7.2.1. A váltók állítása	63
7.2.2. Váltók működése.....	64
7.3. Rugós visszacsapó váltó	66

7.4. Rugós kulisszás váltók	67
7.5. Kézi állítású ellensúlyos váltó	68
7.6. Elektromágneses váltó	69
7.7. Hanning & Kahl váltó	70
7.8. Villamos motoros váltók.....	71
8. Váltó hibák.....	72
9. Váltófűtések.....	74
10. Vágányok összekapcsolása	75
11. Vágánykeresztezések	79
12. Átszelési kitérők	81
13. Gépezettel működtetett vágánykapcsolások.....	82
14. Kiegészítő felépítményi szerkezetek.....	84

Energiaellátó rendszer

15. Egyenáramú hálózatok kialakulása.....	87
16. Áramátalakítók	87
17. Az egyenáramú vontatási energia útja	88
18. Betáplálási szakaszok.....	90
19. Felsővezeték hálózat.....	91
20. Felsővezeték rendszerek	92
21. A felsővezeték és az áramszedő kapcsolata	92
21.1. Felsővezeték rendszerre káros hatások.....	92
21.2. Gerjesztett vezeték.....	93
22. Felsővezetéken található berendezések	93
23. Felsővezeték keresztezések	94
24. Felsővezeték hibák	94

Jelzőismeret

1. Jelzőkkel kapcsolatos fogalmak	96
2. Jelzők csoportosítása	100
3. Főjelzők működtetése	100
3.1. Járművek érzékelése	101
3.1.1. Pontszerű járműérzékelők	102
3.2. Önműködő főjelző	105
3.3. Félig önműködő főjelzők	106
3.4. Nem önműködő főjelző	107
4. Holdfényjelző	107
5. Távműködtetésű váltó működése, jelzései	108
5.1. Váltójelzők	108
5.2. Távvezérelt váltó elektromos reteszelése	109
5.3. Távvezérlés a helyszínen szolgálatot teljesítő segítségével	110
5.4. Távvezérelt váltóállítás járműre szerelt rádiós jeladó segítségével	111
5.5. Távvezérelt váltóállítás fedélzeti információs rendszer segítségével	111
6. A közúti fedezőjelző	112
7. Hírközlő berendezések	114
8. A műholdas helymeghatározó rendszer (GPS)	116
8.1. A futár működése	117
8.2. A fedélzeti számítógép	117

Előszó a jegyzethez

Ez a jegyzet villamosvezető tanulók részére készült segítségnek a felkészüléshez. A teljesség igénye nélkül íródott. A saját tapasztalataimból kiindulva állítottam össze az anyag mennyiségét, és minőségét. Úgy is fel lehet fogni, hogy saját szintemre butítottam le a témakört. A célom az volt, hogy minél egyszerűbb nyelvezettel és sok magyarázattal mutassam be a villamos pályát és a hozzá tartozó elemeket. A jegyzet lényege, hogy aki ebből tanul, az ismerje és legalább alapszinten értse a vasúti pályát, az áramellátást és a jelzőberendezések működését. Használni tudja, és megértse azt a vasutas terminológiát (szakmai nyelvezetet) amivel a munkája során találkozhat. Ne kerüljön kínos helyzetbe, amikor egy laikus olyan kérdéseket tesz fel neki, amik a vasúttal kapcsolatosak. Felismerje a jelentősebb pálya, ill. felsővezeték hibákat és a kialakult helyzetnek megfelelően tudjon eljárni.

Nem volt célom a túlzott szakmaiság. Kihagytam a matematikai és fizikai képleteket szinte teljes egészében. Amivel esetleg nagyon szükséges volt foglalkozni, azt megpróbáltam a végletekig leegyszerűsíteni. Rengeteg vasúttal foglalkozó, a témát mérnöki szinten kezelő szakirodalom található nyomtatott, ill. elektronikus formában. Aki mélyebb ismeretekre vágyik, az kis energiaráfordítással talál a szakterületet sokkal mélyebben feldolgozó művet.

A jegyzetben többször hivatkozom a Forgalmi utasításra, de csak ritkán idézek belőle. Ennek oka, hogy a változó forgalmi körülmények miatt a Forgalmi utasítást kiegészítésekkel módosíthatják, így az általam írt jegyzetet is folyamatosan az aktuális helyzethez kellene igazítani. Ennek túl sok értelmét nem látom. Éppen ezért az itt leírtakat sokszor csak az Forgalmi utasítással együtt lehet értelmezni.

Jó tanulást kívánok!

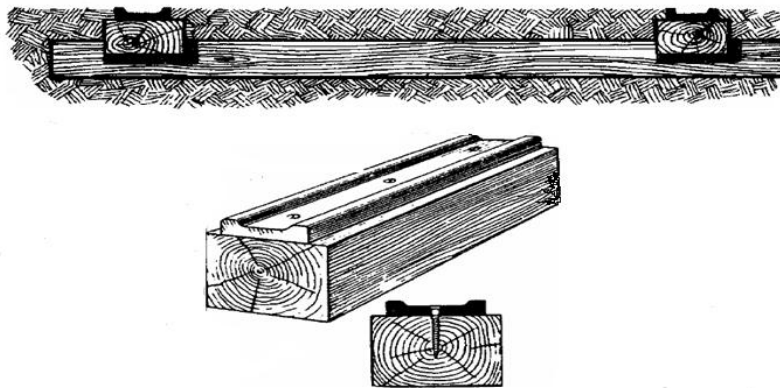
Egy kis történelem

A most ismert vasút eredetét gyakorlatilag a XVI. sz-i szénbányákig lehet vissza vezetni. Amikor is a tárnákban a felázott talaj és a csillék között kialakuló nagy gördülési ellenállás miatt fagerendákat fektettek a tárnák aljára, így növelve a szállítás hatékonyságát. Ezen a módon sokkal kisebb erővel, nagyobb mennyiségű csillét tudott ugyanannyi ember kitolni a felszínre. A kerék legördülését a pályáról egy a csille aljából kiálló faszeg akadályozta meg. (1. ábra) Később ezt a megoldást alkalmazták a bányától a kikötőig terjedő szakaszokon is a szállító szekerek számára.



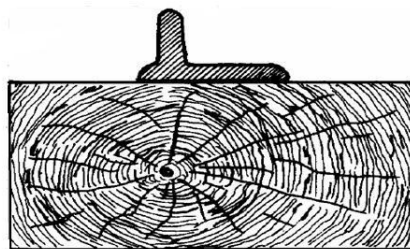
1. ábra: Bányavasút (XVI. század)

A növekvő termelés miatt a fagerendák által alkotott pálya már nem bizonyult elég tartósnak, ezért valami más megoldást kellett találni. 1767-ben Richard Reynolds (2. ábra) a fa nyompályákra kétoldalt peremmel ellátott, lapos vasakat erősített fel, süllyesztett szegekkel. A vaslemezek megnövelték a gerendák élettartamát és csökkentették a mozgási ellenállást is, így módon jóval nagyobb terheket tudtak vontatni ugyanazzal az erővel és nagyobb sebességgel.



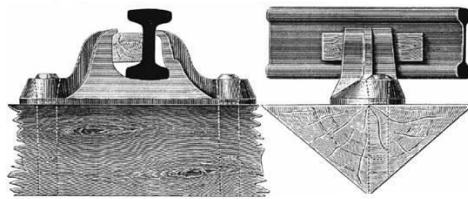
2. ábra: Öntött vassín hosszgerendán (Reynolds/1767)

A rendszer hátránya, hogy az alacsony peremmel ellátott vaslemezekről a kocsik kerekei gyakran leestek, ezért John Curr 1776-tól (3. ábra) szögvas keresztmetszetű síneket alkalmazott, ahol a függőleges szár vezette meg a kerekeket. A még mindig hosszgerendás pályákban az elhasználódott gerendákat keresztaljakkal pótolták, így kialakult a keresztaljas vágány. A keresztaljas vágány nyomtávtartása biztosabb, illetve a vízelvezetés is hatásosabb lett.



3. ábra: Szögvas keresztmetszetű öntöttvas sín hosszgerendán (Curr/1776)

Ezek után tapasztalták, hogy ez a sín keresztmetszet nem alkalmas a keresztaljas vágányhoz, mert gyakoriak a törések. A következő lépés az öntéssel előállított gombafejű sín (4. ábra) kifejlesztése és alkalmazása lett. Amint a képen is látszik ez már a mostani sínek közvetlen elődjének is tekinthető.



4. ábra: Gombafejű sín (London – Dover/1844)

A gombafejű sín még egy változtatást követelt meg. A keréken szükséges lett kialakítani az úgynevezett *nyomkarimát*, mivel ez vezeti és tartja a vasúti kerékpárt a vágányon. Ennek a sín típusnak a megjelenésétől beszélhetünk arról, hogy a vasúti kerék és a sín egy „közös evolúción” ment keresztül. Egymást formálva érték el a most ismert formájukat. Ennek a fejlődésnek néhány állomását kiemelném.

- *Halhas* alakú öntöttvas síneket 1799-től alkalmazták.
- A hengereléssel előállított kettősfejű sín, 1835-től.
- És a most alkalmazott széles talpú ún. Vignoles sín, mely leginkább kíméli az alátámasztó elemeket. A nevét továbbfejlesztőjéről Charles B. Vignoles-ről kapta.

1. A vasúti pálya szerkezete

Vasúti pálya: *a vasúti vágány, az alatta levő, valamint a – jogszabályban vagy hatósági előírásban megállapított – hozzátartozó védő (biztonsági) földterület, továbbá a különleges vasút működéséhez szükséges szerkezet, illetve földterület, valamint az azt hordozó és mozgásirányát meghatározó tartószerkezet.*

Közúti vasúti pálya: A közúti vasúti szerelvények közlekedéséhez szükséges sínpálya.

A villamos: Az úttestbe épített, vasúti pályaként meg nem jelölt sínpályán való közlekedésre szolgáló jármű.

A vasúti pálya nem követheti a terep szeszélyes hullámzását, mert a korlátozott vonóerő, és a kerék és a sín közötti tapadási viszonyok nem teszik lehetővé, hogy átlépjünk bizonyos emelkedési és lejtési értékeket. A vasúti pályát minél egyenletesebb lejtéssel, illetve emelkedéssel kell építeni. Természetesen, ha lehetőség van rá, igyekeznek az építők a vízszintes vonalvezetést kialakítani, ha a gazdaságosság így is megvalósítható. A fenti feltételeknek a pálya csak akkor felelhet meg, ha a vonalvezetése egyes helyeken a terep szintje fölé, máshol a terepszint alá kerül. Ezt a talaj megmunkálásával, **földművek** építésével tudjuk elérni.

Földműnek nevezik a szabályos felületekkel határolt, önálló rendeltetésű **bevágást**, illetve **töltést**.

Ahhoz, hogy a szint alá kerüljön a vasúti pálya, a természetes talaj egy részét el kell távolítani, ezt **bevágásnak** nevezzük. A bevágások oldalfalait **bélésfalakkal** szokták megtámasztani.

Ahol pedig szint fölé visszük a pályát, ott valamilyen alátámasztást kell építeni, ez általában a **töltés**. A töltések oldaltámasztása, ha ez szükséges, **támfalak** építésével történik.

Itt szükséges még egy fogalmat ismertetni, amely rendszeresen elő fog fordulni a későbbiekben. Ez a **rézsű**.

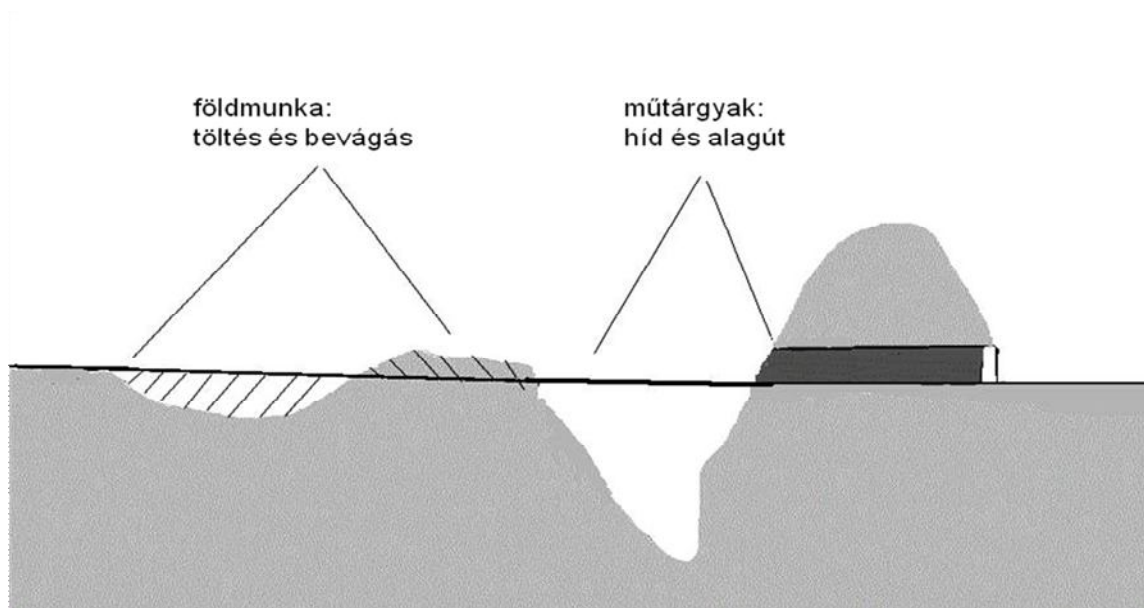
A **rézsű**: mesterséges földtöltések lejtős oldalfala. Rézsű határolja a töltést és a bevágást is.

Azokat a létesítményeket, melyeket a vasúti pálya egyenletes vonalvezetésének megtartása érdekében építünk, **alépítménynek** nevezzük. Az alépítmény fogalmához tartoznak a **műtárgyak** is, melyeket akkor alkalmazunk, ha a terepviszonyok követése földmunkák segítségével nem gazdaságos, vagy nem megoldható. Ilyen műtárgyak az alagút és a híd.

Tehát összefoglalva:

Az alépítmény: Az alépítmény, a korona alatt található rész. Feladata a terep felületi kiegyenlítése, a pálya megfelelő vonalvezetése céljából. Általában földmunka, amely lehet a terepviszonyoktól függően töltés vagy bevágás.

Lehetnek még **műtárgyak**, mint a hidak, vagy alagutak. (5. ábra)**Hiba! A hivatkozási forrás nem található.**



5. ábra: Alépítmény és műtárgyak

Az alépítménnyel szemben támasztott követelmények:

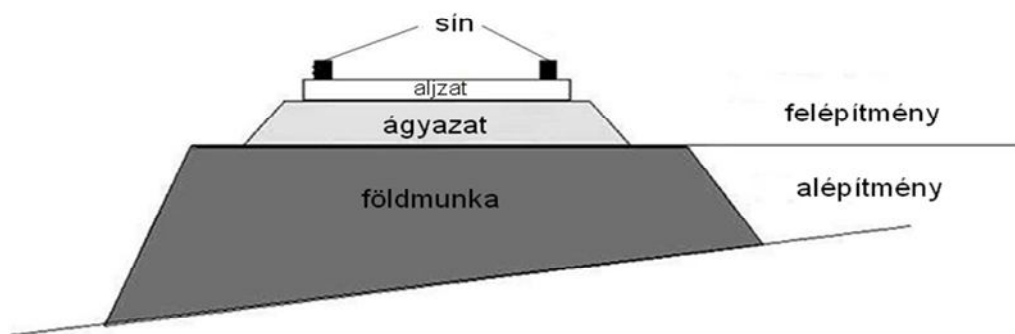
- Olcsóság
- Tartósság
- Jó vízáteresztő képesség

- Nagy teherbírás

Az alépítmény-korona szint fölötti részt **vasúti felépítménynek** nevezzük. A felépítmény feladata, hogy vezesse és alátámassza a vasúti járműveket, és úgy adja át a járművek terhelését az alépítménynek, hogy az alépítmény igénybevétele ne haladja meg annak teherbírását.

A felépítmény részei (6. ábra): az **ágyazat** és a **vágány**.

A vágány részei: a **sínek**, az **aljzak**, melyek a síneket támasztják alá, és a sínt és az aljakat összeerősítő **kapcsolószerkezetek**.



6. ábra: Pálya keresztmetszet

1.1. A Sín

A sín a vágány legjellegzetesebb része. Feladata a jármű tartása és vezetése, a vonó és fékező erő átvitele.

A sín anyagával szemben támasztott követelmények:

- Nagy teherbíró képesség
- Kopásállóság
- Magas szakítószilárdság
- Jó hengerelhetőség (a gyártás során fontos)
- Szívósság
- Korrózióknak ellenálljon

- Gazdaságosság

1.2. A sín gyártása

• Acélgyártás:

A Martin féle eljárás lényege, hogy a nyersvasat kovácsvassal és acélhulladékkal olvasztják össze. Ennek következtében az egybeolvasztott acélok széntartalma kiegyenlítődik, illetve a szén egy része elég. Az eljáráshoz kb. 1600..1800 °C-ra van szükség, ezért a műveletet Siemens-féle generátorgázzal fűtött lángkemencében végzik, így az eljárást Siemens-Martin eljárásnak nevezik.

Az elmúlt évtizedekben kidolgoztak más acélgyártási eljárásokat, melyek a bevált Siemens-Martin eljárásnál termékenyebbek. Ilyen eljárás az Ausztriában kifejlesztett LD (Linz-Donawitz) eljárás. Az oxigénes konverterekben a folyékony nyersvasat oxigén lándzsákkal frissítik, ezzel a termelékenységük 8-10-szer nagyobb, mint az azonos kapacitású Martin kemencéké. Természetesen nem csak ez az előnye az LD eljárásnak, hanem lecsökken a hibákra való hajlam, illetve lehetőség nyílik a nagyobb szilárdságú sínek gyártására.

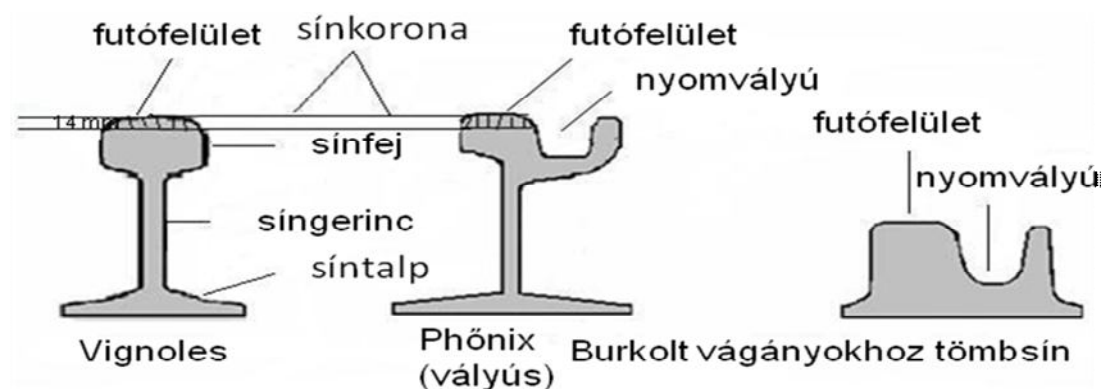
• Sínhengerelés:

Az acélműben az előállított acélt formákba öntik. Egy-egy formába 3 adag acél kerül. Amint ez annyira lehűl, hogy megmerevedik, a formát lehúzzák, és az így nyert acéltuskót melegítőkemencébe teszik. Ebből a kemencéből kerül az acéltuskó a hengerműbe, ahol a megfelelő hőmérsékleten, ellentétes forgásirányú hengerek közötti többszöri áteresztéssel az előírt szelvényre alakítják. A hengerlési hőmérsékletet és a hengerlés idejét úgy kell megválasztani, hogy az acélban az újra kristályosodás végbemehessen. A hengerlés utáni lehűlés a szénsavgazok kiválása miatt nagyon fontos. Ha ugyanis ez nem elég lassan történik meg, akkor a szénsav kiválási helyein repedések keletkeznek, melyek kiinduló pontjaivá válhatnak a sántöréseknek. Ennek megelőzésére a nagyszilárdságú sínek lehűlését vagy zárt tartályban késleltetik, vagy vákuumozzák az acélöntést, mellyel eléri a szénsavtartalom csökkenését.

A sínt általában folyómétertömegével jellemzik. Ez azt jelenti, hogy egy folyóméter sín, hány kilogramm tömegű. A MÁV kétféle Vignoles rendszerű sínszelvényt használ. Ezek tömege: 54,5 kg vagy 48,5 kg. Természetesen a közúti villamos közlekedés sajátosságai miatt a Vignoles síntípus nem felel meg mindenhova, így ebben az ágazatban speciális, az igényekhez jobban alkalmazkodó keresztmetszetű sínek kifejlesztésére is szükség volt.

A közúti villamos közlekedésben az itt következő síntípusokat alkalmazzuk.

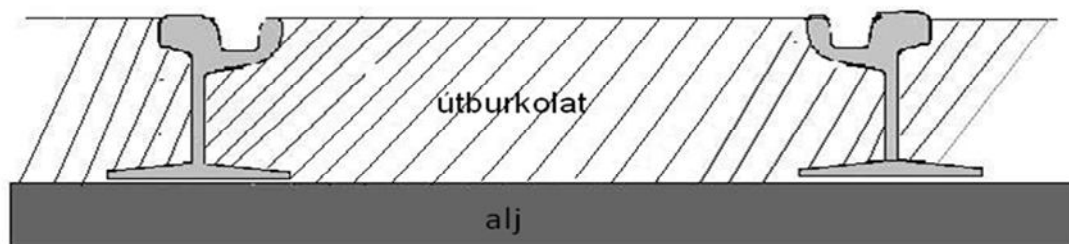
(7. ábra)



7. ábra: Sín típusok

A Vignoles sínt a forgalom elől elzárt burkolatlan pályaszakaszokon alkalmazzuk. A burkolatlan (nyitott) pályán látni lehet az ágyazatot, az aljakat, és a sínt rögzítő kapcsoló szereket.

A burkolt pálya lehetővé teszi, hogy a közúti forgalom más részvevői (gumikerekes járművek) is használhassák. Az ilyen szakaszokhoz csak a nyomvályúval rendelkező Phönix (8. ábra) és tömörsín alkalmas. A nyomvályú azért szükséges, mert a burkolt szakaszokon az útburkolatot egy szintben helyezik el a sínek futófelületével, így a keréken található nyomkarima részére stabil helyet kell biztosítani a futáshoz.



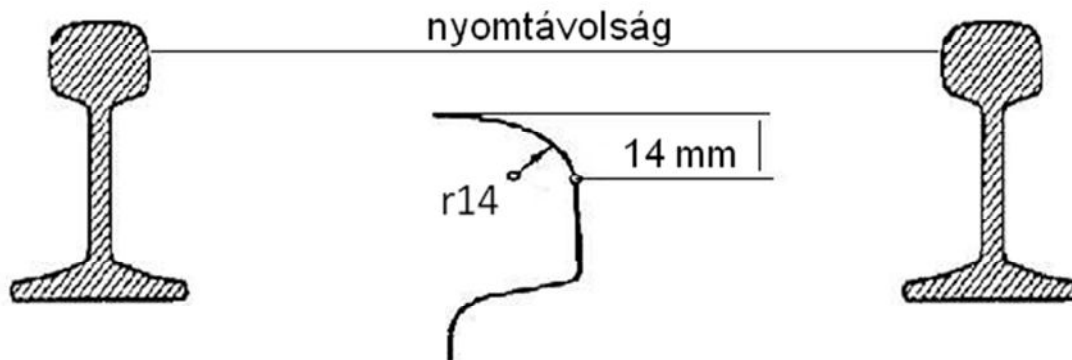
8. ábra: Burkolt pálya Phönix sinnel

A síneket egymástól meghatározott távolságra helyezik el. Ez az úgynevezett **nyomtávolság**.

A **nyomtávolságot** nemzetközi szabvány határozza meg. Ez a normál nyomtáv, ami **1435 mm**.

A világ vasútjainak közel 65%-a ezzel a nyomtávval épül. Vannak természetesen ettől eltérő nyomtávolságú vasutak. Ahol ennél nagyobbakat használnak az a **széles nyomtáv**. A volt Szovjetunió területén használják a széles nyomtávú felépítményrendszereket 1524 mm-es nyomtávval. A legnagyobb most használt nyomtávolság 1676 mm Chilében, Indiában, stb. Ami a normál nyomtávolságnál kisebb, az a keskeny nyomtáv. Ezek erdészeti, ill. bányavasutak, a sínszálak közötti távolság 600-1000 mm között mozog.

A nyomtávolságot a két sínszál belső oldala között, a járósík alatt 14 mm-el kell mérni. Ettől eltér a tömbsín melynél a méréspont a járósík alatt 9 mm-el található. (9. ábra)



9. ábra: Nyomtávolság mérése Vignoles sínnél

1.3. Az aljak

Az aljak biztosítják a sínek rugalmas, mégis stabil alátámasztását. Feladatuk még a nyomtávolság hosszú ideig történő megbízható tartása, és a járművek által a síneknek átadott terhelés ágyazat felé való továbbítása.

Anyaguk fa, vasbeton és vas lehet. A ma használatos aljak jelentős része vasbeton, mivel ennek az anyagnak a legkedvezőbbek a tulajdonságai.

Az aljakkal szemben támasztott követelmények:

- ❖ Hosszú élettartam
 - Időjárásnak ellenálljon
 - Dinamikus terheléseket elviselje
- ❖ Gazdaságosság
 - Könnyű megmunkálhatóság
 - Alacsony fenntartási költségek
- ❖ Nagy tömeg
- ❖ Rugalmasság

A következő táblázatban anyagok szerint mutatjuk meg, mely típusú aljnak milyen jó, illetve rossz tulajdonságai vannak.

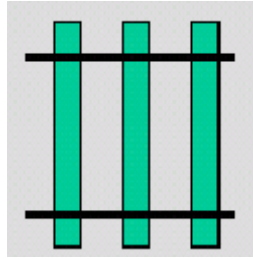
Anyag	Előny	Hátrány
Fa	• Jó elektromos szigetelés • Könnyű megmunkálhatóság • Rugalmasság	• A fa a hosszú élettartam érdekében kezelést igényel • Maximális élettartam 35 év
Beton	• Nagy tömeg nagyobb vágánystabilitás • Nagy oldalirányú ellenállás • Kiváló nyomtávtartás • Hosszú élettartam (kb. 60 év) • Alacsony fenntartási igény • Síndőlés kialakítására alkalmas	• Kisiklás helyrehozhatatlan hibát: törést okoz.
Acél	• Hosszú élettartam • Kiváló hossz- és oldalirányú ellenállás • Különleges formák alakíthatók ki pl. Y forma	• Kis tömeg, kisebb vágánystabilitás • Előre formálni kell az ágyazatot a vályús forma miatt.

Az aljak elhelyezése szerint megkülönböztetünk többféle vágányszerkezetet.

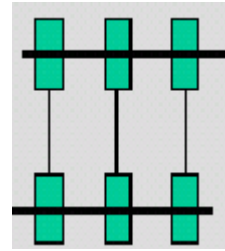
1. Keresztaljas
2. Magánaljas
3. Keresztalj-magánalj kombináció
4. Hosszaljas
5. Betonlemez

A vasúti közlekedésben pillanatnyilag a keresztaljas vágányszerkezet a leggyakoribb. A többi megoldást csak elvétve alkalmazzák. Az érthetőség kedvéért a következő képeken bemutatom a felsoroltakat.

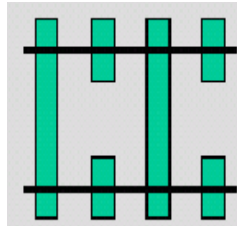
1, Keresztaljas:



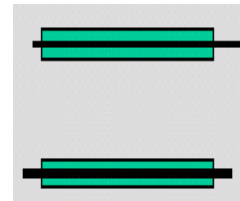
2, Magánalj:



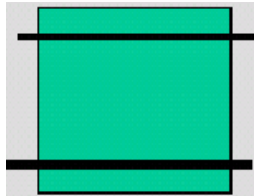
3, Kombinált:



4, Hosszalj:



5, Betonlemez:



1.4. A kapcsolószerkek

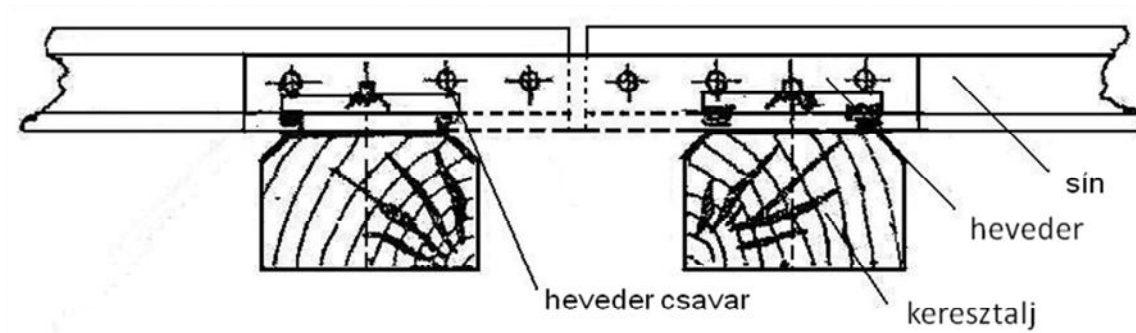
A kapcsolószerkeknek két nagyon fontos funkciójuk van. **Felhasználjuk őket a sínszálak egymáshoz való rögzítésére, és a síneknek az aljakhoz való kötésére.**

A sínvégek összekötése azért szükséges, mert a sínek gyártása csak korlátozott hosszban történhet. Vannak olyan hengerművek melyekben megoldott a 120 m-es szálak gyártása is. De ezeket a szálakat, végüknél fogva egymáshoz kell rögzíteni akármilyen hosszúak, mivel csak ilyen módon alakítható ki a folyamatos, vízszintes és függőleges lépcsők nélküli pálya.

A sínek illesztése régebben kizárólag hevederes kötéssel volt megoldható. (10. ábra) A hevederes kötés legnagyobb előnye, hogy lehetővé tette a hőmérsékletváltozásból adódó méretváltozások kiegyenlítését. Viszont hátránya a nagy karbantartási igény, és hogy a modern, nagysebességű vasúti közlekedés általi

igénybevételt már nem bírja hosszú ideig károsodás nélkül elviselni. Továbbá a vasút villamosítása után, a **síneken keresztül történik a negatív visszavezetés** is.

Fontos tehát, hogy sínszálaknak minél kisebb legyen az elektromos ellenállása. A heveder kötések illesztésénél viszont nagyon megnő az ellenállás, ezért külön, a vezetőképességet javító átkötéseket kell kiépíteni.



10. ábra: Hevederes sínillesztés

Egyértelmű, hogy kellett másik megoldást találni a sínek összeillesztésére. Adja magát a hegesztés. Viszont ha hegesztünk nincs hézag, tehát a hőtágulás miatt vágány kivetődés, vagy vágány törés jöhet létre. A mai technikával ez már megoldottá vált. Akár több száz kilométer hézagnélküli pálya is építhető. Maga a hegesztés folyamata kétféle megoldással történik:

- Villamos ellenállás hegesztés, vagy ív hegesztés
- Termit hegesztés

A hegesztés, mint oldhatatlan kötés, több száz éve ismeretes, igazi fejlődése azonban csak a múlt század végén kezdődött. Hegesztéskor a fémes alkatrészek összekötésére belső (a fémek atomjait és molekuláit összetartó) erőket használnak fel. Ezt a kötésmódot kohéziós kötésnek is nevezik.

Hegesztett kötés előnye

- anyagtakarékos
- fárasztó igénybevételeket jobban viseli
- nem annyira munkaigényes

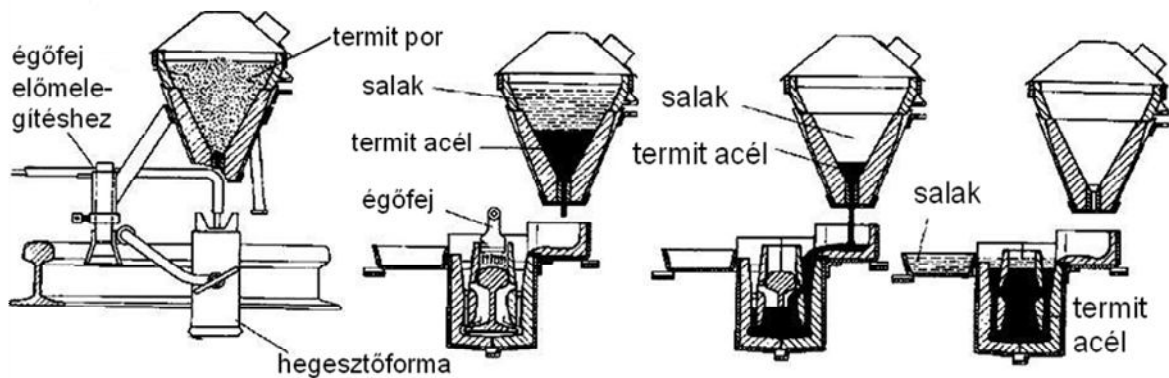
Villamos ellenállás-hegesztés

Az elektromos áram hőhatásán alapul. Zárt áramkörben ugyanis a nagyellenállású helyek erősen felmelegszenek és ezt a meleget használják fel a hegesztendő anyagok képlékeny állapotra való felhevítéshez. A nagy ellenállást és ezzel az erős felmelegedést nagy áramerősséggel ($I = 3000 \dots 15000 \text{ A}$) és kis feszültséggel ($U = 1 \dots 10 \text{ V}$) érik el. A hegesztőáramot réz szorítópofákon át vezetik a munkadarabba. Amikor a hegesztendő felületek hőmérséklete elérte a hegesztési hőmérsékletet, a munkadarabokra gyakorolt erőhatással a kötés elvégezhető. Az ellenállás-hegesztés főbb módszerei: **tompahegesztés**, ponthegesztés, vonalhegesztés, dudorhegesztés.

A sínek összekötésére a tompahegesztést használjuk a legsűrűbben. Ennek is több fajtája létezik, de az alapelv mindnél ugyan az: az összeillesztett sínvégeken elektromos áramot vezetünk keresztül. Az illesztési pontnál az ellenállás annyira megnő, hogy a sínvégek felmelegednek és összeolvadnak.

A termithegesztés (11. ábra) az egyik legrégebbi hegesztési eljárás. Felfedezése *H. Goldschmidt* nevéhez fűződik, aki már 1899-ben vasúti sínek összehegesztésére alkalmazta. Jelentősége a lánghegesztés és a villamos hegesztési eljárások fejlődésével erősen csökkent. Ma leginkább vasúti sínek és csövek kötésére, valamint hibás, illetve törött öntvények javítására használják.

A termithegesztéshez termitet használunk. A termit finom fémalumínium por és vasoxid elegye, amely közönséges hőmérsékleten teljesen közömbös, $1000\text{--}1200 \text{ }^\circ\text{C}$ -ra hevítve azonban a vasoxid és az alumínium között reakció kezdődik, az alumínium a vasoxid oxigénjével heves hőfelszabadulás közben alumíniumoxiddá egyesül és tiszta vas keletkezik, ezt az olvadt vasat használjuk hegesztésre.



11. ábra: Termit hegesztés

A sínvégek illesztésének van még egy speciális módja: ez a dilatációs illesztés.

Azokban az esetekben, amikor a hevederes illesztéseknél megengedett maximális 20 mm-es hézag nem felel meg a kívánalmaknak, olyan, ún. dilatációs készülékeket alkalmaznak, mely lehetővé teszi a sínvégek nagyobb mértékű hosszirányú elmozdulását anélkül, hogy a kerék átvezetésében alátámasztás hiányok lépnének fel. Erre a feladatra alkalmas szerkezetként Magyarországon a Csilléry-féle dilatációs szerkezetet (12. ábra) alkalmazzák, amely 160 mm-es sínvég elmozdulást tesz lehetővé.

Dilatációs készülékeket hazánkban elsősorban hidakon alkalmaznak, a híd és a vágány dilatációjának eltérése miatt.



12. ábra: Csilléry féle dilatációs szerkezet

1.5. Sínek és az aljak összekapcsolása.

Laikusként gondolkodva az lenne a legegyszerűbb megoldás a sínek lerögzítésére, ha a sántalpat átfúrjuk, és az így kialakított furaton keresztül kapcsoljuk az aljakhoz. Ez azért nem kivitelezhető, mert a sínek hőtágulásából bekövetkező hosszirányú elmozdulásoknak teret kell engedni.

A sínleerősítésre többféle módszert alkalmaztak, ezek a megoldások egy jól követhető technikai fejlődésen mentek keresztül. Ezt a fejlődést áttekintve ismerhetjük meg az alkalmazott kapcsoló szereket, a kezdetektől napjainkig.

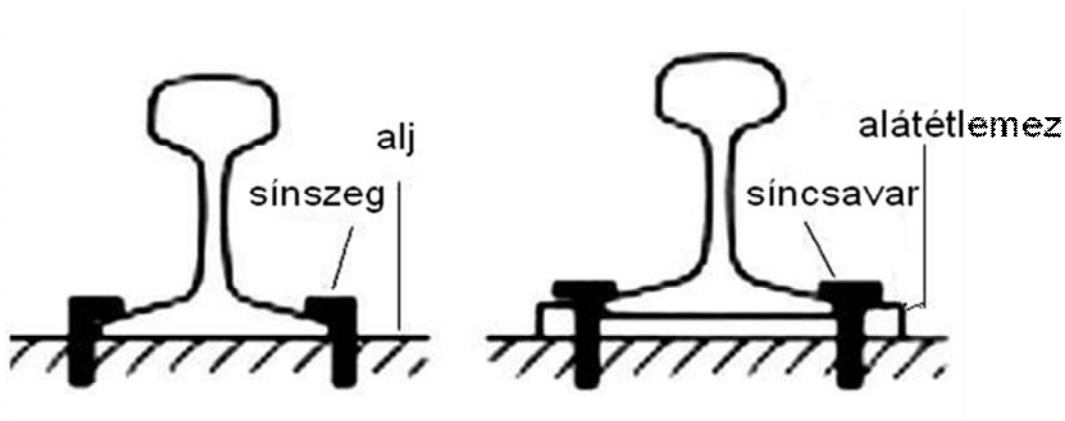
Sínleerősítésekkel szembeni főbb követelmények:

- A nyomtávolság biztosítása
- A hosszirányú erőhatások felvétele
- Rugalmasság
- Az építés, fenntartás egyszerű, gyors és gépesíthető legyen
- Az időjárásnak ellenálló legyen
- Kis fenntartási munka igény, és hosszú élettartam
- Alacsony ár

Két eltérő sínleerősítő elvet különböztetünk meg. Ezek a **közvetlen**, és a **közvetett** leerősítés.

Először ismerjük meg a közvetlen leerősítés elvét, annak előnyeit illetve hátrányait.

Mára már elavult, nem használt rendszer. A közvetlen leerősítést sínszegekkel, később síncsavarokkal oldották meg. Maga a módszer egyszerű volt: a szeget vagy csavart a sín mellé az aljba ütötték vagy csavarták be, és annak oldalra álló pereme szorította a sántalpat az aljhoz. Később alátétlemezeket kezdtek alkalmazni, így javítva a sínek alátámasztását, illetve lehetővé vált a síndőlés pontosabb beállítása. Az alábbi képen ez jól látható. (13.ábra)



13. ábra: Közvetlen merev sínleerősítés

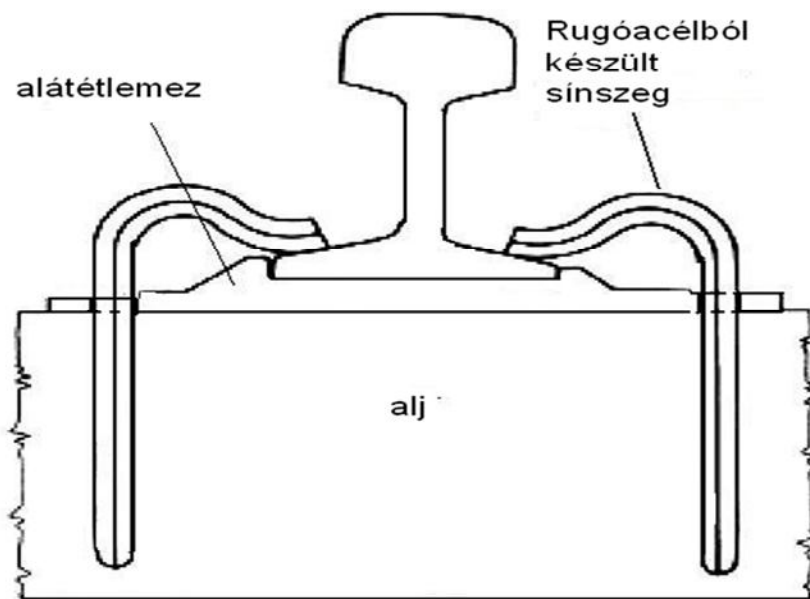
A módszer előnye, hogy egyszerűen kivitelezhető, olcsó megoldást jelentett. Hátrányai már jelentősebbek voltak.

- Alacsony leszorító erő
- A forgalom hatására hamar kilazulnak a rögzítő elemek
- Sínvándorlás következik be.

A fentiekből következik, hogy csak kisforgalmú, kis sebességű vonalakon alkalmazható.

A közvetlen leerősítésnek van egy másik változata is: a **közvetlen rugalmas** leerősítés.

Ebben az esetben rugóacélból készült sínszegeket alkalmaztak, ezzel növelve a rögzítés rugalmasságát, így a pálya élettartamát. (14. ábra)



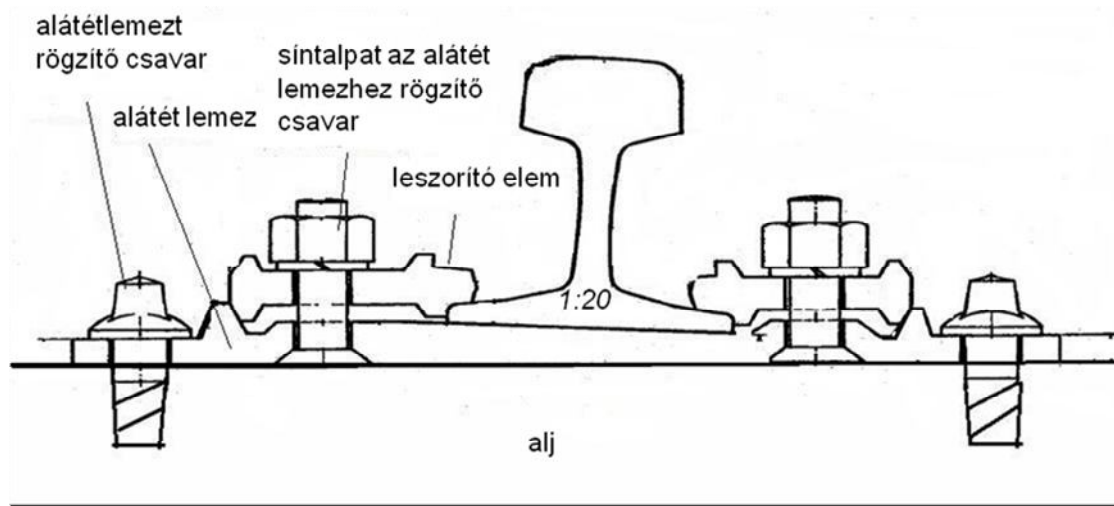
14. ábra: Közvetlen rugalmas sínrögzítés

A **közvetett**, vagy más néven: **osztott** leerősítés már egy korszerűbb módszer. Ennek is két típusa van: a **merev** és a **rugalmas** rögzítés.

A **közvetett (osztott) merev** leerősítés jelentős előrelépés a közvetlen leerősítésekkel szemben. (15. ábra)

Ebben az esetben a rögzítés megoszlik. Először egy acél alátétlemezt erősítünk az aljhoz, majd a sín talpat külön csavarokkal az alátétlemezhez rögzítjük. Hátránya a nagy anyagigény, és munkaigényesebb építés. Ezzel szemben komoly előnyökkel bír:

- A rögzítés osztott jellege miatt kismértékű rugalmasság jellemzi
- Szorítóereje és a hosszirányú erővel szembeni ellenállása jelentős.
- A pálya élettartama nő, karbantartás igénye csökken.



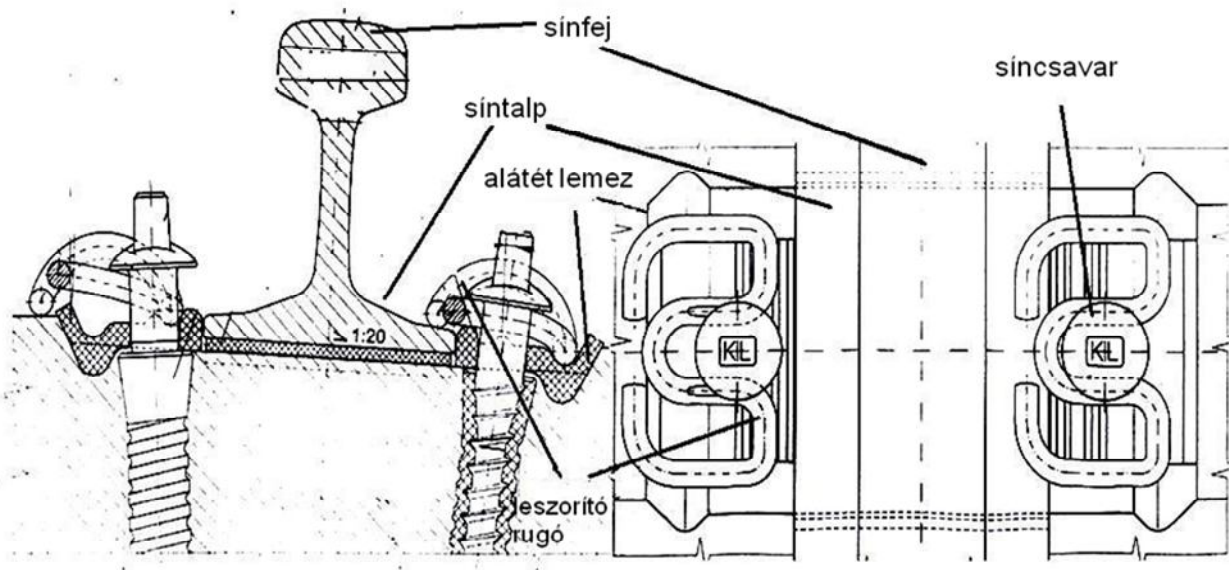
15. ábra: Osztott, merev rögzítés

A **közvetett rugalmas rögzítés**: a jelenleg alkalmazott módszer a sínek aljakhoz kötésére. Lényege, hogy az osztott rögzítés alátétlemezéséhez rugóacél felhasználásával szorítjuk a sínalpat, így a kötés egyesíti a az osztott merev rögzítés előnyeit, és a rugalmasságban rejlő pozitív lehetőségeket (16. ábra). A rugalmasságot két, esetleg három szinten is lehet biztosítani.

Előnyei:

- Betonlemezes felépítménynél is alkalmazható.
- A nagy leszorító erőn kívül előnyös az oldalirányú rugalmassága, és a nagymértékű hosszirányú ellenállása.

A 16. ábrán a Vossloh Skl 1 típusú Közvetett rugalmas leerősítés látható. Természetesen számtalan fajtáját alkalmazzuk a rugalmas leerősítéseknek, melyek felsorolását nem látom célszerűnek, és hely sincs rá.



16. ábra: Közvetett (Osztott), rugalmas rögzítés

1.6. Sínek elhelyezése

A sínek lerögzítéséhez kapcsolódik, hogy ténylegesen hogyan helyezzük el a síneket az aljakon. Arról már esett szó, hogy a síneket párhuzamosan, egymástól meghatározott távolságra kell lerakni. Ez a táv az ún. nyomtávolság, normál nyomtáv esetén **1435mm**. Nagyon fontos, hogy a sínérinc nem függőleges, tehát a sínszálat egy kicsit megdöntve kell lerakni (ennek az okát a későbbiekben tárgyaljuk). Ez a dőlés **1:20**. Ez azt jelenti, hogy a síneket 20mm-es távolságra kivetítve 1mm-es emelkedéssel döntjük egymás felé. Ez jól megfigyelhető a 14. és a 15. ábrán is. Ezt a döntést az alátétlemez ék alakú kialakításával, vagy a betonalj felületének megdöntésével tudjuk elérni.

1.7. Az ágyazat

A felépítmény legalsó eleme az ágyazat. Az ágyazat anyagának, vastagságának, megfelelő kialakításának rendkívül fontos szerepe van a pálya élettartama, illetve minősége szempontjából. Az ágyazatba helyezzük bele az aljakat, az viseli és adja

tovább az alépítménynek a vasúti jármű súlyát. Továbbá rugalmassága folytán a dinamikus terhelések elnyelésében és tompításában is jelentős részt vállal.

Az ágyazattal kapcsolatos követelmények a következők:

- Jó vízáteresztő képessége legyen. - Fontos, hogy a víz akadálytalanul haladjon keresztül rajta. A csapadékot ill. egyéb rákerülő vizet nem tarthatja magában, mert a fagyásból keletkező feszítő erők az ágyazat romlását okozhatják.
- Megfelelő tömörség. - Nem következhetnek be maradandó alakváltozások! Hosszú ideig karbantartás nélkül is tartsa meg a szükséges formát.
- Megfelelő rugalmasság. – A rezgéseket jó hatásfokkal, maradandó alakváltozás nélkül kell elnyelnie.
- Szennyeződés-mentesség – építési szennyeződések (már a bányából rossz anyagot hoznak), vagy üzemi szennyeződések (vasúti kocsikból, aprózódás, alépítmény benyomódik, stb.) nem kerülhetnek bele, mert jelentősen rontják az ágyazat minőségét (csökken a rugalmasság, és nő a víztartó képesség).
- Megfelelő ellenállás biztosítása. – Stabil tartása legyen a hossz- és keresztirányú erőhatásokkal szemben.

A fentiekből látszik, hogy nem mindegy, milyen anyagból készül az ágyazat. Ahhoz, hogy ilyen sokrétű követelményrendszernek megfeleljen, nagyon körültekintően kell az alkalmazott anyagokat kiválasztani.

Néhány anyag amiből az ágyazat készülhet:

- Zúzott kő.
- Homokos kavics.
- Salak
- Homok

A felsorolt anyagok közül a vasútnak a zúzott kő felel meg a legjobban. Természetesen az sem mindegy, hogy milyen típusú, és milyen szemcseméretű követ alkalmazunk.

Követelmények az ágyazatban alkalmazott zúzottkővel szemben:

- Megfelelő szilárdság. – Vulkanikus közet (bazalt, andezit, gránit, stb.)
- A szemcseméret a szabványértékeken belül legyen. – Ez biztosítja a kellő tömörség kialakulását.
- Határozott élek, zömök szemcsealakok. – Így egymáshoz képest kiékelődnek a szemcsék. Ez biztosítja az alaktartást és a kellő rugalmasságot.

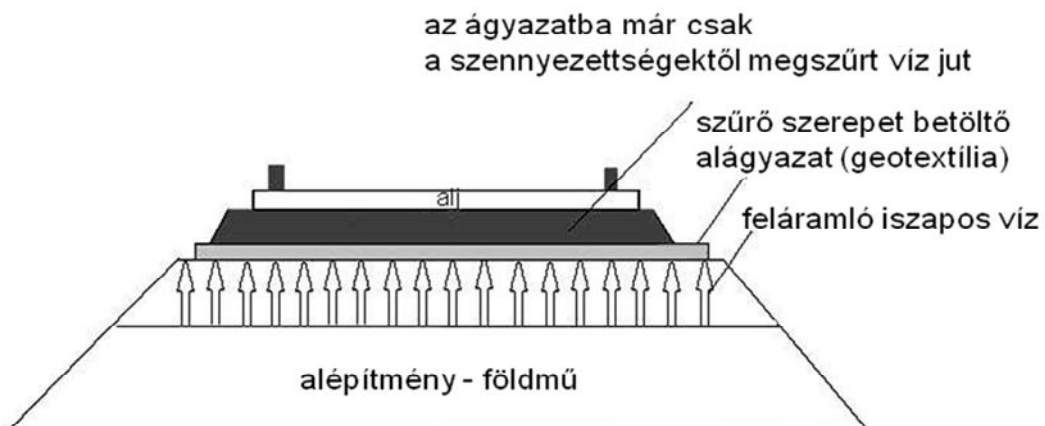
Az ágyazatot úgy nevezett **alágyazattal** (17. ábra) is el szokták választani az alépítmény földművétől.

Az alágyazat feladata:

- terhelés további elosztása
- lengések csillapítása
- alépítmény fagyvédelme
- alépítmény védelme csapadékvíztől
- vízelvezetés
- egymásba mosódás megakadályozása, szűrés
- teherviselő rétegek erősítése

Az alágyazat anyagai:

- durva homok, vagy homokos kavics
- durva homok, vagy homokos kavics+ PVC fólia
- műanyag alapú textíliák (geoműanyagok, geotextíliák) pl. Terfil.
- aszfalt
- georácsok, geomembránok



17. ábra: Terfil alkalmazása alágyzat céljára

A 17. ábrán egy konkrét példát láthatunk az alágyzat szűrőként, és összemosódás gátlóként való alkalmazására.

A működési elv a következő: az ágyzat rezgése egyfajta szívó-pumpáló hatást fejt ki az alépitményben található vízre. A fölfelé áramló víz magával viszi oldott állapotban a földmű anyagának egy részét. Ha ez az anyag bejut a zúzottkő ágyzatba akkor ott lerakódik és tömíti a szemcsék közötti hézagokat, így csökkentve a rugalmasságot. Az ágyzat és a földmű közé beiktatott szűrő textília viszont megakadályozza a talajszemcsék ágyzatba jutását, míg a víz szabad áramlását nem befolyásolja. Ezzel növelve az ágyzat élettartamát.

1.8. A zúzottkő ágyzat hátrányai

A zúzottkő ágyzat látszólag optimális a vasúti pálya ágyzatához, de jelentős mennyiségű hátránya is van. A teljesség igénye nélkül felsorolnám a legfontosabbakat.

- Az aljak nincsenek az ágyzathoz szilárdan leeresztve, így a vágányszerkezet a dinamikus hatások miatt elmozdulhat.

- Akármilyen precízen is építenek meg egy pályát, irányhibák maradnak benne. Ezek a hibák a járművek haladásából adódó dinamikus terhelések miatt maradandó változásokat okozhatnak a pályaszerkezetben. Ezek a változások további hibákat generálnak és így egy öngerjesztő folyamatot hoznak létre.
- A pálya rögzíthetlensége miatt a pályafenntartási munkálatok viszonylag egyszerűek, de nagyon idő- és munkaigényesek is.
- A hidak illetve felüljárók esetén a nagy súlytöbbség jelentős építési költség növekedést okoz.
- Alagutak építésekor növeli a belmagasságot, elhagyása megtakarítást jelent.
- Hézagnélküli vágányok kiépítésére zúzottkő ágyazaton, 400m-nél kisebb sugarú ívekben nincs lehetőség.
- A nagysebességű vasúti közlekedés által támasztott igényeknek már nem felel meg a zúzottkő ágyazat.

A felsorolt negatívumok miatt a szakembereknek valami újat, a kor követelményeihez jobban alkalmazkodó szerkezetet kellett kitalálniuk. Ez lett a **merevlemez**es pályaszerkezet.

1.9. A merevlemez

A merevlemez

Az ágyazat nélküli (merevlemez) felépítmény szerkezeti kialakítások számos előnyét lehet felsorolni:

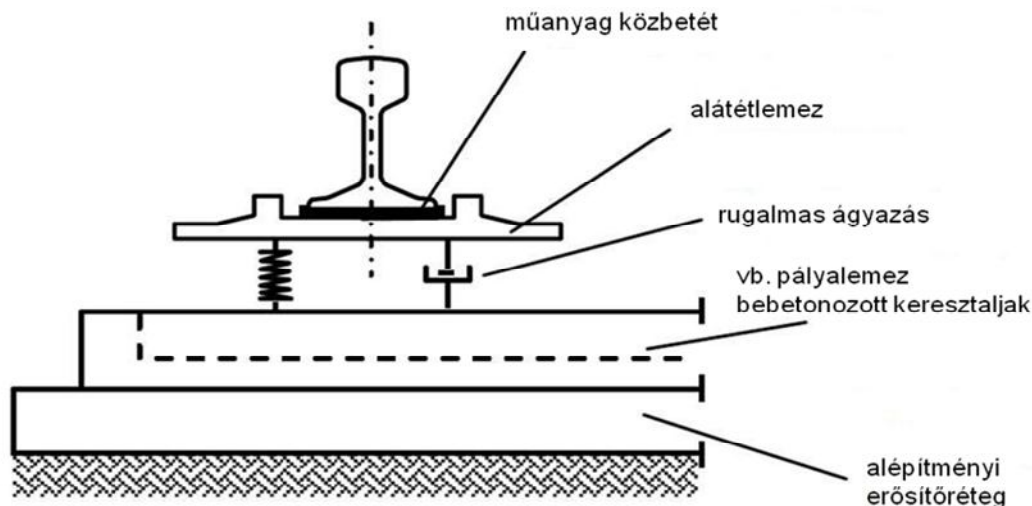
- A vágányszabályozási, és fenntartási munkák jelentős csökkenése.
- A vágány nagy oldalirányú merevsége miatti magas fokú üzembiztonság.
- A hosszútávon is megbízható vágánygeometria tartás miatti kedvező futás dinamika.
- Kisebb szerkezeti önsúly és magasság.
- Nagyobb élettartam.
- Lehetséges a zúzottköves felépítményre meghatározott 150mm-es értéknél jóval nagyobb akár 200mm-es túlemelés kialakítása is, ami kisebb sugarú ívek építését eredményezi.

Vannak bizonyos hátrányai is a zúzottkővel szemben:

- Nagyon precíz kivitelezést igényel.
- A kivitelezési költség 1,5-2 – szerese is lehet az ágyazatos felépítménynek.
- A kiépített pályageometriát később nehéz megváltoztatni.
- A rezgés- és zajcsillapítást külön kell megoldani.
- Problémát okoz összekapcsolni az ágyazatos pályával.

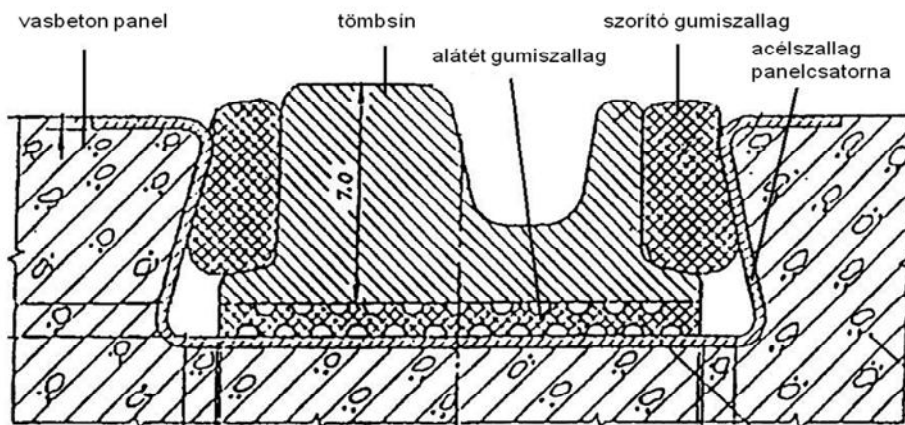
Hazánkban az ágyazat szennyeződésének megakadályozása céljából már a II. világháború előtt alkalmazták az aljközök betonlemezekkel való lefedését, de ez nem tekinthető valódi betonlemezes vágánynak, mert a pálya megtámasztását a lemezek nem biztosítják.

A forgalom terhelését is felvevő bebetonozott faaljas megoldást 1955-ben a Milleniumi Földalatti Vasút vonalán alkalmazták. Ez volt az első ténylegesen merevlemezes vágány. A betonlemezes szerkezettel szerzett pozitív tapasztalatok miatt ezt a megoldást a BKV vonalain nagyobb volumenben is alkalmazni kezdték. (18. ábra)



18. ábra: Bebetonozott keresztaljas vágány

Beszélnünk kell még az **Előregyártott betonlemez, tömbsínes közúti vasúti felépítményről**. Ez az ún. **nagypaneles** illetve a környező országokban BKV paneles vágányként ismert rendszer. Ennek a vágányszerkezetnek a legfontosabb eleme az 5,98 * 2,18 * 0,18 m-es lágyvasalású beton pályalemez. A betonlemezekben kialakított hosszanti csatornába , gumiprofilok segítségével szorítják be a tömbsíneket. Mivel a tömbsín csak 70mm magas így folyamatos alátámasztásra van szüksége, hiszen a kis méret miatt nem terhelhető annyira, mint a szélestalpú Phoenix és Vignoles sínek. Ezt a támasztást az alátét gumilemez és az oldalsó gumicsíkok rugalmasan biztosítják. (19. ábra)



19. ábra: Tömbsín leszorítása nagypanelbe

A pályaszerkezet alapja lehet 30cm zúzottkő vagy, nagyobb forgalom esetén 20cm beton, de mindkét esetben kell 4-6cm aszfalt beton a lemez alá a rugalmasság biztosítására. Hazánkban nagymértékben elterjedt, mert nagy előnye, hogy minden munkafázis gépesíthető és fenntartást nem igényel.

Viszont jelentős hátrányai is vannak, melyek miatt a szerkezetet módosítani kellett.

A hátrányok a következők:

- Milliméteres pontosságot igénylő vasúti pályát, közúti, nagyobb tűréshatárt lehetővé tevő technológiával építették. Ez a pontatlanság jelentős élettartam és minőség romlást okozott.
- A pályalemez alátámasztása nem volt megfelelő.
- A pályalemezeket csak a sínek tartották össze, és ez kevésnek bizonyult.

A fenti hibákat olyan módon küszöbölték ki, hogy az aszfaltbeton réteg fölé, egy 80mm-es betontechnő alakú elem került és ebbe helyezték a paneleket.

1.9.1. A nagykörút

Külön foglalkoznék a budapesti villamosközlekedés egy „ikonikus” szeletével, ez a nagykörúti villamos, a 4-es, 6-os viszonylat. Azért kell kiemelnem mert több internetes és írott forrás szerint is ez a világ legforgalmasabb villamos járata. Mit jelent a legforgalmasabb kifejezés? Jelenthet: legnagyobb utasszámot, vagy legsűrűbb követési időközt, vagy legnagyobb befogadó képességű villamost. A nagykörúton mindez igaz. Napi átlag 220000 utas, csúcsidőben 90 másodperces követési időköz, és most 54 m-es egyterű kocsik. Ezelőtt, iker Ganzok közlekedtek ugyancsak 54 m hosszú kocsikkal.

Nyilván ez a rendkívüli forgalom, jelentős terhet ró a pályára is. Éppen ezért, amikor 1994-ben beindították a körúti rekonstrukciót, valami olyan pályát kellett

építeni, ami rendelkezik a merevlemez-es pályák előnyeivel, de nélkülözi a nagypaneles pályák szerkezeti hibáit. Kialakítottak tehát egy új felépítményrendszert.

Az altalajt cement alapú kötőanyaggal stabilizálták, majd erre a stabil alapra helyszínen készített 24 cm vastag vasbeton lemezt építettek. Erre a pályabetonra Phönix rendszerű sínek kerültek, amelyeket zaj- és rezgéscsillapítás céljából gumi profilokkal vettek körül. A sínszálakat nyomtávtartó rudak kötik össze 1.75 m-es közökkel. A síneket egy különleges, egyébként darúpályákhoz kidolgozott Gantry rendszerű sínleerősítéssel közvetlenül a pályabetonhoz rögzítették. A sínszálak közé burkolatként aszfaltréteg, a szélekre beton és gömbsüvegsor került.

2006-ban a Combino villamosok forgalomba állása miatt újabb pályafelújításra volt szükség, amely már érintette az áramellátást és a megállókat is. (20. ábra)



20. ábra: A nagykörút terheltsége a Margit hídon

2. Fogalmak

Ebben a fejezetben foglalkoznék a pályaszerkezethez kötődő olyan fogalmakkal, melyeket ismerni kell ahhoz, hogy a tanulandó anyag érthető legyen. És azért csak most, mert már rendelkezésre áll olyan mértékű ismeretanyag, amely segítségével a fogalom meghatározások is érthetőek lesznek.

- **Elterelődes:** Amikor egy, vagy több kerék (kerékpár), kitérőn nem a szándékolt haladási irányba megy tovább.
- **Fővágány:** A forgalmi és a rendkívüli járatok közlekedésére szolgáló vágányt nevezzük fővágánynak.
- **Kisiklás:** Amikor egy vagy több kerék (kerékpár) a sínkoronát ténylegesen elhagyja.
- **Koronaszélesség:** A földmű szélessége a koronaszinten mérve.
- **Koronaszint** / Földmű koronaszint: A földmű felső síkjának szintje a pálya tengelyében mérve.
- **Pályaszint:** A sínkeresztmetszet szimmetriatengelyének és az alátámasztás (keresztalj) felső síkjának metszéspontja.
- **Pályatengely:** A két szélső vágánytengely közötti középvonal. Egyvágányú pálya esetén egybeesik a vágánytengellyel.
- **Rézsűhajlás:** A földművet oldalról határoló rézsű meredeksége. Nagysága kétféleképpen adható meg: a rézsű és a vízszintes közötti szög kotangensével illetve tangensével.
- **Sín:** A vasúti járművek közvetlen alátámasztását és vezetését biztosító szerkezet.

- **Síndőlés:** A sínkeresztmetszet szimmetriatengelye, és a függőleges irány közötti hajlásszög tangense (értéke Magyarországon folyóvágányban 1:20, 1:40).
- **Sínkoronaszint:** A sín felső érintősíkjának abszolút magassága (íves pályán a belső sínszálon mérve).
- **Terepszint:** A természetes terep szintje a pálya tengelyében mérve.
- **Űrszelvény:** az a pályaszerkezet feletti szabványosított keresztmetszeti terület, amelyet a vasúti forgalom biztonságos lebonyolításához szabadon kell tartani.
(Gyakorlatilag egy képzeletbeli alagútról van szó a pálya körül, amibe semmi sem nyúlhat be, mert az akadályozza a vasúti közlekedést.)
- **Vágánytengely:** a nyomtávolság felezőpontjainak vonala. (Ívben nyombővítés esetén a külső sínszáltól mért fél nyomtávolságra fekszik.)
- **Vágánytengely-távolság:** A szomszédos vágánytengelyek távolsága.

Elsodrási határ: Az elsodrási határral kiemelten kell foglalkozni, mert a villamos közlekedésben az egyik legnagyobb veszélyforrásként jelentkezik. Maga a jelenség a mozgó jármű hatása a közelében tartózkodó személyekre.

Amikor egy jármű mozgást végez, az őt körülvevő légkörrel való ütközése során légörvények alakulnak ki a felülete mentén. Ezek a légörvények illetve a felgyorsuló áramlások szívó hatást fejtenek ki a környezetre. Ez a szívó hatás függ a jármű **sebességétől**, **alakjától** és a járműtől mért **távolságtól**. Ezzel együtt a mozgó járműnek pszichés hatásai is vannak a környezetében tartózkodókra, ennek a hatásnak a mértéke függ a jármű **sebességétől**, **méretétől**, a közelben lévő ember **állapotától** és a járműtől mért **távolságától**. Az így fellépő fizikai és lélektani hatások együttese akár az űrszelvénytől **2,5m**-re tartózkodó személyt is a mozgó vasúti jármű alá ránthat.

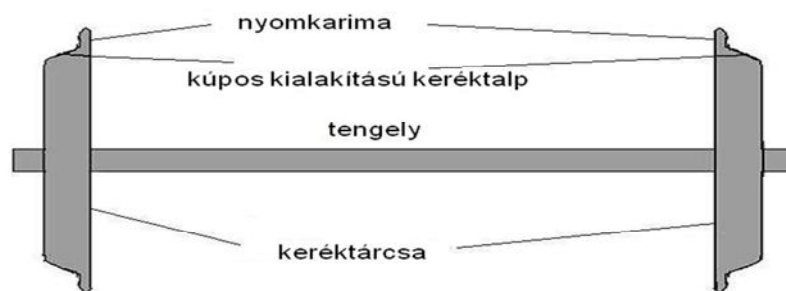
3. A kerék és a sín kapcsolata

A pálya szerkezetével, és az azt alkotó egységekkel már tisztában vagyunk, de ahhoz, hogy az következő anyagrészeket is megértsük tenni kell egy látszólagos kitérőt. Foglalkoznunk kell a vasúti kerékpárral, a sín és a kerék viszonyával.

Mint már az első fejezet végén utaltam rá, a vasúti kerékpár és a sín egy közös fejlődésen ment keresztül. Ha valamelyiken lényegi módosítást hajtottak végre, akkor a másiknak is alkalmazkodnia kellett a változáshoz. Így jutottunk el a most használatos megoldáshoz. Ismerjük meg a vasúti kerékpárt. (21. ábra **Hiba! A hivatkozási forrás nem található.**) (Persze csak annyiban foglalkozunk vele most, amennyire a Pályaismeret anyag elsajátításához szükség van rá.)

A vasúti kerékpár három fő tulajdonságában különbözik a közúton használt kerekektől:

1. A két kerék és a tengely **megbontthatatlan egységet** képez. Egymáshoz képest nem tudnak elfordulni.
2. A kerék futófelülete (a keréktalp) **acélból** van és **kúpos kialakítású**.
3. Kialakításra került a **nyomkarima**, amely a kerékabroncs belső síkján nagyjából függőlegesen helyezkedik el. Szerepe, hogy a **pályán tartja**, és **vezeti** a kereket.

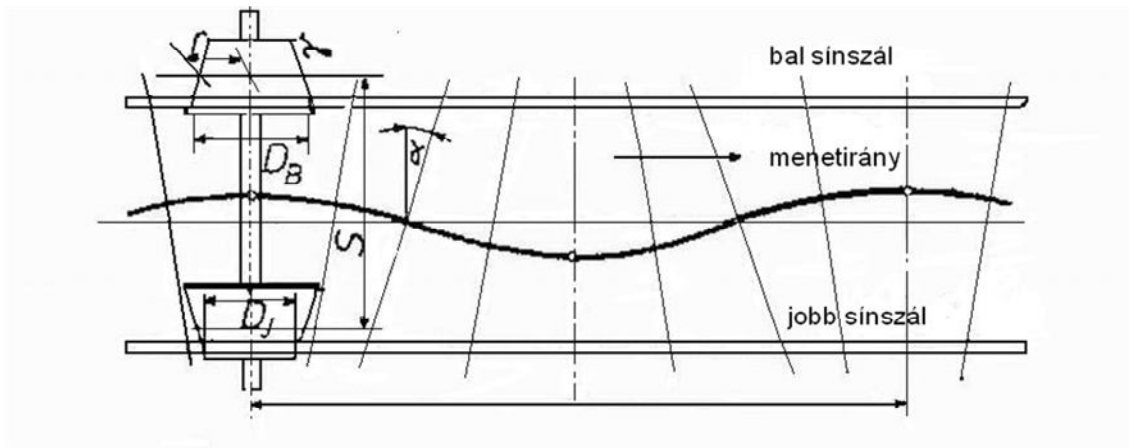


21. ábra: Vasúti kerékpár

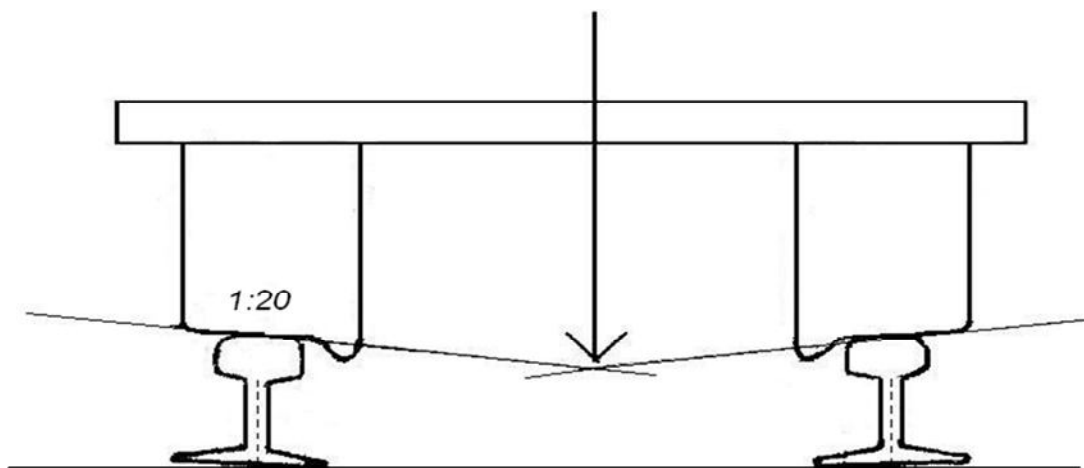
A keréktalp kúpos kialakításának két nagyon lényeges szerepe van a jármű futásdinamikája szempontjából.

1. A járművet a pályán, optimális nyomvonalon tartja.
2. Ívekben, a külső és belső ív közötti hosszúság különbségeket egyenlíti ki.

A kúposág mértéke a közúti villamos szerelvényeken 1:20. Ez az érték más nagyobb sebességre kialakított járművek esetén változik, 1:10 - 1:40 arány között alakítják a keréktalp profilt. Ez az arány (1:20) megegyezik a síndőlés arányával, a síneket is ilyen arányban döntjük a vágánytengely felé. Az így kialakított kerék-sín kapcsolat egy olyan nyomcsatornában tartja a járművet, amely számunkra a legmegfelelőbb. A vasúti járművek a vágányon egy szinuszgörbeszerű vonalon haladnak. (22. ábra) Minél elnyújtottabb ez a képzeletbeli görbe, annál optimálisabb a jármű nyomvonala. A kúpos kialakítás segítségével, gyakorlatilag két egymással tompaszöget bezáró, ferde síkra helyeztük rá a járművet. Ez a megoldás a jármű súlypontját (ami általában a hossztengely vonalában helyezkedik el) a vágánytengellyel közel párhuzamos mozgásra kényszerítjük. Egyszerűbben fogalmazva: a vágány közepén tartja a kocsit. (23. ábra)



22. ábra: Vasúti kerékpár szinuszos futása



23. ábra: Síndőlés és kerékkúposság hatása

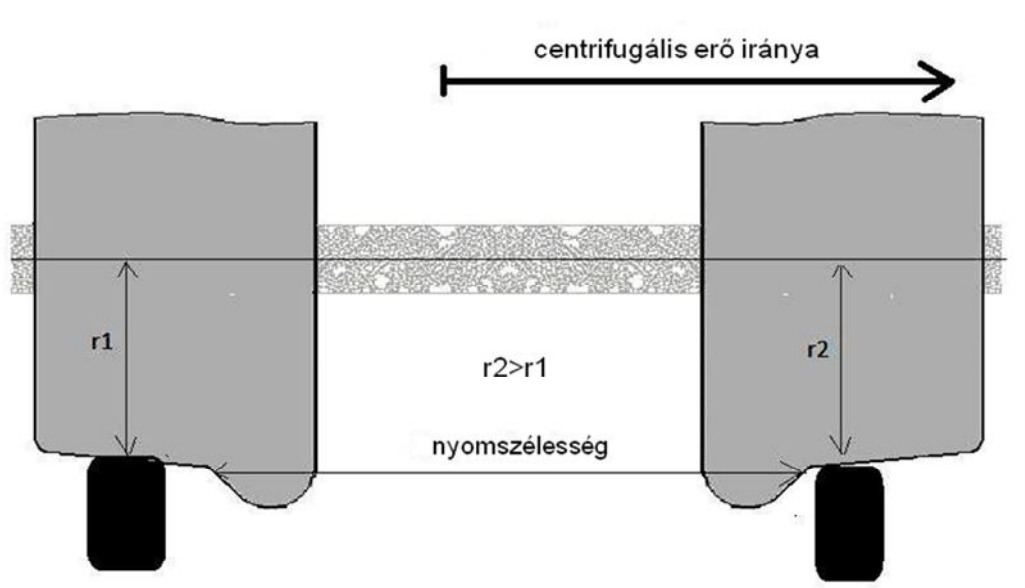
A másik nagyon fontos szerepe a keréktalp kúpos kialakításának az ívekben való közlekedésnél jelentkezik.

A vasúti kerékpárról már tudjuk, hogy a két kerék egymáshoz képest elfordulni nem tud, tehát a fordulatszámuk mindig azonos. Ez akkor okoz gondot, amikor a jármű ívben (a vasúti közlekedésben a kanyarokat **ÍVEKNEK** nevezzük) közlekedik, mert az ív külső és belső nyomvonala, esetünkben a sínzál nem egyforma hosszú.

Tehát a belső sínszálon gördülő keréknek rövidebb utat kell megtennie, mint a hosszabb külső sínen haladónak. - Ez a gumikerekű járműveknél is így van, de ott a két kerék közé beépítettek egy differenciálmű nevezetű szerkezetet, mely ezt az eltérést kompenzálni (kiegyenlíteni) tudja a két kerék fordulatszámának változtatásával.

Ha azonos fordulátú kerekkel különböző hosszúságú utat akarunk megtenni, akkor csak a kerékátmérő változtatása lehet a megoldás. Ugyanis egy nagyobb átmérőjű kerék, hosszabb utat tesz meg adott fordulatszámon, mint egy kisebb átmérővel rendelkező.

Az ívben haladó villamosra ható erők közül a centrifugális erőnek van a legjelentősebb szerepe. A centrifugális erő a körpályán mozgó tárgyat igyekszik a pályáról érintő irányba letéríteni. Ez a mi esetünkben azt jelenti, hogy a villamost a külső sínszál irányába kényszeríti. (24. ábra)



24. ábra: Kerékpár mozgása ívekben

A 24. ábrán jól látszik, hogy a külső íven mozgó kerék nagyobb sugarú (r) futókörön mozog, mint a belső íven mozgó kerék. Így elérhető a hosszabb út megtétele azonos fordulatszámon. Ha ez a megoldás nem volna, az ívekben mind a vágány mind a kerék sokkal nagyobb igénybevételnek volna kitéve.

Ahhoz, hogy ez a keresztirányú mozgása a kerékpárnak a vágányon kialakulhasson, teret kell biztosítani. Ez úgy valósul meg, hogy a kerek futófelületének belső szélei között mért távolság nem egyezik meg a nyomtávolsággal (1435mm). Ezt a távolság a **nyomszélesség** (1426mm), a két

nyomkarima és a hozzájuk tartozó keréktalp találkozása között mérjük. A **nyomszélesség** kisebb, mint a nyomtávolság. Ez a különbség általában 9mm, de 6mm és 36mm között változhat. Így mindig van egy kis játéka a kerékpárnak a vágányon, ez az oka a szinuszos mozgás kialakulásának is.

Az ívekben a szabályos mozgás elősegítésére **nyombővítést** szoktak alkalmazni. A **nyombővítés** a nyomtávolság megnövelése néhány mm-el, ezen a módon nagyobb játékot engedélyezünk a kereknek, ezzel javítva a futásdinamikát.

Az ívekben való közlekedésnél jól érzékelhető probléma a nyomkarima illetve a sínkorona kopása. Ezt régebben a sínkorona belső éleinek kenésével oldották meg, ezzel csökkentve mind a zaj, mind a kopás mértékét. A modernebb villamosokon és a nagyvasúti szerelvényeken ezt a feladatot már a járműre szerelt nyomkarima kenő berendezés látja el, amely vagy ívekben, vagy beállított időközönként a nyomkarima belső felére kenőanyagot juttat.

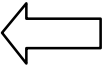
4. A vasúti pálya romlása

A vasúti pálya romlási folyamata már az építéskor megkezdődik.

A megépített vasúti pálya alkotóelemeinek, szerkezetének minőségi hibái, valamint az építési és szerelési pontatlanságai miatt sohasem lesz mértanilag, ill. szerkezetileg tökéletes. Így a tökéletestől eltérő állapot jön létre, amíg azonban ezek az eltérések a tűréshatáron belül vannak, addig a pálya az előírásoknak megfelelő, és üzembe helyezhető.

A folyamat a pályán a forgalom megindulásával folytatódik. Az idők folyamán a vonatt forgalom hatásai kedvezőtlen változásokat idéznek elő a pályában. Ez már magát a romlást jelenti. Az így kialakuló negatív változások egy természetes jelenség részét képezik hiszen ha valamit használunk - bámmennyire is rendeltetésszerűen tesszük – az kopik, romlik. A folyamat során kialakuló hibák először a szolgáltatási színvonalat csökkentik, majd a közlekedésbiztonságot is veszélyeztethetik. Az alábbi

táblázaton bemutatnám az amortizáció önmagát erősítő folyamatát. A továbbiakban a pályaelemekkel külön foglalkozunk.

A pálya romlásához (geometriaorrtítás, ágyazati anyag aprózódás, stb.) mechanikai munka szükséges		A szükséges munkát a járművek pályán való gördülése szolgáltatja. Ennek az energiának egy része a pályaállapot rontására fordítódik.
		
Minél több hiba van a pályán, annál nagyobb a pálya ellenállás. Az ilyen módon elvont energia a pálya romlására fordítódik		Mozgási energiát a pálya csak akkor vonhat el, ha a jármű irányát vagy sebességét megváltoztatja. Ehhez pályahiba szükséges.

4.1. Az alépítmény romlása

A töltések, ha nem megfelelően vannak építve, vagy a víz káros hatásaitól nincsenek kellően védve, az idő elteltével alakváltozásokat szenvednek el. Ezek az alakváltozások végzetes hatással lehetnek a pálya geometriájára, és így a közlekedés biztonságára.

- **Rézsűhámlás:** Az az alakváltozás, amelynél a rézsűből kisebb kiterjedésű részek leválnak. Ennek oka lehet, hogy a rézsű hajlása meredekebb, mint amit az azt alkotó anyag természeténél fogva lehetővé tette, vagy a csapadékvíz védelem elégtelen.

- **Rézsűszakadás:** Amikor a rézsűből nagyobb tömegű töltésrészek kagylósan kiszakadnak. Ez lehet helytelen építési mód, egyenlőtlen ülepedés, vagy vízzsák következménye is.
- **Töltésmállás:** A töltés átnedvesedése következtében a felső rész megülekszik, az alsó rész pedig két oldalra kitüremkedik.
- **Töltéscsúszás:** Az egész töltés vagy az altalajon, vagy az altalajjal együtt elcsúszik.
- **Koronadeformálódás:** Ha a koronában vízzsákok képződnek, akkor az ágyazati kavicsréteg az elsározódott alépítménybe nyomódik, így a vízzsák helyzetétől függően, változatos módon tudja deformálni a koronát.

4.2. Az ágyazat romlása

Már említettük, hogy az ágyazatnak megfelelő tömörségűnek kell lennie, hogy kellő ellenállást fejtsen ki a dinamikus hatásokkal szemben. A másik fontos követelmény a zúzottkő szemcseméretéből és alakjából adódó hézagterfogat. Legyen kellő mennyiségű, és jól elosztott „üres tér” az ágyazatban, mert ez biztosítja a szükséges rugalmasságot. Ez a hézagterfogat negatív hatások következtében feltöltődik. Ezek a hatások két csoportra oszthatók:

- Saját anyag aprózódás
 - Az üzemi terhelésből következő ütésszerű erőhatások elaprózzák az anyagot.
 - Fagy hatására bekövetkező aprózódás.
- Idegen anyag általi szennyeződés:
 - Az alágyazat hiánya, vagy elégtelensége miatt az alépítmény anyaga az ágyazatba nyomódik.
 - Szállított anyagok az ágyazatra hullnak.

- Szélhordta anyagok, növényi maradványok (esetleg átnövésből) tovább szennyezik az ágyazatot.

Ha az ágyazat hézagterfogata annyira feltöltődik idegen anyaggal, hogy a bekerülő szennyeződés már a teherviselésben is részt vesz, akkor a zúzottkő ágyazat kedvező tulajdonságai megszűnnek. Alakja megváltozik, deformálódik. Rugalmassága csökken, majd gyakorlatilag rugalmatlan lesz. Az aljak és így a sínek megbízható alátámasztása megszűnik. A sínek megsüllyednek és létrejön a süppedés, illetve más pályageometria változások következnek be.

Az ilyen jellegű problémák kialakulása elkerülhető:

- Az ágyazat, jó minőségű alágyazattal való védelmével.
- Megfelelő ágyazati anyag használatával.
- A zúzottkő ágyazat kellő időben történő cseréjével, frissítésével.

4.3. Az aljak és rögzítő szerek hibáiból adódó elváltozások

Már tanultuk, hogy az aljak és a síneket hozzájuk kötő eszközök közös feladata, többek között a megbízható nyomtávtartás és az állandó leszorítás biztosítása. Ha ez nem valósul meg akkor a sínek elmozdulhatnak az optimális helyzetükből. Létrejön a **nyombővülés**, vagy a **vágánykivetődések** valamelyik formája.

Nyombővülés: A sínszálak a csökkent leszorító erő miatt oldalirányba, kismértékben elmozdulnak egymáshoz képest. Ilyenkor a beállított, optimális nyomtávolság megváltozik. A jármű szabálytalan mozgásai fokozottan jelentkeznek, ezzel is növelve a pálya és a futómű igénybevételét.

Okozhatja: a faaljak előregedése, korhadása. Beton-aljak esetében a kapcsoló szerek rossz kiépítése, korróziója.

A nyombővülés megelőzhető pontos kivitelezéssel, jó minőségű anyagok használatával, rendszeres pályakarbantartással.

Ha már a hiba fenn áll, akkor **nyomtávtartók** beiktatásával lehet az üzembiztonságot javítani. A nyomtávtartók olyan, a két végükön menetes acélrudak, amelyeket a vágánytengelyre merőlegesen helyeznek el. A síngerinceket átfúrják, és ezekbe a furatokba a menetes végeket beillesztik, majd csavarok segítségével a sínszálak távolságát beállítják. (25. ábra)



24. ábra: Nyomtávtartó rudak

Vágánykivetődés: hézag nélküli pályákra jellemző hibajelenség. Ott ahol nagyon hosszú, folyamatos sínszalakat alkalmazunk a pályában ún. hőfeszültségek lépnek fel. Az ilyen vágányokat nagyon fontos, hogy jó minőségű, kellően védett ágyazatra építve, leszorító hatású sínleerősítésekkel szabad kialakítani. Fontos még, hogy olyan hőmérsékleten legyen fektetve, mely a szélsőséges sínhőmérsékletek átlaga. Ez a **semleges hőmérséklet**, hazánkban kb. 15 C.

A **kivetődés** a hőtágulás okozta térfogat növekedés miatt alakul ki.

Létrejöttét gátolja az aljak súlya, a jó leszorítás és az ágyazat stabilitása.

Viszont elősegíti a szabálytalan vágányfekvés, az irány vagy geometria hiba.

Fajtái: a **függőleges**-, és a **vízszintes vágánykivetődés**.

- **Függőleges vágánykivetődés:** A Nagypaneles tömörsínes pályákra jellemző.

Ha a vágányban fellépő hőfeszültség túllépi a sínszalag az acélcsatornában tartó gumiszalag leszorító erejét, a sínszalag kitüremkedik a csatornából. (26. ábra)



25. ábra: Függőleges vágánykivetődés

- **Vízszintes- vagy oldalirányú kivetődés:** Ez a fajta hiba a nyitott felépítményű, Vignoles rendszerű pályák jellegzetessége. Ebben az esetben is a sínek hőmérsékletemelkedésből adódó nyúlása legyőzi a sínrögzítő elemek leszorító erejét. Ilyenkor viszont nem fölfelé történik az elmozdulás, hanem oldalirányba. Lényegében, egy viszonylag rövid szakaszon fellépő, jelentős nyomtáv bővülés következik be.

Természetesen a vágánykivetődésekre vasúti járművel ráhaladni nem szabad, mert kisiklás következik be.

4.4. A sínek kopása, sérülései

Bármennyire pontosan hangoljuk össze a sín és a kerék kapcsolatát, mindenképpen kopások, deformálódások következnek be az egymással érintkező felületekben. Ezek felismerése hozzásegít bennünket, hogy a pályaviszonyoknak megfelelően tudjuk megválasztani a sebességet ami jelentősen megnöveli a közlekedés biztonságát.

Sín és a kerék egymásra hatása hozza létre a hibákat:

- jelentős felületi nyomás,
- súrlódás a kerékabroncs/nyomkarima és a sín között.

A felsorolt kölcsönhatások miatt változások következnek be a pályában:

- sínfej geometria változás
- nyomtávolság változás

A kopás mértéke az alábbiaktól függ:

- tengelyterhelés nagysága,
- forgalmi terhelés,
- kerékabroncs keménysége,
- kerék geometriai szabálytalanságai,
- járművek rendellenes mozgásai,
- kerekek hossz-és keresztirányú csúszásai,

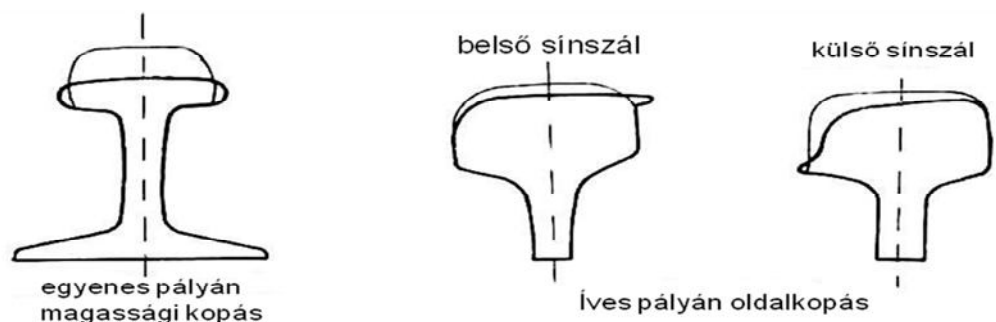
- időjárás,
- sínfej geometriája,
- sín keménysége,
- sín-alátámasztás rugalmassága,
- vágány geometriája (ív, túlemelés).

4.5. Jellegzetes sínmortizációs változások

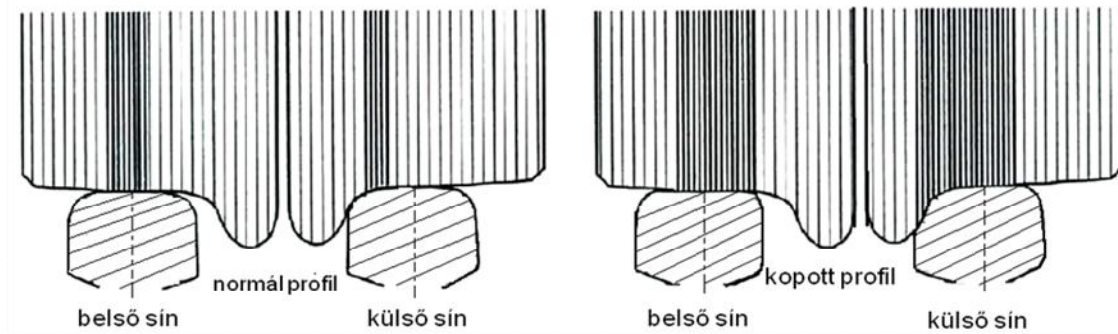
A különböző sínkopások (27.- 28. ábra) mind kialakulásuk helye, mind alakjuk szerint jól csoportosíthatóak. Egyenes, optimálisan beállított vágányokon általában a **magassági kopás** jelentkezik. Ez gyakorlatilag azt jelenti, hogy a sínfej magassága a súrlódás miatt csökken. Ez egy természetes folyamat, melyet a sín anyagának megfelelő edzésével, esetleg a terhelés csökkentésével tudunk befolyásolni.

Ívekben a sínkorona **oldalkopása** a jellemző. Ez a sínfej és a nyomkarima közötti súrlódás következménye a külső sínszálon a belső sínszál pedig egyfajta torzuláson megy keresztül mert a keréktalp a sínkorona belső szélére koncentrálja a terhelést.

Az oldalkopások mértékének csökkenését a már említett nyomkarima- vagy sínkenéssel, nyombővítés megfelelő beállításával és a későbbiekben tárgyalt kellő mértékű **túlemelés** alkalmazásával lehet elérni.



26. ábra: Jellegzetes sínkopások.



27. ábra: Normál és kopott profil

A magassági kopást a sínek cseréjével lehet csak javítani.

Az oldalkopásokat ívhegesztéses módszerrel feltöltik, majd megfelelő alakra köszörülve a sínszál újra használható.

A síneken található másik kopási forma az úgynevezett **hullámos kopás**.

A sín futófelületén szabályos egymásutánban, szemmel is jól láthatóan, hullámhegyek és hullámvölgyek követik egymást.

Fajtái:

❖ **Rövid hullámos**, más néven **barázdás** kopás.

A hullámhegyek távolsága 30 – 80 mm. Főleg egyenes szakaszokon és nagysugarú ívekben alakul ki. Erőteljes zaj- és rezgéshatást okoz, növeli a jármű és a vágány dinamikus terhelését. Kialakulásának oka nem pontosan tisztázott.

Megjelenésében szerepet játszhat:

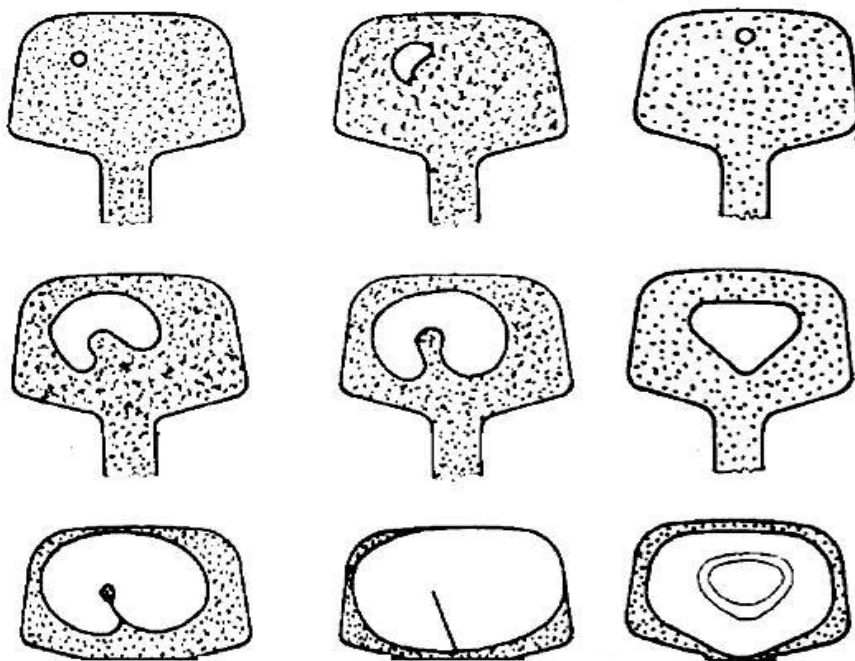
- A kerékpárok szinusz futása
- A tengelyek torziós rezgései
- Sínfelület korróziója
- Sínanyag tulajdonságai

- ❖ **Hosszú hullámos kopás.** A hullámhegyek távolsága (hullámhossz) 80 - 300 mm. Általában ívek belső sínszálán találkozhatunk vele. Kialakulásának oka a nem megfelelő nyombővítés és a túlemelés hiánya.

A hullámos kopásokat a sínek köszörülésével tudják javítani.

A sínek egyéb hibái:

- **Síntörések.** Oka lehet:
 - Elégtelen alátámasztás
 - A hőmérsékletváltozásból adódó méretváltozások nem megfelelő kezelése.
 - Rossz pályaépítés, karbantartás
 - Anyaghibák
 - Túlterhelés
- **Sínvégek elverődése:** a sínillesztéseknél a sínvégek elkopnak.
- **Sínekben található vese alakú törések** (29. ábra).
 - Gyártási technológia hibája
 - Gázzárványok az anyagban
 - Hengerelési hibák
 - Nem megfelelő anyagszerkezet



28. ábra: Vese alakú törések

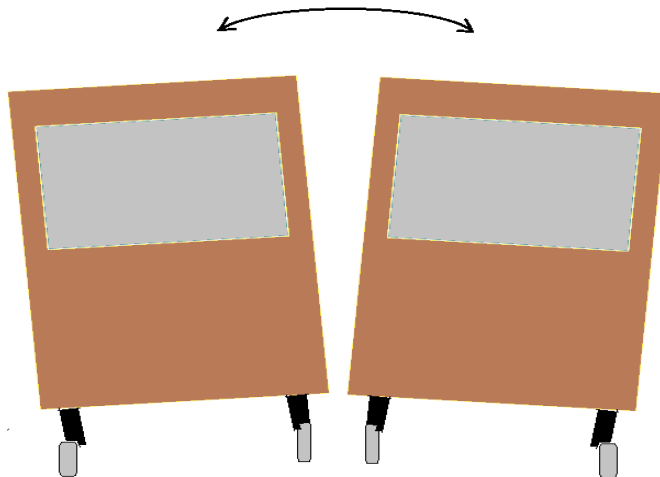
A síneken előfordulhatnak még a kerék megcsúszásból és kerékkipörgésből származó kopások, amelyek jelentősen növelik a pálya és a vasúti jármű igénybevételét, ezzel emelkednek a karbantartási költségek és csökken a pálya élettartama. Az utóbb említett hibák számát a megfelelő sebesség kiválasztásával és a jól megválasztott vezetéstechnikával lehet csökkenteni.

5. A vasúti járművek mozgása a pályán

A vasúti jármű optimális mozgása az előre haladó, a pálya tengelyével párhuzamos mozgás. Ez az optimális mozgás csak teljesen ideális, szinte csak laboratóriumi körülmények között jöhetne létre. A külső körülmények miatt szabálytalan mozgások lépnek fel, amelyek rontják a futásdinamikát, lengésre kényszerítik a kocsiszekrényt, illetve növelik a pálya és a futómű igénybevételét. Hat különböző jellegű szabálytalan

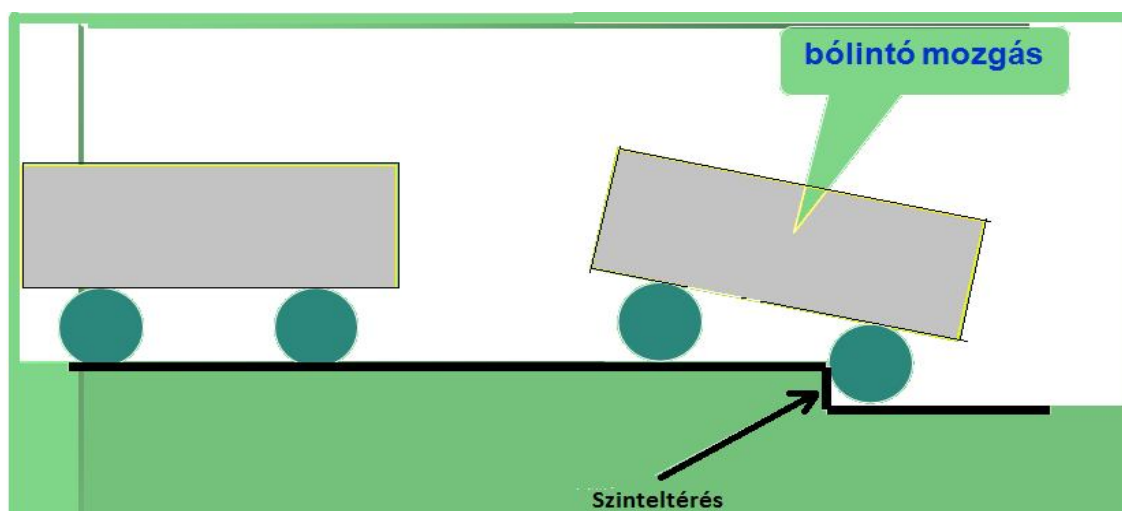
mozgást különböztetünk meg egymástól, de csak a három legfontosabb típust tanuljuk. Ezek a szabálytalan mozgások ugyan jól elkülönülnek egymástól, de általában kettő vagy három kombinációja együtt, egymást befolyásolva jelentkezik.

- **Kígyózó mozgás:** A kerekek kúpossága és a nyomjáték, a két sínszál közötti ingázó mozgás kialakulásához vezet. Ez a már bemutatott szinuszos futás. (22. ábra: Vasúti kerékpár szinuszos futása) Ennek az intenzitása jelentős mértékben függ a jármű sebességétől, és műszaki állapotától is.
- **Támolygó mozgás:** A két párhuzamos sínszál relatív magasságkülönbségéből, vagy a kétoldali hordrugók karakterisztikájának különbségéből kialakuló oldalirányú lengő mozgást, nevezzük támolygó mozgásnak. (30. ábra)



30. ábra: Támolygó mozgás

- **Bólintó mozgás:** A sínillesztéseknél, illetve más a sínszálban előforduló magasság különbségeknél (pl. süppedés) magassági lépcső keletkezik. Az ilyen szintkülönbségeken fel- illetve lefelé billenő jármű ún. bólintó mozgást végez. (31. ábra)



29. ábra: Bólintó mozgás

5.1. A vasúti járműre ható ellenállások

Földi körülmények között, a mozgó járművek haladását különböző környezeti tényezők akadályozzák. Ez természetesen vonatkozik a vasúti járművekre is. A vasúti járművek mozgásához vonóerő szükséges. Ezt az erőt a járművön található motorok szolgáltatják. A jármű sebességét a vonóerő és az ellenállások különbsége határozza meg.

A járművekre ható ellenállásokat két csoportra osztjuk. Az egyik csoport: az **alapellenállások** csoportja. Ezek az ellenállások a jármű mozgásakor mindig jelen vannak. A másik csoport a **járolékos ellenállások** csoportja. A járolékos ellenállások bizonyos plusz feltételek fennállása esetén jelentkeznek. Fontos tudni, hogy az ellenállások összeadódnak és együttesen akadályozzák a jármű haladását.

➤ **Alapellenállások:**

- **Légellenállás:** A mozgó járművek ütköznek a nyugalomban lévő levegő molekuláival és ez akadályozza a jármű haladását. A légellenállás mértéke nagymértékben függ sebességtől. Méghozzá a sebességváltozás mértékével négyzetesen arányos. Ez azt jelenti, hogy kétszer akkora sebességnél négyszer akkora értékű légellenállás jelentkezik, háromszoros sebességnél már kilencszeres a légellenállás.

Függ még a felület nagyságától és alakjától, illetve a közeg sűrűségétől.

- **Gördülési ellenállás:** A kerék és a sín érintkezésénél a kerék egy kicsit mindig belesüllyed a sín felületébe. Egyfajta rugalmas alakváltozást okoz. Ebből következik, hogy a keréknek állandóan egy kicsiny mélyedésből kell kikapaszkodnia. Vagy úgy is fel lehet fogni, mintha a kerék a sín felületét hullámként tolná maga előtt.
- **Csapsúrlódási ellenállás:** A forgó tengelycsap és a csapágy közötti súrlódás miatt jön létre.
- **Ütközési ellenállás:** A hevederes sínillesztéseknél létrejövő magassági lépcsőknél történő sín-kerék ütközés is mozgási energiát emészt fel.

A szakirodalom egy része ezt az ellenállást az alapellenállások közé sorolja. Más szakkönyvek és az én véleményem szerint is inkább járulékos ellenállás.

➤ **Járulékos ellenállások:**

- **Emelkedési ellenállás:** Emelkedőnek haladó járműre a lejtőirányú erők (gravitáció) hatnak ellenállásként.
- **Ív ellenállás:** Az ívekben közlekedő jármű a vonóerejének egy részét, a centrifugális erő által okozott plusz súrlódások leküzdése emészti fel.
- **Szél ellenállás:** A jármű haladási irányával ellentétes irányú légmozgás lassító ereje is vonóerőt emészt fel.

- **Alagút ellenállás:** Ez a közúti villamos közlekedésben nem számottevő. Lényege, hogy az alagútban a mozgó jármű összesűríti és maga előtt tolja a levegőt.
-

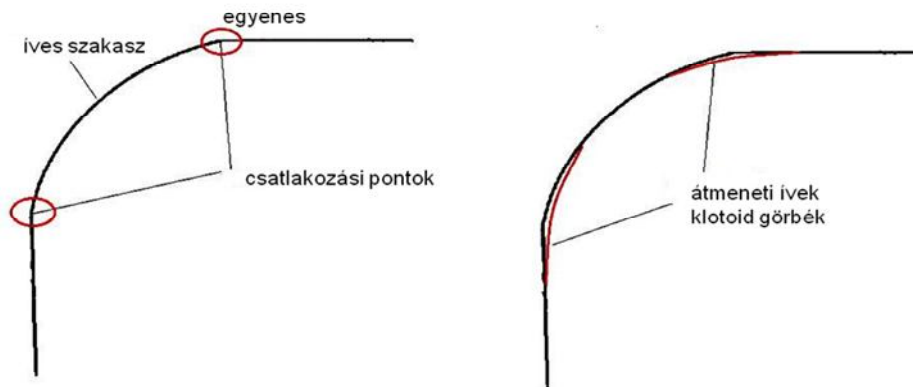
6. A vasúti pálya vonalvezetése

A **vonalvezetés** a pálya térbeli helyzetének a meghatározása. Megkülönböztetünk **vízszintes** és **magassági** vonalvezetést.

6.1. Vízszintes vonalvezetés.

Ha egy vasútvonalat vagy bármely út vonalát nézzük egy térképen, akkor azt látjuk, hogy ez az út csak egyenes és íves szakaszokból tevődik össze. Ez a pálya vízszintes vetülete. Ezeknek az íveknek és egyeneseknek a kialakítását mutatja meg a vízszintes vonalvezetés. A vasút vízszintes vonalvezetése jelentősen befolyásolja a szerelvények legnagyobb engedélyezett sebességét.

A vízszintes vonalvezetés elemei mint már említettem az egyenesek és az ívek. Viszont egy egyenest és egy kanyarulatot, ha összekötünk, akkor a kötésponthoz egy könyök alakul ki. Az ilyen könyökök a hirtelen irányeltérés miatt erősen igénybe veszik a pályát, és a járművet illetve csökkentik az utasok komfortérzetét. Ezért az egyenes és íves szakaszok közé ún. átmeneti íveket iktatnak be, ezzel optimalizálva a vonalvezetést. Ezek az átmeneti ívek ún. **klotoid görbék**. A klotoid olyan görbe, amelynek minden egyes pontjához tartozó ívsugár, és a kezdőponttól az adott pontig terjedő ívhossz szorzata állandó. (32. ábra)



30. ábra: Átmeneti ívek

Az ívek méretét az ívsugárral (r) lehet megadni. Az ív gyakorlatilag egy körszelet. Minél rövidebb a sugár, annál szűkebb az ív. A vasúti járműveknél típustól függ, hogy mi az a legkisebb sugarú ív, amibe még biztonságosan behaladhatnak. Ez a paraméter a **Legkisebb bejárható ívsugár** névre hallgat. Olyan pályaszakaszokra, ahol az adott típusra engedélyezett ívsugaraknál kisebb sugarú ív is van azt a típusú járművet járatni nem szabad.

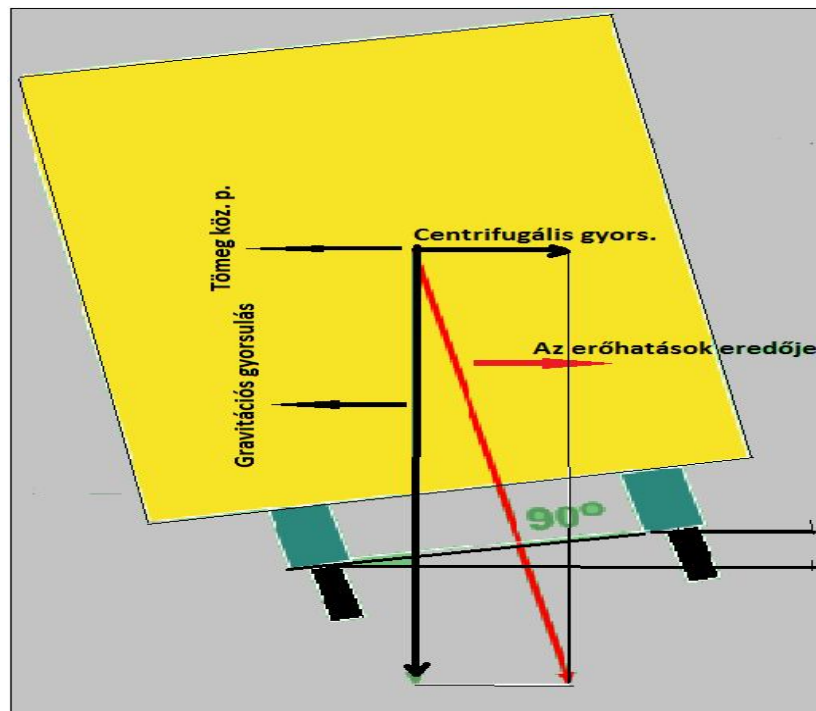
Az ívekben való közlekedésnél nagyon fontos a sebesség helyes megválasztása. Ívekbe behaladni csak az Forgalmi utasításban meghatározott módon szabad. Figyelembe kell venni, hogy a centrifugális erő nagysága összefügg a sugár hosszával, itt fordított arányosság áll fenn, és négyzetes arányban áll a sebességgel. (Ezt az összefüggést már tapasztaltuk a légellenállásnál is.)

A kerék és a sín kapcsolatánál már tanultuk, hogy az ívekben a könnyebb futás érdekében **nyombóvítést** is alkalmaznak.

A centrifugális gyorsulás következtében a jármű az ívből sugár irányban ki akar mozdulni. Ezen felül a hordrugók összenyomódása miatt a jármű szabálytalan mozgása felerősödik, ezeket a káros hatásokat lehet csökkenteni a **túlemelés** segítségével.

A **túlemelés**: lényegében a külső sínszálat a belső sínszál szintje fölé emelik, ezzel a megoldással a pálya járósíkját az ív középpontja felé döntik. Így elérhető az, hogy a járművek nagyobb sebességgel, biztonságosabban közlekedhetnek az ívekben. Csökken a vágányok, és a pálya igénybevétele, mivel a centrifugális gyorsulásból keletkező többleterők egy részét nem a külső sínszál koptatására és

sugár irányú feszítésére használjuk, hanem a síneken, ágyazaton keresztül az alépítményre visszük át. (33. – 34. ábra)



31. ábra: Erőhatások alakulása túlemelésnél.



32. ábra: Jelentős mértékű túlemelés.

A közúti villamos vasútnál a pálya vonalvezetését az útburkolattal, és az út vonalvezetésével való szoros kapcsolat jellemzi. Ezért a villamos közlekedésben sok esetben kell szűk íveket alkalmazni, és a túlemelés is csak nyitott felépítményű szakaszokon oldható meg a legtöbb esetben.

6.2. Magassági vonalvezetés

Aki már közlekedett az tapasztalta, hogy az utak nem csak vízszintes vonalak mentén helyezkednek el, hanem a legtöbb esetben változó mértékű emelkedők és lejtők alkotják a terepet. A felszín domborzati viszonyait lehetőségekhez mérten követni kell a pálya nyomvonalának. A pálya függőleges vetületét nevezzük **magassági vonalvezetésnek**.

A magassági vonalvezetés elemei a **vízszintes szakaszok**, a **lejtős szakaszok** és a különböző értékű lejtők, illetve a lejtők és vízszintesek csatlakozási pontjainál kialakuló **lejtőtörések**. A lejtőtöréseket függőleges körívvel le kell kerekíteni, lágyítani kell. Ugyanabból az okból, amiért a vízszintes vonalvezetésnél az átmeneti ívek használata szükséges.

A villamos közlekedésben két pályatípust különböztetünk meg a magassági vonalvezetés szempontjából.

- **Hegyipálya:** A pálya emelkedése meghaladja legalább egy kilométer hosszban a **40‰**-et. A 40 ‰-es emelkedő azt jelenti, hogy a szintkülönbség 1 km távolságon 40 m. Ilyen pályaszakaszokon csak meghatározott jármű típusok mehetnek, és csak Hegyipályára érvényes Társasági igazolással rendelkező járművezetők dolgozhatnak.
- **Nem hegyipálya:** A vonalon nincs olyan pályaszakasz, amely a hegyipálya feltételeinek megfelelő.

7. Kitérők és vágányátszelések

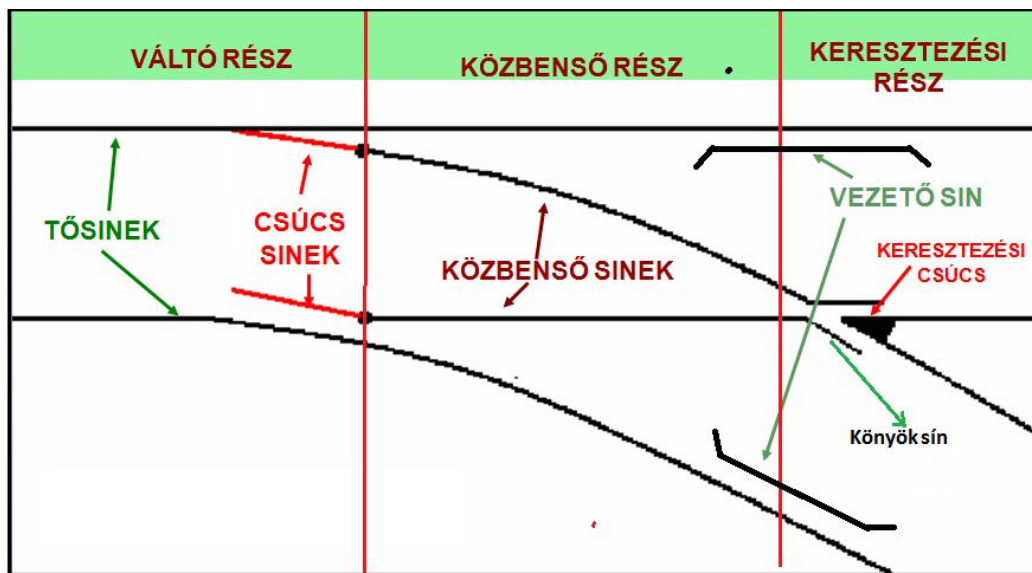
Az eddig megtanultak alapján már kialakult egy kép bennünk a pályáról, a járműmozgásokról és a fontosabb összefüggések is bemutatásra kerültek. Tudjuk, hogyan közlekedik a villamos vízszintes és emelkedős pályán, de még mindez csak

egy nyomvonalra vonatkozik. Nem ágazott még el a pálya, és nem létesítettünk kereszteződést. Márpedig ezek nélkül eléggé problémás lenne jól funkcionáló vasútvonalat létre hozni. Az elkövetkezőkben az ehhez szükséges felépítményi szerkezeteket fogjuk megismerni.

7.1. Kitérők

Kitérő: olyan vágányba (vagy kúszó kitérő esetén vágányra) épített felépítményi szerkezet, amely a vasúti szerelvények részére lehetővé teszi az egyik vágányról a másikra történő folyamatos áthaladását. (35. ábra)

- váltó
- keresztezés (fontos, hogy **nem** „kereszteződés”)
- a kettőt összekötő vágányzat (közbenső rész).



33. ábra: Kitérő.

A kitérők lehetővé teszik a vágányok elágaztatását két nagyon speciális esetben több irányba. Többirányú kitérőket a tudomásom szerint hazánkban nem alkalmaznak.

A kitérő részeivel kiemelten kell foglalkozni, főleg a váltóval, amit a végére hagyok, mert az a legfontosabb része, és egy sokkal részletesebb ismertetést igényel.

A **keresztezési résznél** találkozik a két közbenső sín. Ebben a pontban különleges kialakítás szükséges, hogy a nyomkarima útja mind egyenes, mind kitérő irányba biztosított legyen. A keresztezés helyén mind a két sínszál megszakad, és a kerék támasztását a könyöksínek biztosítják. A kerék biztonságos megvezetését pedig az ellenkező oldalon található vezető sínek teszik lehetővé.

A **közbenső rész** gyakorlatilag összeköti a keresztezést a váltóval, ez határozza meg a kitérő ívsugarát, geometriáját. A közbenső sínek állhatnak egy egyenes és egy túlemelés nélküli íves sínszálból, de a geometriából következhet, hogy két íves sínszálból tevődik össze. A közbenső részben folytatódnak a **tősínek** is. A tősínek azok a kitérő részét képező sínszálak, amelyek folyamatosan, megszakítás nélkül vezetik a kereket. Amint a 33. ábra mutatja, tősínből is van egy íves és egy útját egyenesen folytató szakasz. Persze ha a kitérő olyan kialakítású, hogy nincs egyenes iránya, akkor a tősíneknek is mindkettőnek ívesnek kell lenni, ezt köríves kitérőnek, ha pedig teljesen szimmetrikus, akkor részarányos kitérőnek nevezzük. (36. ábra)



34. ábra: Részarányos kitérő

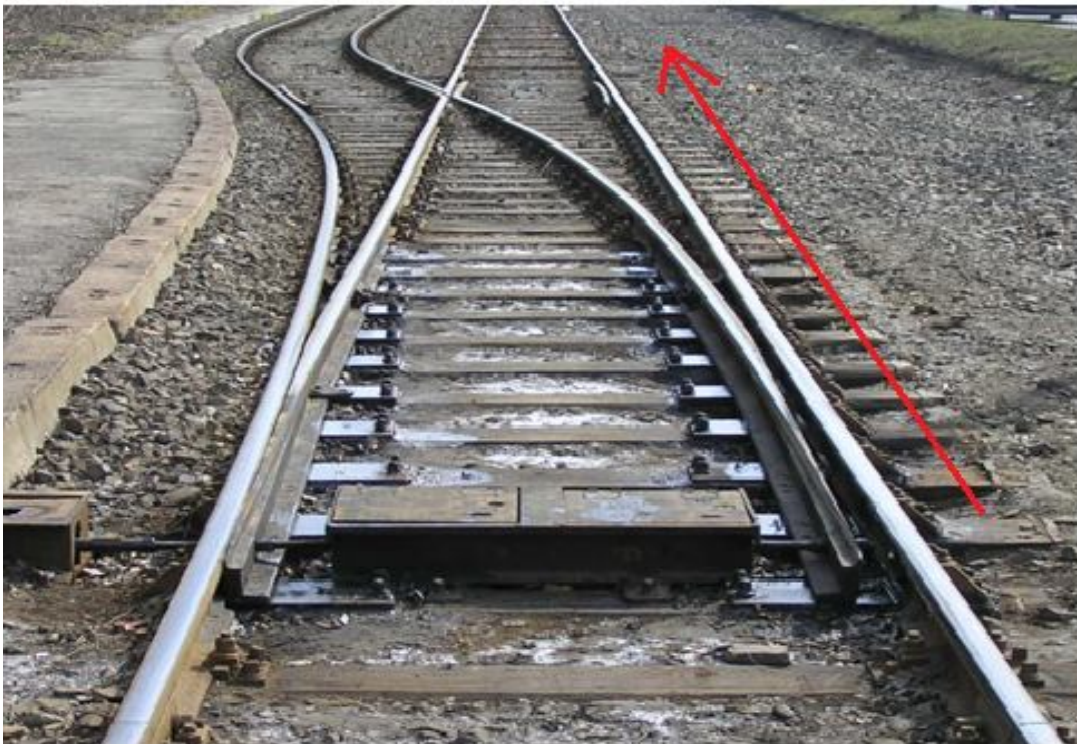
7.2 Váltók

A váltókról jó bőven fogunk tanulni, mert a váltó rész a pálya egyik legfontosabb, és fokozottan veszélyes része. A váltókkal a forgalmi utasítás is kiemelten foglalkozik. Itt következik be a balesetek jelentős része. Ez nem csak az események számában, hanem a súlyosságában is jelentkezik. Kisiklások, ütközések, **villamos felborulása**, lehetne még folytatni, de ennek nem itt van a helye. Ezek a balesetek általában a váltó nem ismeretére, figyelmetlenségre, szabálytalanságokra vezethetők vissza.

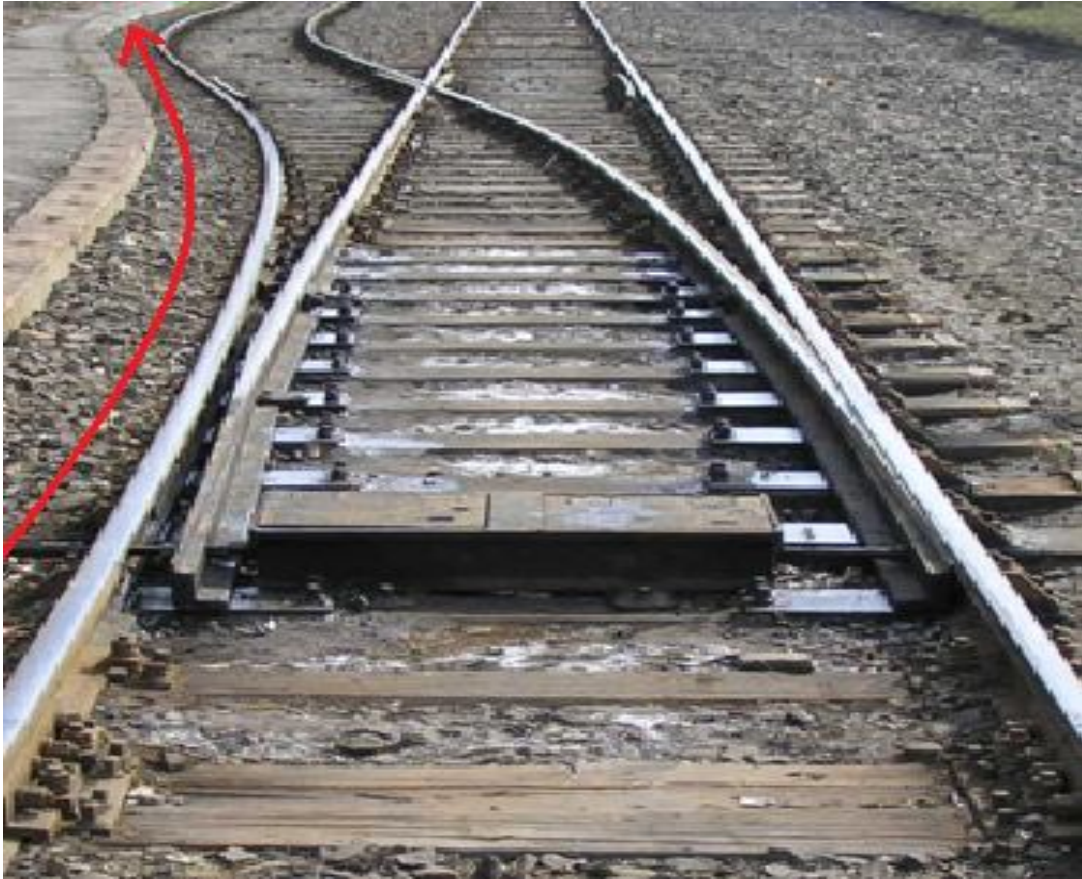
A **váltó**: képezi a kitérő elejét, áll két mozgatható **csúcssín**ből és két szilárdan rögzített **tőssín**ből. A csúcssín az alátámasztást szolgáló görgős, vagy csúszó **sínszékeken** tudnak elmozdulni vízszintes irányban. Az elmozdulásukat a csúcssínek tövében, az ún. **váltógyök**ben elhelyezett forgócsapok, vagy a csúcssínek anyagának rugalmassága teszi lehetővé. Ahhoz, hogy a csúcssín csak

együtt, egymással párhuzamosan tudjanak mozogni, egy úgynevezett **összekötő rudazattal** egymáshoz kell kötni őket.

A váltó két irányba terelhet, ennek alapján két állása van. Az irányok megnevezése: **kitérő** (fontos, hogy a kitérő, mint felépítmény rendszer, és a kitérő irány nem összekeverendő) vagy **egyenes** irány. Akkor beszélünk egyenes irányról, ha a villamos kereke az egyenes tősinre terelve folytatja útját. (37. ábra)
Kitérő iránynak értelemszerűen az íves tősinre tereléskor nevezzük a váltó irányát. (38. ábra)



35. ábra: A váltó egyenes iránya



36. ábra: A váltó kitérő iránya

A váltó akkor terel megfelelően, ha a csúcssín azon az oldalon, amerre a szándékolt haladási irány van, kellő hézagot hagy a nyomkarimának, a másik oldalon pedig szorosan simul a tőssínhez. A biztonságos terelést különböző a váltóba épített berendezések segítségével tudjuk megvalósítani. Attól függően csoportosítjuk a váltókat, hogy ezek a berendezések milyen állítást tesznek lehetővé, illetve mennyire biztonságos és ellenőrizhető a működésük. A váltóra két főirányból lehet ráhaladni:

- **Csúcsirányból:** Ilyenkor a szerelvény kerekei a váltócsúcsot érintik előbb, létrejön a terelés. Ez a veszélyesebb megközelítés. Csúcsirányból való ráhaladást az Utasítás szigorúbban is szabályozza. (39. ábra)
- **Gyökirányból.** Gyökirányból való ráhaladásnál a kerekek a csúcsok forgáspontját (gyökét) érintik előbb. Az ilyen megközelítésnél jöhetünk kitérő irányból és egyenes irányból. Ha a váltó gyökirányból történő ráhaladásnál a

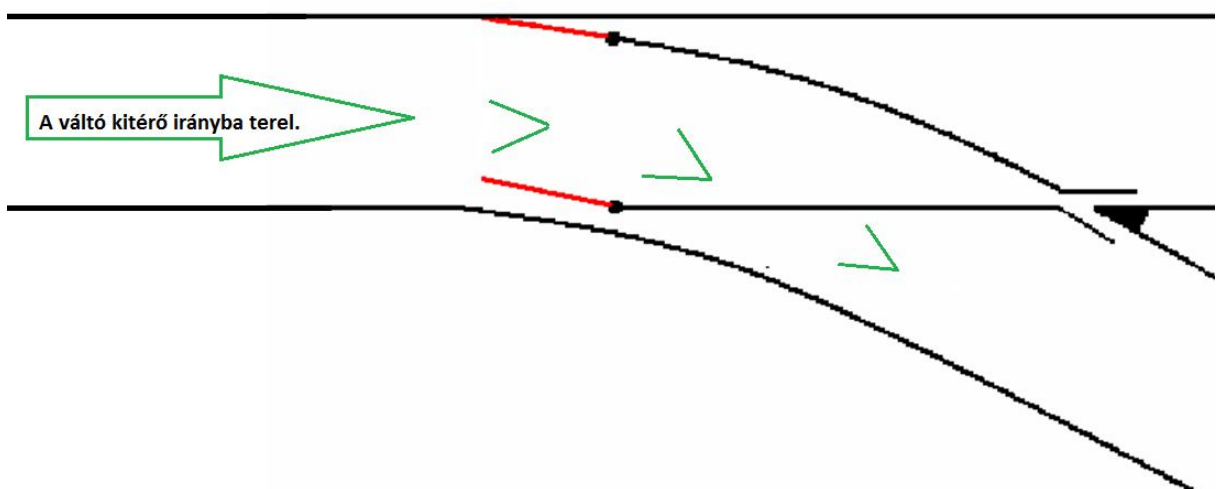
haladási iránynak megfelelően áll, akkor a szerelvény vezetőjének különösebb teendője nincs.

- Viszont előfordulhat, hogy a váltó nem a haladási iránynak megfelelően áll. Pl. a szerelvény kitérő irányból közelíti meg a váltót, de az egyenes irányban áll. Ebben az esetben a váltó típusa határozza meg a további teendőket.

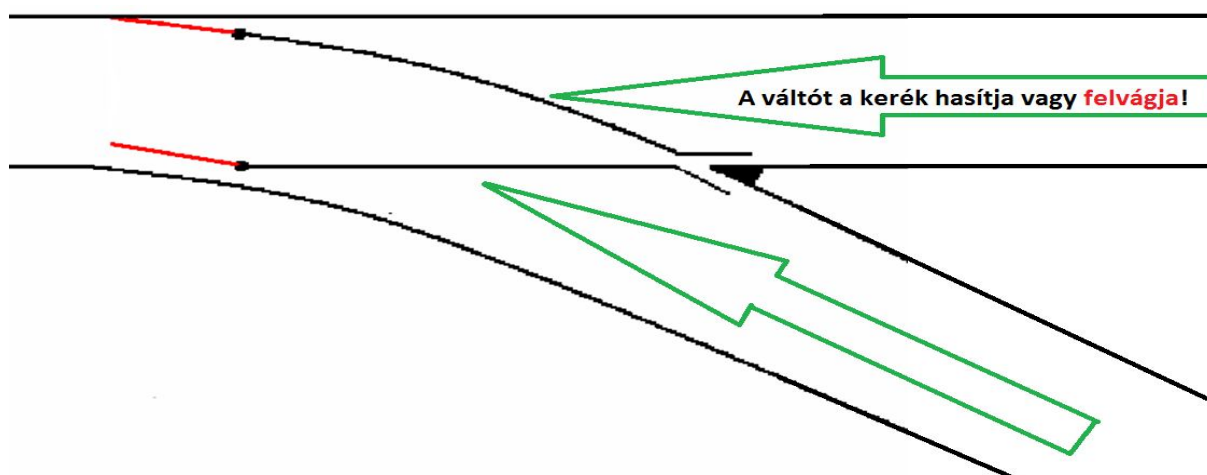
Ha a váltó **hasítható**, akkor a szerelvény az Utasításban előírt sebességgel, a váltót **felhasítva** áthaladhat rajta.

Mi az a **hasítás** illetve a **hasítható váltó**? Egy váltó akkor hasítható, ha mechanikus csúcssín-rögzítéssel **nincs** ellátva, és gyökirányból való közlekedésnél a szerelvény kereke a váltócsúcsot szerkezeti sérülés nélkül a kívánt haladási irányba tudja állítani. Maga a hasítás pedig a fent leírt folyamat.

Ha a váltó el van látva mechanikus csúcssín-rögzítéssel vagy valamely más okból nem hasítható, akkor a váltóra gyökirányból ráhaladni csak akkor szabad, ha a váltó az érkezési iránynak megfelelően áll, vagy előtte megálltunk és a szerelvény vezetője a váltót a **megfelelő irányba** állította. Ha mégis ráhaladunk a nem hasítható váltóra úgy, hogy azt a keréken található nyomkarimával állítjuk, akkor szerkezeti sérülések következnek be, esetleg kisiklás történhet. Ezt a szabálytalan műveletet **váltófelvágásnak** nevezzük. Természetesen a **váltófelvágás szigorúan tilos**. (40. ábra)



37. ábra: Csúcsirányból való ráhaladás



40. ábra: Gyökirányból történő ráhaladás.

7.2.1. A váltók állítása

A váltókat a továbbhaladáshoz szükséges irányba beállíthatjuk a **helyszínen**, és **távvezérléssel**. Ezzel már be is mutattam a váltók csoportosításának egyik lehetőségét. Azért kell valamilyen módon csoportosítani a váltókat, mert a különböző típusú váltók más-más szabályok szerint kezelhetők. Ezeket a szabályokat a Forgalmi utasítás és a különböző kiegészítései tartalmazzák. Ha találunk közös pontokat az eltérő váltószerkezetekben és az ilyen hasonlóságok mentén alkotott csoportokra alakítanak ki szabályozást, egy sokkal átláthatóbb rendszert kapunk, mintha minden egységet külön kezelnénk.

Tehát csoportosítás a váltók állítási módja szerint:

- **Helyszíni kézi állítású váltók.**
- Állíthatóak: váltóvassal, állító szerkezettel
 - Kézi állítású ellensúlyos váltó. (állító szerkezet)
 - Rugós kulisszás váltó. Ez felszerelhető rögzítő bilincssel is. (váltóvas)
 - Hanning & Kahl váltók. A továbbiakban csak Hanning váltó. (váltóvas)

- Motoros váltó. **Csak erre kiképzett dolgozó**, és csak ha a munkaköre lehetővé teszi. (állító szerkezet)
- **Távvezérléssel állítható váltók.**
 Állíthatóak: Elektromágnes, villanymotor.
 - ❖ a járművezető által szánszerkezet segítségével,
 - ❖ a járművezető által nyomógomb, vagy egyéb kapcsoló segítségével,
 - ❖ a járművezető által a járműbe épített rádiós jeladó segítségével,
 - ❖ a berendezés kezelésére beosztott dolgozó segítségével,
 - ❖ a járműbe épített fedélzeti információs rendszeren keresztül, önműködően.
- Rugós kulisszás váltó. (Elektromágnes)
- Hanning váltó. (Speciális elektromágneses működés)
- Motoros váltó. (Villanymotor)
- **Csak a pályaszolgálat által állítható váltók.**
 - Rugós visszacsapó váltó.
 - Utánjáró váltó.
 - Kiszögelt váltó.

7.2.2. Váltók működése

A következőkben működésük és az ebből adódó sajátosságok szerint vizsgáljuk a felsorolt váltókat.

Ahhoz, hogy ez a fejezet érthető legyen, ismét új fogalmakat kell megtanulni.

- **Visszacsapó jellegű váltó:** (ténylegesen visszacsapó váltót kellett volna írnom, de ezt a fogalmat a Forgalmi utasítás egy adott váltótípusra használja, így zavart okoznék egy tágabb meghatározással.) A visszacsapás azt jelenti, hogy a váltó a hasítás után mindig visszaáll az előzőleg beállított helyzetbe és úgy is marad.
- **Utánjáró váltó:** A váltó csúcssínének nincs végállása. Semmi nem rögzíti a tősinékhez, nem terel biztonságosan. Az ilyen váltó csak összefutó vágányokon helyezhető el, csak gyökről közlekedünk rajta. (41. ábra)



38. ábra: Utánjáró váltó

- **Kiszögelt váltó:** A váltócsúcsok valamely irányban a tősinhez oldhatatlan módon rögzítve vannak. Mind csúcs, mind gyökirányból csak a beállított irányba járható.

A váltók működtetése nagyon egyszerű elven történik. A két csúcssínt összekötő váltórudazatot valamilyen végállásban tartó és mozgató szerkezettel kötik össze. Mint már említettük az összekötő rudazat feladata, hogy a csúcssínek csak együtt és

csak a beállított mértékben tudjanak elmozdulni. Ha ezt a rudazatot hozzáuk megbonthatatlan kapcsolatba az állító szerkezettel, akkor egy megbízható, biztonságos rendszert kapunk.

7.3. Rugós visszacsapó váltó

Az egyik legegyszerűbb váltó. A feladata, hogy csúcsirányból mindig a beállított irányba terel, de gyökirányból, kitérőből is és egyenesből is át lehet haladni rajta, hasítás után mindig visszaáll a beállított irányba. A végállásban tartását rugórendszer biztosítja. Ez állhat egy, ill. két húzórugóból, melyeknek az egyik vége tartósan rögzítve van, a másik pedig a csúcssínhez kapcsolódik. Járművezető a váltót a beállítottól eltérő irányba állítani nem tudja. A váltó rugórendszere általában a vágányok között helyezkedik el nyitott, jól látható módon. (42. ábra)

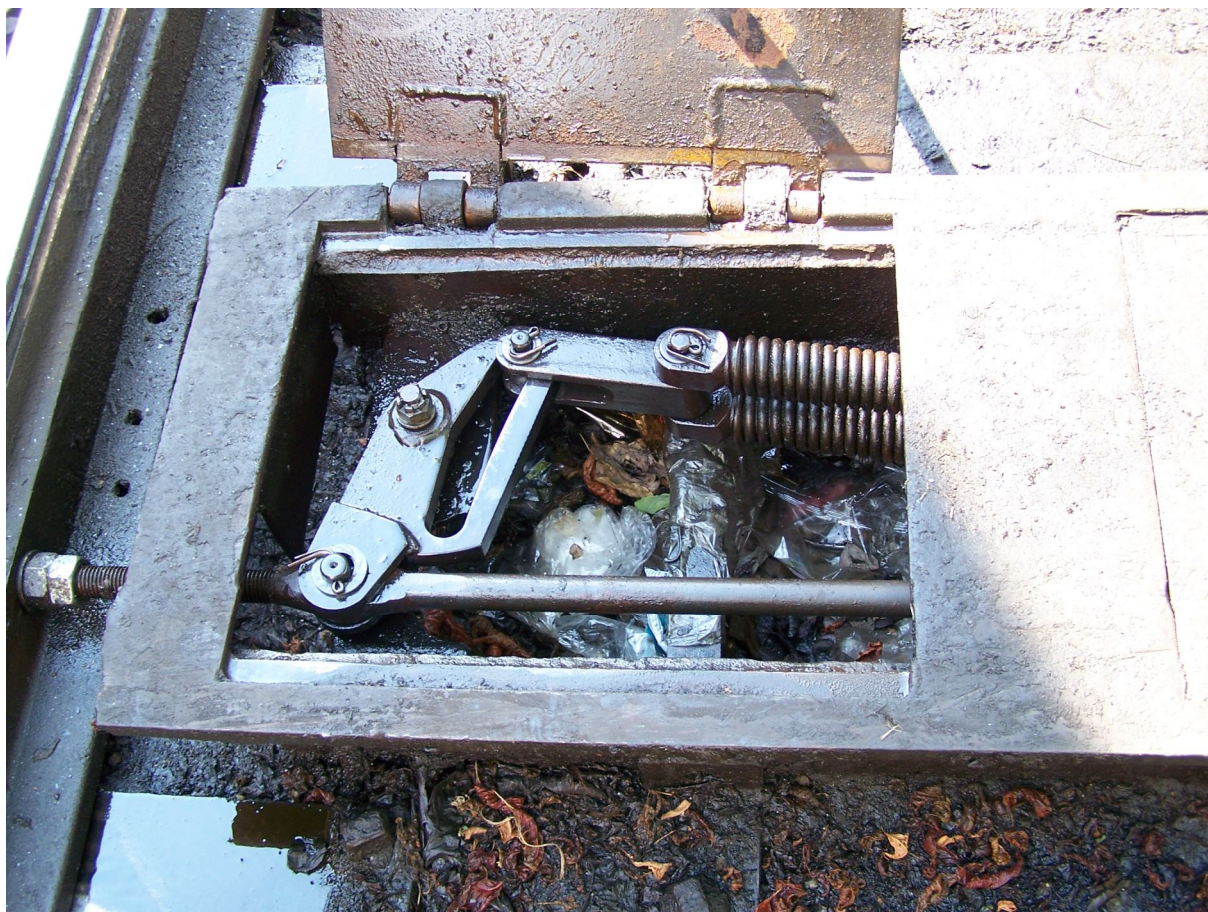


39. ábra: Rugós visszacsapó váltó

7.4. Rugós kulisszás váltók

Nagyon gyakran használt, egyszerű, de megbízható szerkezet a kulisszás váltó. Több formája létezik, de mindet nem fogjuk tárgyalni. Előnye, hogy akár a helyszínen kézzel lehet állítani, akár távvezérléssel is, valamilyen berendezés segítségével működtethetjük. Kézi állításnál a működtetés váltóvassal történik. A váltóvasnak kialakíthatnak **oldalhüvelyt**, vagy a csúcssín és a tősin közé egy erre a célra kialakított bemarkolat kerül és a váltóvassal innét lehet átfeszíteni a csúcssínt a másik irányba. Távvezérlés esetén, elektromágneses elven működtetjük. A kulisszaszerkezet ellátható még egy könnyen kezelhető bilinccsel. Ennek a szerepe, hogy a bilincs lezárásával a váltót visszacsapó rendszerűvé tudjuk alakítani.

A kulisszaszerkezet működése: a váltórudazat egy kétkarú emelő elvén működő, középen alátámasztott acél elem egyik végéhez van rögzítve. Ez a kulissza. Ebbe az elembe egy hosszanti horonyba húzórugó által feszített csúszócsap van beillesztve. Az előfeszített húzórugó a csúszó csap segítségével folyamatosan feszíti a kulisszát. Mivel az a közepén el tud fordulni, a csap az emelőkar valamelyik vége felé igyekszik és így vagy az egyik, vagy a másik végére kerül ki. A billenő emelőkar mozgása pedig a hozzá rögzített rudazat segítségével a váltó csúcssíneit mozgatja, illetve tartja végállásban. A váltó állítása a rudazat mozgatásával történik. Ha mozgatjuk a rudazatot, az a rugó ellenében billenti a kulisszát, és így a csúszócsap a másik végére csúszik. (43. ábra)



40. ábra: Rugós kulisszás váltó

7.5. Kézi állítású ellensúlyos váltó (Súlykörtés váltó)

Több esetben előfordul, hogy nem elég a rugós megoldás a váltó végállásban tartására. Ilyenkor használunk mechanikus csúcssín rögzítést. Ilyen mechanikus csúcssín rögzítéssel van ellátva a kézi állítású ellensúlyos váltó.

Az ilyen váltó nagyvasúti rendszerű, az úrszelvényen kívül található állító szerkezete van, melyen messziről jól látható váltójelző van, robosztus rögzítő kampókkal tartja és rögzíti a csúcssínt. (44. ábra)

Az állító szerkezet egy kétkarú emelő, amelynek a végén egy ellensúly (súlykörte) található. Az ellensúlyt és a hozzá tartozó szárat forgatjuk váltóállítás közben, egy vízszintes tengely körül közel 180° -ban. Amikor állítani kezdjük a váltót, az állító berendezés mozgásának első szakaszában kiakasztjuk a tő- és a csúcssíneket egymáshoz szorító kampót. A mozgás következő fázisában a váltót

állítjuk, az utolsó szakaszban mikor már a tő- és a csúcssín összesimult a másik oldalon, a kampót akasztjuk ismét be, így rögzítve a váltót. Az állító szerkezethez tartozik még egy külön mechanikai rész, amely a szerkezet felső részén található váltójelző jelzésképeit igazítja az aktuális állapothoz. Az állítás akkor van befejezve, ha a súlykörte végállásba kerül.

A súlykörtes váltó lehetővé teszi az utánjáró kialakítást is. Ilyenkor az állító szerkezet függőlegesen rögzítve van, a csúcssínek nincsenek végállásban tartva, a mechanikus retesz mind a két oldalon kioldva. A váltón ilyen esetben az utánjáró váltóra vonatkozó előírások szerint kell közlekedni.



41. ábra: Kézi állítású ellensúlyos váltó

7.6. Elektromágneses váltó

Ahhoz, hogy a váltókat távvezérelhetővé tudjuk tenni, valamilyen elektromos vagy más nagyobb távolságból is működtethető berendezéssel kell csatlakoztatni. Ezek a berendezések lehetnek hidraulikus, pneumatikus, stb., de az elektromos rendszerek azok, amik elég egyszerű és üzembiztos működésűek. Ezért kizárólag ilyen berendezéseket használunk.

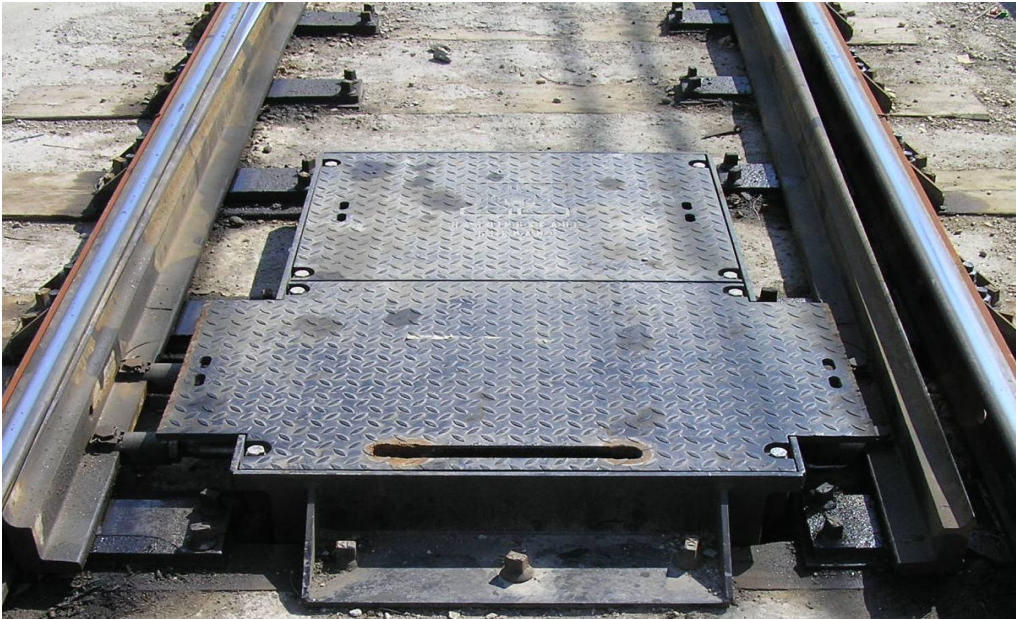
Az elektromágneses váltók szerkezetét két egységre bonthatjuk. Az egyik rész a hagyományos kulisszaszerkezet. Ennek a feladata már ismertette lett. A másik egység maga a kulissza mellé, a talajba süllyesztett, beépített mágnesszekrény.

Működése: egy henger alakú szerkezet két végén két elektromágneses tekercs található, melynek egy elmozdulásra képes közös vasmagja van. Attól függően, hogy melyik mágneses tekercset tápláljuk meg megfelelő feszültséggel, mozdul el valamilyen irányba a vasmag. Ezzel a lágyvasmag közepén elhelyezett tengelyt kb. 45°-os szögelfordulásra kényszerítjük. Az így elmozdított tengellyel tudjuk mozgatni a váltórudazatot. Az ilyen váltókat gyök felől lehet hasítani és váltóvassal a helyszínen kézzel állítani. Ha a váltót helyszínen így állították, akkor a mágneses állító szerkezet úgy viselkedik, mintha távvezérléssel állították volna. A mágnesszekrényt lehetőleg el kell szigetelni a víztől, és szükséges csatornába bekötni az esetleg mégis befolyó víz elvezetése miatt. Értelmszerű, hogy a távvezérelt váltók kulisszaszerkezetét soha nem látják el rögzítőbilinccsel.

7.7. Hanning & Kahl váltó

A Hanning & Kahl (45. ábra) váltó kialakítása eltér az előzőben ismertetett elektromágneses váltótól. Itt az egész szerkezet a két csúcssín közé van beépítve és abszolút vízmentes kivitelű. A váltó ugyancsak elektromágneses működtetésű, de ebben az esetben az elektromágnes egy hosszú központi tengelyt fordít el, amely tengelyre rá van építve a csillapítás, a rugós rögzítés, és a mechanikus reteszelés is. A hajtóművet ellátták ellenőrző rudazattal is, tehát hogyha ez egy biztosító berendezés hatókörén belül van, akkor egyértelmű jelet tud adni a csúcssín valós helyzetéről. Az előzőekből következik, hogy a váltó mechanikus csúcssín rögzítéssel van ellátva, tehát gyök felőli közlekedés esetén nem hasítható. A váltót a helyszínen kézi állítással (váltóvassal) is lehet állítani a hajtóműszekrényben található állítóhüvely segítségével. A váltó legfontosabb ismertetőjele, hogy a teljes szerkezet a két sínszál között helyezkedik el, és a hajtómű szekrény tetején található fémlemezbe egy nagy, cizellált „H” betű van belevésve. A Hanning & Kahl váltónak van hasítható változata is. A hasítható változat jellegében nagyon hasonló a nem hasíthatóhoz, kisebb eltérések alapján lehet őket megkülönböztetni illetve a

járművezetőnek vonalismeretből tudnia kell, hogy melyik váltó hasítható vagy melyik nem.



42. ábra: Hanning & Kahl váltó

7.8. Villamos motoros váltók

A villamos motoros váltók (46. ábra) állítóművében egyfázisú váltakozó árammal táplált soros gerjesztésű motort vagy háromfázisú váltakozó árammal táplált rövidre zárt forgórészű aszinkron motorokat használunk. A villamos motoros váltók fel vannak szerelve külön ellenőrző rudazattal és ellenőrző áramkörökkel. Így ezek a váltók a megbízható rendszerek miatt alkalmasak arra, hogy biztosított vágányutas biztosítási körzetekben is alkalmazzuk őket.

Vágányút: a vágány egy menet számára egy meghatározott kezdő- és végpont között lefoglalt szakaszának összessége, függetlenül a biztosítás mértékétől.

Biztosított vágányút: olyan vágányút, ahol

- a vágányútba eső váltók lezárásra és csúcssínjeik rögzítésre kerülnek,
- a tiltott egyidejű menetek kizárásra kerülnek,

- biztosított az oldalvédelem (terelő állásban lezárt váltóval vagy egyéb berendezéssel),
- az érintett vágányszakaszok foglaltságának ellenőrzése folyamatos,
- az érintett vágányszakaszokba eső útátjárókat biztosító berendezés lezárt állapotba kerül, és a lezárt állapot ellenőrzése folyamatos (50 km/h sebességig a közúti vagy gyalogos átjárót nem kell biztosítani).

A villamos motoros váltók mechanikus csúcssín rögzítéssel vannak ellátva ezért nem hasíthatók. Ha távvezérléssel nem lehet működtetni őket, akkor a helyszínen az erre szolgáló kurblival lehet átállítani. A műveletet csak olyan személy végezheti, aki a váltó működtetéséhez szükséges, érvényes vizsgával rendelkezik, és a váltóállítás a munkaköréhez tartozik.



43. ábra: Villamos motoros váltó

8. Váltó hibák

Természetesen a legjobban kialakított, legmodernebb váltók is képesek meghibásodni. Itt jön a képbe a járművezető felelőssége. A villamosvezetőknek kötelességük ismerni és betartani a Forgalmi utasítás váltón való közlekedésre vonatkozó pontjait. A legfontosabb ezek közül, hogy mielőtt bármilyen váltóra ráhaladunk, meg kell győződni annak megfelelő állásáról és biztonságos tereléséről.

Ez biztos nem is fog megváltozni a közeljövőben. Ennek a kötelességnek az elmulasztása nagyon komoly veszélyhelyzetek kialakulásához vezetett eddig is, és sajnos ezek után is lesznek ebből balesetek. Soha nem szabad abban bízni, hogy az előttünk lévő szerelvény áthaladt gond nélkül a váltón a nekünk is megfelelő irányba, akkor részünkre is jól áll a váltó. Tágítom egy kicsit a dolgot: soha nem szabad váltóban, ill. váltójelzőben megbízni. Mindig csak az a biztos, ha rátekintéssel meggyőződünk a váltó tényleges állásáról.

Hibás váltónak nevezzük azt a váltót, amelynek valamely mechanikai egysége sérült, törött vagy hiányzik.

A hibás váltókon való közlekedés szabályait a Forgalmi utasítás tartalmazza.

A váltó félállásban áll: Ez azt jelenti, hogy a váltónak egyik csúcssínje sem tapad megfelelően. **A váltóra ráhaladni csúcsirányból tilos!**

A hiba oka lehet:

- Valami idegen tárgy került a csúcs- és a tősin közé. (A járművezető váltóvassal vagy más eszközzel el tudja távolítani.)
- Váltórugó törés. Csak pályaszolgálat intézkedhet. (Kézi állításkor a váltó csúcssínjei az átlagosnál sokkal kisebb ellenállást fejtenek ki, és nincs végállásuk.)
- Váltórudazat törés. Csak pályaszolgálat intézkedhet. (A csúcssínek egymástól függetlenül képesek mozogni, ilyenkor esetleg mindkét tősinre simulnak.)
- Mechanikus csúcssín rögzítéssel ellátott váltónál felvágták a váltót. (Az utasítás határozza meg a követendő eljárást.)

A váltót átállítani nem tudjuk.

A hiba oka lehet:

- Idegen tárgy kerül a csúcs- és a tősin közé
- Kulisszás váltónál esetleg le van bilincselve a váltó. (A bilincses váltóra vonatkozó szabályokat kell alkalmazni.)

- A váltókulisszán nincs kenőanyag. (Ebben esetben segítséggel a váltót át lehet állítani. Pályaszolgálatot értesíteni.)
- Rugóerő beállításának a hibája. (Segítséggel állítható. Pályaszolgálatot értesíteni.)

Csúcssín törés: Anyaghiba, anyagfáradás vagy valamilyen extrém behatás miatt a csúcssín egy darabja letörik. A további eljárást a hiba helye és jellege határozza meg.

9. Váltófűtések

A közúti villamos közlekedésben található váltók jelentős része – a távvezérelt váltók mind, a kézi állítású váltók nagy része – fűtéssel van ellátva. Erre azért van szükség, mert a téli időszakban a tő és a csúcssín közé kerülő hó, illetve jég komoly balesetek okozója lehet. A váltófűtések 600 V-os vagy 700 V-os elektromos fűtőszállal vannak megoldva.

600 V-os fűtés: két részből áll. Váltófűtés vezérlő szekrény: itt található a biztosítók, kapcsolók és mérőműszerek, és a sínre szerelve található a fűtésvédő szekrény. Ebből nyúlik ki a lapított védőcső, amelybe a fűtőrudat helyezzük. A fűtőrúdban két fűtőszál található: egy 700 és egy 900 W-os. A váltófűtést ez esetben 3 fokozatban kapcsolhatjuk: vagy valamelyik fűtőszál külön, vagy a kettő együtt teljes 1600 W-os teljesítménnyel fűt.

A 220 V-os váltófűtés: váltakozó áramú hálózati feszültségről működik. Kisebb, keskenyebb kivitelű, így könnyebben elhelyezhető, mint a nagy helyigényű 600 V-os. Itt is található egy váltófűtés vezérlő szekrény műszerekkel, kapcsolókkal, biztosítókkal. A fűtés teljesítménye 1000 W.

10. Vágányok összekapcsolása

A kitérőkkel vágányokat kapcsolunk össze. Ezek a vágánykapcsolatok a feladatukból és a helyi sajátosságokból következően eltérő típusúak lehetnek.

A vágánykapcsolások típusai:

- Egyszerű visszafogó hely
- Egyszerű vágánykapcsolás
- Kettős vágánykapcsolás
- Líravágány
- Deltavágány
- Hurokvágány

Egyszerű visszafogó hely (47. ábra): (**Visszafogás**: vezetőállás cserével *végrehajtott irányváltoztatás*) végállomásokon alkalmazzuk, a kétvágányú pályarész egy vágányszakaszban végződik, egy kitérő alkalmazásával. Feladata a szerelvény visszafogásának lehetővé tétele.

Egyszerű vágánykapcsolás (48. ábra): (Összekötő vágány) Két párhuzamos vágányt kötünk össze két kitérővel, lehetővé teszi az egyik vágányról a másikra történő áthaladást, és a **visszafogást**. Lehet csúcsról, ill. gyökről fekvő összekötő vágány, attól függően, hogy az érkező szerelvény csúcs- vagy gyökirányból halad rá a váltóra.

Kettős vágánykapcsolás (49. ábra): Két párhuzamos vágány összekötése négy kitérővel. A két-két kitérő kerülhet egymással szembe, ekkor kisebb helyet foglal, de van egy bonyolult középső kereszteződés. Ezt általában végállomások területén vagy azok előtt alkalmazzuk.

A kitérőket el is tolhatjuk egymáshoz képest, ilyenkor nincs keresztezés, de nagyobb a helyigény.

Líravágány (50. ábra): Ha több párhuzamos vágányt akarunk összekapcsolni pl. kocsiszínek területén, akkor legegyszerűbb, ha egy anyavágányból kiágaztatjuk a

kapcsolódó vágányokat egy kitérő sorral. A líravágánynak a kapcsolások szögei szerint több fajtája is van, de ez a számunkra nem lényeges.



44. ábra: Egyszerű visszafogó hely



48. ábra: Összekötő vágány

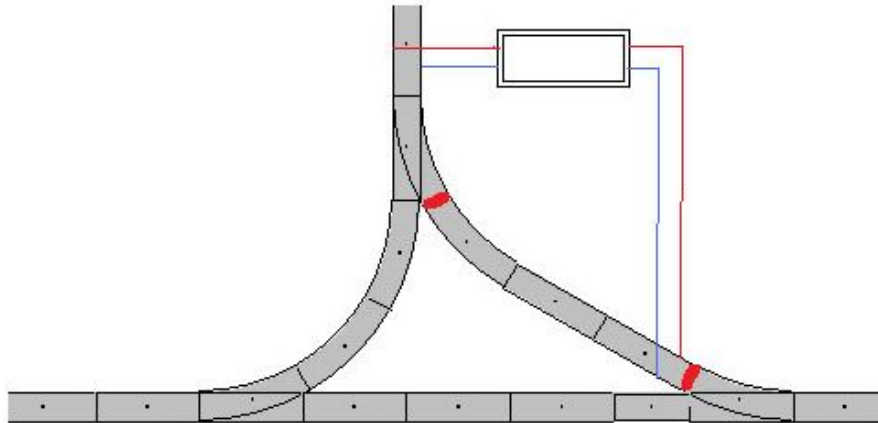


45. ábra: Kettős vágánykapcsolat



50. ábra: Líra vágány

Deltavágány (51. ábra): Három kitérőből és a hozzájuk tartozó vágányszakaszokból álló felépítményi szerkezet. Lehetővé teszi egész vonatok fizikai megfordítását két visszafogással.



46. ábra: Delta vágány

Hurokvágány (52. ábra): A szerelvények visszafogás nélküli megfordítását teszi lehetővé. Egyszerű, de nagy helyigényű felépítményi szerkezet. Egyvágányú pályarészeken egy kitérő beépítése szükséges.



52. ábra: Hurokvágány

11. Vágánykeresztezések

(Vágányátszelések)

Ha két vágány egymást szintben keresztezi, akkor azok vágányátszelést alkotnak. A vágányátszelést a közúti villamos közlekedésnél kereszteződésnek nevezzük, ezért a továbbiakban én is ezt a kifejezést használom.

Vágánykereszteződés: a vasúti pálya olyan kialakítása, amely lehetővé teszi a keresztező irányból érkező szerelvények saját vágányukon történő folyamatos továbbhaladását.

A közúti vasúti közlekedésben a burkolattal ellátott pályarészek miatt a nagyvasúttól eltérő kereszteződéseket is használunk.

Ahhoz, hogy a szerelvény kereke akadálytalanul tudjon áthaladni a keresztező vágányon, meg kell szakítani a sínkoronát. Ez minden üzemszerűen használt kereszteződésre igaz. Ennek a kialakításnak a hátránya, hogy a metszésponton a kerék csak erős döccenéssel tud áthaladni, ami igénybe veszi a pályát és a futóművet is, és nem utolsósorban jelentős zajjal jár. Az ilyen jellegű kereszteződéseket a nyitott felépítményű Vignoles sínek találkozásánál találunk. Ott nincs is más lehetőség a kialakításra.

Sok helyen még a Phönix és a tömörsínek kereszteződésénél is ezt a megoldást alkalmazták. Ha a vágány sínek kereszteződése ilyen, akkor **mélyvágány kereszteződésről** beszélünk.

Természetes, hogy megoldást kerestek a kereszteződések „simábbá” tételére, ezzel csökkenteni a már említett hátrányokat. Amikor már a technikai színvonal fejlődése lehetővé tette, alkalmazni kezdték a **Felfutós kereszteződéseket**.

A felfutós kereszteződés (53. ábra) lényege, hogy a nyomvályút a sínek metszéspontja előtt elkezdik folyamatosan megemelni, feltölteni. A metszéspontba érve a feltöltés mértéke akkora lesz, hogy a keréktalp a sínkoronától elemelkedik és a kerék futása a nyomkarimán történik. Így a futófelület simán halad át a sínkorona felett. Majd a metszéspont után a nyomvályú magasságát visszacsökkentik a megfelelő szintre.



53. ábra: Felfutós kereszteződés

Meg kell említeni még a **feltöltött-átgurítás kereszteződést**. (54. ábra) Előfordulhat olyan helyzet, amikor a kereszteződés egyik ágán teljesen megszűnik vagy olyan ritkává válik a forgalom, hogy megéri a kereszteződést főirányba folyamatossá tenni. Ez azt jelenti, hogy a sínkorona megszakítását a mellékirányból hegesztéssel feltöltik. A főirányból érkező szerelvény kerekei akadálytalanul tudnak a kereszteződésen áthaladni, viszont keresztező irányba csak rendkívüli szabályok betartásával szabad közlekedni.



474. ábra: Feltöltött átgurítás keresztveződés

12. Átszelési kitérők

A keresztveződéseket, ha hegyesszögben metszik egymást, **kisszögű átszelésnek** nevezzük. Az ilyen átszeléseket, ha váltókkal és íves vágányszakaszokkal kötjük össze úgy, hogy a szerelvények bármely irányból érkező két irányba tudnak továbbhaladni: **átszelési kitérőnek** vagy **angol kitérőnek, angol váltónak** (55. ábra) nevezzük. Ha ez az összekötés csak az egyik oldalon jön létre, akkor **fél-angol kitérőt** kapunk.

Az angol kitérőknek az előnye: kevés helyet foglalnak, többirányú menet lehetséges rajtuk.

Hátrányuk: bonyolult szerkezetűek, drágák, építésük, fenntartásuk is drága.



55. ábra: Angol váltó

13. Gépezettel működtetett vágánykapcsolások

Fordítókorong (56. ábra): járművek megfordítására, vagy egyik vágányról a másikra való átszállításra szolgál. Mint a nevéből is következik, egy nagyméretű beton vagy fémkorong, amely egy vasszerkezeten nyugszik és egy királycsapon fordul el. A felületén egy vágányszakasz helyezkedik el. A korong körül sugárirányban helyezünk el vágányokat, melyek végeit pontosan illeszteni lehet a korongon található vágányszakaszhoz. Ha a járművet a korongra ráállították és megfelelően rögzítették, a korong elfordításával lehet másik vágányra juttatni vagy 180° -ban megfordítani.

Tolópad (57. ábra): a járművek más vágányokra való átállítására szolgál. A tolópadot egy betontechnőben helyezzük el, mely betontechnőre a csatlakozó vágányok merőlegesek. A tolópad tulajdonképpen egy mozgó hídszerkezet, melyen a fordítókoronghoz hasonlóan teljes hosszban vágányszakasz található és erre a hídszerkezetre állított járművet vagy kézi, vagy gépi erővel jobbra/balra elmozgatva tudjuk a járművet másik vágányokkal csatlakoztatni.



48. ábra: Fordító korong



49. ábra: Tolópad

14. Kiegészítő felépítményi szerkezetek

A kiegészítő felépítményi szerkezetek nem elengedhetetlenül szükségesek a vasúti járművek közlekedéséhez, de növelik a közlekedés biztonságát, vagy gazdaságosabbá teszik azt. Az, hogy ténylegesen mi a kiegészítő szerkezet, valójában egy képlékeny kategória, hol több, hol kevesebb elem kerül ide. Ebben a jegyzetben csak a legfontosabbak lesznek megemlítve.

- **Vezetősínes felépítmény:** a külső sínszál kopásának csökkentése és a kisiklások megelőzése miatt, kissugarú ívekben a belső sínszál mellett egy harmadik sínszálat helyeznek el. Ez az úgynevezett vezetősín.
- **Terelősínes felépítmény** (58. ábra): Annak megakadályozására, hogy a kisikló szerelvény a hídról lezuhanjon, vagy a pálya feletti műtárgyban jelentősebb kárt okozzon, mindkét sínszál mellett a sínek belső oldalán terelő síneket helyeznek el.
- Alkalmazzák:
 - Vasúti hidakon
 - Kissugarú ívekben
 - Alagutakban, aluljárókban



50. ábra: Terelősínes felépítmény

- **Vágányzáró szerkezetek:** Feladatuk, hogy megakadályozzák a szerelvények esetleges túlfutását. Végállomásokon, szembemenetek kizárására, esetleg olyan helyeken alkalmazzák őket ahol a fokozott veszélyhelyzet megköveteli.
 - **ütköző bak (59. ábra):** Gyakran alkalmazott berendezés. Rugózott ütköző tányér segítségével nyeri el az ütközés energiáját.
 - **siklasztó saru (60. ábra):** Nagy esésű állomásokon vagy fokozottan veszélyes helyeken alkalmazzák
 - **hajlított sín:** ritkán alkalmazott primitív, de olcsó megoldás



51. ábra: Ütközőbak



60. ábra: Siklasztó saru

Energiaellátó rendszer

15. Egyenáramú hálózatok kialakulása

Budapesten a közúti közlekedés keretén belül szükségessé vált valamilyen közúti vasút kialakítása. Ezt eleinte lóvontatású járművekkel (lóvasúttal) oldották meg. Ezzel párhuzamosan 1887-ben üzemelni kezdett a Nyugati-pályaudvar és a Király utca között az első közúti személyszállító villamosvonal. A villamosvonalak működtetése kezdettől fogva egyenárammal történt, mert a vasúti közlekedés igényeinek az egyenáramú villanymotorok feleltek meg a legjobban.

Az első időkben teljes egyenáramú rendszer volt kialakítva. Ez azt jelenti, hogy az egyenáramú hálózatot egyenáramú áramforrásokból látták el energiával. Későbbiekben kialakult az országos váltóáramú hálózat, amely az általános fogyasztási igényeket jobban ki tudta szolgálni. Innét látták el a villamosközlekedést is, ezért szükség lett áramátalakítók beiktatására, hogy az egyenáramú ellátás biztosított legyen.

16. Áramátalakítók

Az országos alaphálózat 400 kV-os feszültségéről ágaznak le egyre alacsonyabb feszültségszinten a nagyobb, majd kisebb területeket ellátó hálózati ágak.

Az országos hálózat szabvány feszültségszintjei:

- 400 kV
- 220 kV
- 120 kV
- 35 kV
- 10 kV
- 0,4 kV (váltakozó áramú kisfeszültségű hálózat)

Az áramátalakítók feladata a 10 kV-os feszültség letranszformálása, majd egyenirányítása, az egyenirányított 600 V-os feszültség távszakaszonkénti eloszlása a hálózati igénynek megfelelően.

17. Az egyenáramú vontatási energia útja

- 10 kV-os elosztó berendezés
- transzformátor
- egyenirányító
- 600 V-os pozitív elosztó
- kitápláló hálózat
 - kitáp kábelek: általában 1000 mm²-es alumínium földkábelek
 - légtáp kábelek: 150-240 mm²-es szigetelés nélküli rézsodronyok
 - táppont: csatlakozási pont, ahol a légtáp vezetékről a táppont kábel csatlakozik a munkavezetékhez
 - munkavezeték: 100-150 mm²-es szigetelés nélküli rézvezeték
- villamos jármű
- villamos pálya
 - sín: elektromos szempontból kb. 6000 mm²-es keresztmetszetű, acél áramvezető elem
 - szívópont: a sín és a visszavezető kábel csatlakozási pontja
- áram-visszavezető kábelek: általában 1000 mm² alumínium földkábel
- negatív elosztó

Transzformátorok: feladatuk a 10 kV-os feszültség 600 V-osra redukálása, hatásfokuk jó, méretüktől függően 80-99% között mozog. Bírják a túlterhelést, akár 1

óra hosszan keresztül 30-50%-os túlterheléssel is megbirkóznak. Hátrányuk: viszonylag nagy üresjáratú veszteség, méretüktől függően 1-7% is lehet.

Egyenirányítók: az első egyenirányítók forgógépek voltak, melyeknek a hatásfoka alacsony volt, karbantartási igényük viszont nagy, és igazán nagy elektromos teljesítményre nem voltak képesek. Ezeket szorították ki később a használatból a higanygőz egyenirányítók, melyek teljesítmény terén jobbak voltak a forgógépes egyenirányítóknál, viszont jelentős hátrányuk volt a bonyolult gyújtó és hűtőrendszerük.

A mostani egyenirányítók korszerű, biztonságos üzemű, mozgó alkatrészt nem tartalmazó félvezető technika alapján épülnek. Az áramátalakítók általában 2-4 átalakító egységet tartalmaznak függően attól, hogy mekkora az általuk ellátott villamos viszonylatok teljesítmény igénye. Csúcsidőben minden egyenirányító egység üzemel, míg csúcsidőn kívül csak annyit működtetnek, amennyi az energiaellátás fenntartásához szükséges, éjszakánként, esetenként csak egyet.

A megszakító: a hálózat egyik legfontosabb eleme. Feladata biztosítani a terhelő áram útját és a védelmi berendezések által meghatározott értéknél nagyobb áramerősség esetén megszakítani az áramkört. Az egyenáramú leágazásokban lévő megszakítókat mindig az adott tápszakasz terhelésének megfelelően kell beállítani.

A megszakítást kiváltó ok lehet:

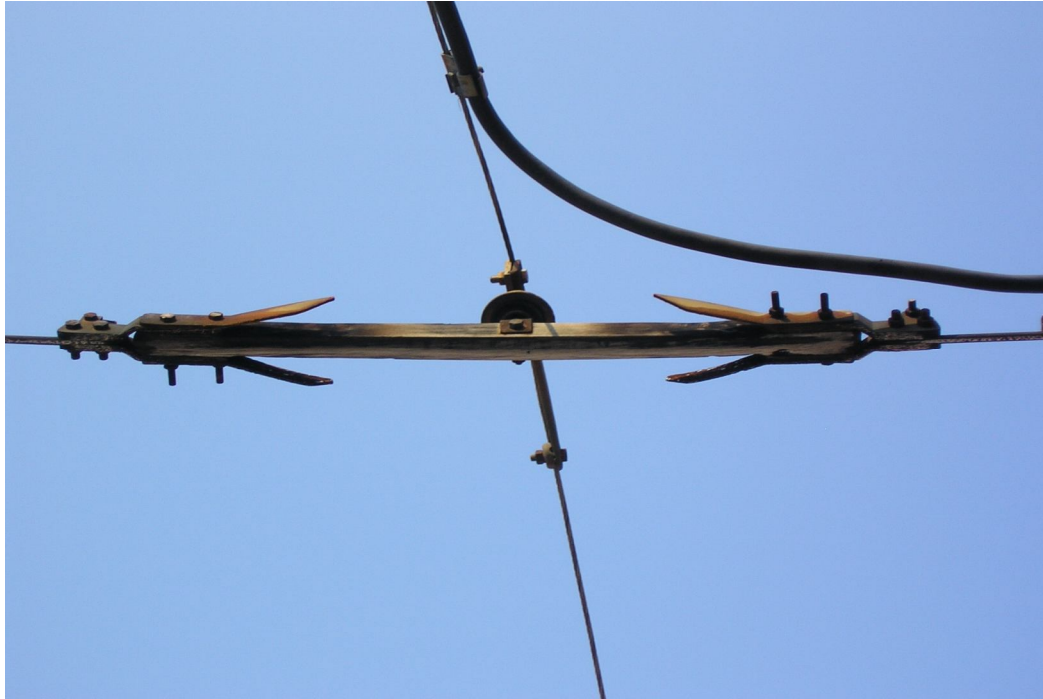
- túlterhelés, amikor az áramerősség 5-20%-al meghaladja a beállított értéket. Ilyenkor a megszakító működési gyorsasága 5-15 msec körül mozog.
- zárlat, amikor a táphálózat pontjai fogyasztót megkerülve fémesen érintkeznek egymással. A rendkívül meredeken növekvő zárlati áram esetén a megszakító ezred másodpercek alatt nyitja az áramkört, így akadályozva meg a zárlati áramok romboló hatását.

Ha a megszakító lekapcsol túlterhelés vagy zárlat esetén, működésbe lép egy ún. szakasz visszakapcsoló automatika. Ez beállítástól függően 10-40 másodpercig kivár, amely kivárási idő azért szükséges, hogy járműhiba, motorzárlat esetén a járművezetőnek legyen ideje az áramszedőt lehúzni, vagy valamely más intézkedést tenni, nehogy a visszakapcsoláskor továbbra is fenn álljon a zárlat. Ha a kivárási idő letelt, elindul egy automatikus zárlatvizsgálat. Ez kb. 10-15 másodpercig 42 V-ot kapcsol a tápszakaszra, ha ezzel a törpefeszültséggel zárlatot érzékel, akkor az

automatika reteszeli a megszakítót a visszakapcsolás ellen. Ha a zárlatvizsgálat ideje alatt túl sok szerelvény tartózkodik a vizsgált tápszakaszban érintkező áramszedővel, akkor ezt a berendezés zárlatként érzékelheti. Ezért lényeges, hogy hálózati feszültség kimaradása esetén az ezt érzékelő szerelvények vezetőinek a Forgalmi utasítás ide vonatkozó pontja szerint kell eljárni. A legfontosabb teendő, hogy az első jármű kivételével minden kocsin le kell vezérelni az áramszedőt. Ha a zárlatvizsgáló automata zárlatot érzékel, csak külön bekapcsolási utasításra kísérel meg az újbóli bekapcsolást ismételt zárlatvizsgálattal.

18. Betáplálási szakaszok

Az egyenáramú hálózatot azért kell tápszakaszokra bontani, mert ha az egész hálózat egy szakaszként üzemelne, aránytalanul nagy keresztmetszetű kitáplálási kábelekre lenne szükség, illetve gazdaságosan nem lehetne megoldani a szelektív hálózatvédelem kialakítását. Szelektív hálózatvédelem fogalma alatt egy-egy szakasz zárlat és túlterhelésvédelmét értjük. A betáplálási szakaszokat a munkavezetékbe épített ún. szakaszszigetelők választják el egymástól. (61. ábra) A szakaszszigetelő leggyakoribb esetben egy kb. 60-70 cm hosszú, sós vízben pácolt keményfa lécszerű, jelenleg ennél modernebb, kisebb helyet foglaló megoldást is alkalmaznak. A tápszakaszok hossza általában 0,8-1,5 km, esetenként lehet 2 km hosszú is. A betáplálási szakaszokat általában mind a két oldalról tápláljuk két különböző áramátalakítóból. Ennek köszönhetően megbízhatóbb és egyenletesebb egy-egy szakasz áramellátása.



61. ábra: Szakaszszigetelő

19. Felsővezeték hálózat

A felsővezeték fogalma: áramszedővel ellátott járművek energiaellátását biztosító vezetékrendszer, mely az útestet fölött felfüggesztve helyezkedik el.

A felsővezeték szabványos magassága közúti villamosnál és trolibusznál **5,8 m**.

Felsővezeték rendszer fontosabb elemei:

- felsővezeték: általában $100\text{-}150\text{ mm}^2$ vörösréz vezeték
- felsővezeték tartószerkezetek
 - oszlop-oszlop keresztsodronnyal
 - oszlop karral
 - épület-épület keresztsodronnyal
 - esetleg portálszerkezet

20. Felsővezeték rendszerek

- merev rendszerű felsővezeték: a jármű engedélyezett maximális sebessége 45 km/h
- félig kompenzált, lengőpálcára felfüggesztett munkavezeték: engedélyezett sebesség maximum 50 km/h
- súlyfeszítéses villamosvasúti lengőrendszer: engedélyezett sebesség maximum 70 km/h

21. A felsővezeték és az áramszedő kapcsolata

A szerelvény tetején található áramszedő üzemszerű használat esetén súrlódó kapcsolatban van az útestet fölött kifeszített vezetékkel. Ez a súrlódó kapcsolat biztosítja a folyamatos elektromos érintkezést. Azért, hogy ez a kapcsolat optimális legyen, a felsővezeték feszességének és az áramszedő nyomóerejének is, amit egy rugóval állítunk be, a beállított értéken kell lennie. Az áramszedő rugóereje 80-100 N között kell, hogy legyen. A felsővezeték feszessége függ a vezeték hőmérsékletétől és attól, hogy milyen rendszerű felfüggesztést alkalmazunk. A felsővezeték feszességének optimális mértéken való tartásának szempontjából a súlyfeszítéses villamosvasúti lengőrendszer a legjobb, mivel itt a belógó súlyok egyenletes feszítési értéken tartják a vezetékrendszert. A vezeték elhelyezésénél nem csak a feszességet kell figyelembe venni, hanem meg kell akadályozni, hogy az áramszedőt mindig egy pontban koptassa a felsővezeték, mert ha a kapcsolat így jönne létre, a vezeték gyakorlatilag elfürészelné az áramszedő fő csúszólapját, ezért a felsővezeték cikcakk-vonalban helyezik el. Természetesen a cikcakk végpontjainak távolsága az áramszedő csúszólapjának szélességén belül marad.

21.1. Felsővezeték rendszerre káros hatások

A csúszó súrlódás miatt az áramszedő folyamatosan koptatja a felsővezeték felületét. Ha az áramszedő rugónyomása jól van beállítva, akkor ez a folyamatos kopás egy szabványértéken belül marad, így jól kiszámolható, hogy mennyi ideig

használhatunk egy adott vezetékszakaszt. Vannak viszont olyan negatív hatások, melyek meggyorsítják a vezeték kopását, illetve egy-egy pontban jelentősen megnövelik azt.

Villamos kopás: az áramszedő a felfüggesztési pontban egy bizonyos kritikus sebességnél és kritikus áramszedőnyomásnál egy-egy pillanatra elválik a vezetéktől és ezeken a pontokon mindig ív keletkezik a szedő és a felsővezeték között. Ezek a kialakuló ívek a vezeték anyagából egy picit mindig elpárologtatnak. Ha ez a kis koptatás sűrűn ismétlődik, a vezeték olyan mértékben elgyengülhet, hogy elszakadhat. Ez az egyik oka, hogy szakaszszigetelőknél minden esetben ki kell kapcsolni a villamosokon a vontató áram felvételét. Fontos figyelembe venni ezt még merev felfüggesztésű rendszereknél, hidak alatt, illetve aluljárókban.

Mechanikai kopás: a felfüggesztési pont után az áramszedő visszacsapódik a vezetékhez, ezeken a helyeken a mechanikai jellegű kopás erősen megnövekszik.

21.2. Gerjesztett vezeték

Az áramszedő a munkavezetékben a súrlódás miatt egy hullámot tol maga előtt. Erre mondjuk, hogy a felsővezeték gerjesztett állapotban van. Ennek a hullámozó mozgásnak a mértéke megnő, ha a felsővezeték nem elég feszes (pl. túl nagy melegben). Különösen probléma ez két áramszedős üzemmódban, mert ilyenkor a hátsó áramszedő már egy gerjesztett vezeték alatt halad el, és ezért rosszabb minőségű kapcsolat jön létre.

22. Felsővezetéken található berendezések

- lazavezeték: passzív érzékelő
- HON-közelítés kapcsoló: passzív érzékelő
- szánszerkezet: aktív érzékelő
- szakaszszigetelő
- betáplálási pont

23. Felsővezeték kereszteződések

A közúti villamos felsővezetéke kereszteződést létesíthet villamos-villamos vezeték között illetve villamos-trolibusz vezeték között. Az akadálytalan áthaladást mind a trolibusznál, mind a villamos munkavezeték kereszteződésnél meg lehet oldani úgy, hogy az áramszedő ne szenvedjen mechanikai sérülést. Elektromos szempontból villamos-villamos kereszteződésnél nincs semmi probléma, mert a felsővezeték bármely irányból csak negatív lehet. A trolibusznál mindenképpen szigetelést kell alkalmazni, mert a trolibusz felsővezetéke két szálból áll és mind a pozitív, mind a negatív egy szintben található. Nyilvánvaló, hogy ha a trolibusz negatív vezetékét nem szigetelnék el a villamos pozitív vezetékétől, zárlati áramok keletkeznének, és ez károsíthatná a vezetékhálózatot és a gépházat is. A biztonság kedvéért mind a pozitív, mind a negatív vezetékét kiszigetelik a villamos felsővezetékétől. Általában az ilyen kereszteződések a trolibusz részére jelentenek rövid árammentes szakaszt, de vannak olyan kereszteződések is, ahol a villamosnak van a felsővezeték kiszigetelve, lehetőség szerint az ilyen pontok alatt történő megállást el kell kerülni és bármely felsővezeték kereszteződés alatt lehetőleg kikapcsolt menetárammal kell lendületből áthaladni.

24. Felsővezeték hibák

Ha a járművezető valamilyen felsővezeték hibát vagy arra utaló jelet észlel, azonnal álljon meg. A további eljárást a Forgalmi utasítás szabályozza.

Mi lehet hibára utaló jel?

- Az átlagosnál sokkal lazább a munkavezeték
- A vezeték erősen kileng
- A vezetékről nem oda valóknak tűnő dolgok lógnak le
- Nincs rögzítve a munkavezeték a keresztsodronyhoz, vagy a rögzítés szemmel láthatóan nem teljes
- A felsővezetéken található berendezések deformáltak, töröttek

- Másik járművezető jelzése is utalhat hibára
- Szakaszigetelő meghaladása után azonnali áramszünet

Jelzőismeret

A jelzők felismerése megértése, működésük alapszintű ismerete elengedhetetlen feltétele annak, hogy valaki vasútüzemben dolgozhasson. Ennek a témakörnek a fontosságát nem lehet eléggé hangsúlyozni. A jegyzet első szakaszában az **F1-es** Jelzési utasítással együtt haladunk, és az abban található jelzésekkel és jelzőkkel kapcsolatos fogalmakat értelmezzük. Az egyszerűség kedvéért ezeket a fogalmakat ez a jegyzet is tartalmazni fogja. A továbbiakban a jelzők működésével technikai szempontból foglalkozunk.

Amint látni fogjuk a jelzők kommunikálnak velünk. Ennek a kommunikációnak a kódját ismernünk kell, hogy a vállalt feladatainknak eleget tudjunk tenni, és a vasútüzem speciális biztonsági követelményeit be tudjuk tartani.

1. Jelzőkkel kapcsolatos fogalmak

A jelzések szerepe

A jelzések szabályozzák a járművek közlekedését. **A jelzés parancs.** Parancsot ad valamely forgalmi feladat **azonnali végrehajtására**, vagy a forgalombiztonsági intézkedés gyors megtételére. A jelzések **gyors, egyértelmű és megbízható kapcsolatot létesítenek valamennyi** forgalmi szolgálatot végző munkavállaló között.

- *A jelzés parancs elve azt hivatott kifejezni, hogy a jelzés megfigyelésére kötelezett dolgozó nem bírálhatja azt felül, és köteles az utasításnak eleget tenni.*

Jelzők

Azok a **helyhez kötött** berendezések, tárgyak, amelyek **alakjukkal, színükkel, jelzésadó alkatrészüikkel, helyzetükkel, különböző színű fényükkel folyamatosan vagy szakaszosan meghatározott jelzéseket adnak.** A jelzők feladata a forgalom szabályozása, biztonságának növelése és lebonyolításának segítése.

- *A hangsúly a helyhez kötöttségen van. Azért **jelző** mert nem mozdítható el, mindig az adott ponton van. A járművezetőknek ismerniük kell a jelzők helyét azokon a vonalakon, ahol szolgálatot teljesítenek.*
- *Lényeges a felsorolása a jelzésadás lehetőségeinek, ezzel meghatározták, hogy egy jelző mivel adhat jelzést, és minden más lehetőséget ki is zár. Pl. hangjelzést jelző nem ad.*

Jelzőeszközök

Azok a hordozható, vagy járműre rögzíthető tárgyak vagy berendezések, amelyek alakjukkal, színükkel, hangjukkal, meghatározott módon való tartásukkal, illetve mozgatásukkal jelzések adására alkalmasak és rendszeresítettek.

- *Hordozhatóak, mozgathatóak, **nem** helyhez kötöttek.*
- *Rendszeresítettek, tehát az utasításban szerepelnek, mint jelzőeszköz.*

Követelmények a jelzések adásával szemben

A közúti vasúti forgalom szabályozására – a KRESZ jelzésein túlmenően – csak a **Jelzési utasításban meghatározott jelzéseket, jelzőket, és jelzőeszközöket szabad használni**. A helyi jelzések csak a jelen utasításrendszert alapul véve, azzal összhangban alakíthatók ki. Ilyen jelzők kialakítását, jelentését és az előírt vasútforgalmi teendőket, azok végrehajtásának módját társasági utasításban kell szabályozni. **A jelzéseket mindenkor idejében, kellő ideig, az utasításban meghatározott módon és helyen, félreérthetetlenül kell adni. A jelzés adásáért a jelzésadó a felelős. Jelzésadás közben különös gonddal kell ügyelni arra, hogy ne váljon a jelzés vagy annak egy része megfigyelhetetlenné. Kézi jelzőeszközzel, a test elejével és arccal a járművezető felé fordulva kell jelzést adni, ettől csak tolás közben, csatoláskor, vagy mozgó szerelvényen történő jelzésadáskor szabad eltérni.**

- *Az F1-es utasítás konkrétan leszabályozza, hogy mely esetben milyen jelzéseket lehet adni és mivel. Ettől eltérni nem szabad. Meghatározza a*

jelzésadás helyét is, ha erre még sincs egyértelmű utalás, akkor figyelembe kell venni A jelzők elhelyezése c. bekezdés tartalmát.

A jelzések megfigyelése

A jelzések megfigyelésére kötelezett munkavállalónak az utasításban meghatározott jelzéseket **figyelembe kell vennie**. A részére adott jelzést a **jelzésadás helyéig folyamatosan figyelnie kell**, és az utasításban szabályozott módon kell eljárnia.

Ha a mozgás folytatásához jelzésadásra van szükség, de a jelzés nem látható vagy hallható, **azonnal meg kell állni**. Elindulni csak a szükséges jelzés, illetve a jelzésadó személy szóbeli utasítása alapján szabad.

- *A fenti fejezet második bekezdése a szerelvény tolására utal, amikor is a tolt szerelvény vezetője a tolás folytatását lassan jelzés adásával engedélyezi. Ha ez a jelzés bármely ok miatt nem hallatszik, azonnal meg kell állni.*

Kétes jelzés

Kétesnek kell minősíteni az olyan jelzést, amelynek értelme nem világos, nem meghatározott, más jelzéssel összetéveszthető, adása nem utasításszerű vagy hiányos. Személy által adott kétes jelzés esetén a szerelvényt azonnal meg kell állítani, az álló szerelvénnel pedig a helyzet tisztázásáig elindulni tilos. Jelző által adott kétes jelzés észlelése esetén (Közlekedés a jelző használhatatlansága esetén) leírtak szerint kell eljárni.

- *A kétes jelzés lényege, hogy nem utasításszerű. Valamilyen **szabálytalan** jelzést kapunk. Fontos az azonnali megállás parancsa, mert nem tudhatjuk, hogy az a jelzés valójában mit akar jelenteni, ezért a legszigorúbb értelmű **Megállj** jelzés által adott utasítás szerint kell eljárni.*

Egyidejűleg adott, eltérő értelmű jelzések

Az egy időben adott, de eltérő értelmű jelzéseket aggályosnak kell tekinteni, közülük a forgalom biztonsága szempontjából fontosabbat kell figyelembe venni. Ha az eltérő értelmű, egyidejű jelzések közül az egyik jelzővel adott, a másik pedig kézi jelzés, és azt az utasítás szerint adják, akkor azt kell figyelembe venni.

- *Nem összekeverendő a kétes jelzéssel! Ez egy teljesen szabályszerű állapot. Egy kereszteződésben lehet főjelző és holdfényjelző is együtt. Amíg a kettő közül bármelyiken a továbbhaladást tiltó jelzés van, addig nem haladhatjuk meg őket.*

A jelzők elhelyezése

A jelzőket közvetlenül a vágány mellett, **azon vágány menetirány szerinti jobb oldalán** kell elhelyezni, amelyekre érvényesek, de helyi viszonyok figyelembevételével elhelyezhetők a vágány menetirány szerinti bal oldalán vagy a vágány felett is. A jelzőket külön jelzőoszlopon, munkavezeték-tartó oszlopon, vagy a keresztsodronyon kell elhelyezni úgy, hogy azokat a végrehajtáshoz szükséges távolságból folyamatosan, egyértelműen és jól láthassák a megfigyelésükre kötelezett munkavállalók.

A fenti nyolc pont megtanulása és értelmezése elengedhetetlen feltétele a tananyagban való továbbhaladásnak.

2. A jelzők csoportosítása

Csoportosítás forgalmi szempontból

- **Főjelzők:** helyhez kötött fényjelzők, melyek mindenkor a közlekedést szabályozzák és állandóan valamely jelzést fejeznek ki. Lehetnek két-, ill. háromfogalmúak. Jelzést csak vörös vagy zöld fény segítségével adhatnak, tiltják vagy engedélyezik a járművek továbbhaladását. A működésük eseményvezérelt, tehát valamilyen jelzés vagy utasítás szabályozza a pillanatnyi jelzéseképét. Soha nincsenek előre beprogramozva.
- **Holdfényjelzők:** a villamosforgalom irányítására szolgáló **közúti jelzők**, amelyek különböző álláspontú fehér fénypontokkal adnak jelzéseket. Előre beállított programok szerint működnek. Fontos, hogy közúti jelzők, tehát a KRESZ szabályai vonatkoznak rájuk. Jelzéseképének értelme megegyezik a háromlencsés közúti fényjelző készülék piros, sárga, zöld jelzéseinek értelmével és csak a KRESZ-ben meghatározott személyek bírálhatják felül.
- **Egyéb jelzők:** a fenti kategóriákba nem tartozó jelzők.

Csoportosítás működésük szempontjából

- **Önműködő jelző:** A szerelvény mozgása állítja érzékelők és automatika segítségével, tilos vagy szabad állásba.
- **Félig önműködő jelző:** Szabad jelzést ember, tilos jelzést a szerelvény mozgása vezérel ki rá.
- **Nem önműködő jelző:** A tilos és a szabad jelzés is ember által van kivezérelve.

3. Főjelzők működtetése

A főjelzők, mint már említettük a vasúti közlekedést szabályozzák. Lehetnek két- vagy háromfogalmúak. A háromfogalmúak fontos tulajdonsága, hogy jelzésükkel irányt is meghatároznak, ezért szerkezeti függésben vannak az őket követő váltóval

vagy váltókkal. A jelzésképek, ill. azok jelentése az F1-es Jelzési utasítás 3.2 pontjától megtalálhatók. Itt inkább a működtetésükkel érdemes foglalkozni. A működésük megértéséhez viszont ismerni kell azokat az eszközöket, amivel vezérelhetjük őket.

3.1. Járművek érzékelése

Ahhoz, hogy a vasúti járművek mozgása segítségével különböző jelzőket illetve váltókat működtetni tudjunk, járműérzékelő eszközökre van szükség. Ezek a járműérzékelő eszközök kétfélék lehetnek:

- folyamatos járműérzékelők
 - 400 Hz-es szigetelt sín áramkör
 - 50 Hz-es szigetelt sín áramkör
- pontszerű járműérzékelők
 - laza vezeték
 - HON kontakt
 - infravörös adó-vevő egység (űrszelvényen kívüli érzékelő)
 - szánszerkezet

A folyamatos járműérzékelőket a közúti villamosforgalomban kevés helyen használjuk, éppen ezért a működésükről, telepítésükről csak annyit kell tudni, hogy általában csak rövid szakaszokon, végállomások területén vagy körzetében használjuk őket és az ellenőrzött szakaszban a jármű pontos helyzetéről is képesek információt továbbítani. Felhasználhatók jelzővezérlésre, vágányút feloldásra illetve a beállított vágányutak ellenőrzésére.

3.1.1. Pontszerű járműérzékelők

Pontszerű járműérzékelők csak arról tudnak információt adni, illetve gyűjteni, hogy a jármű az ellenőrzött szakaszban tartózkodik-e, de a tényleges helyzetét megállapítani nem tudja. A pontszerű járműérzékelők egyik leggyakrabban használt formája a lazavezeték.

Lazavezeték feladata, hogy amikor a szerelvény áramszedője a lazavezeték alá ér, akkor egy jelfogó működtetésével a vezérelt berendezés számára információt továbbítunk. (62. ábra) Működése a munkavezetékkel párhuzamosan két kb. 50 cm hosszúságú vezetékszál van elhelyezve, melyek a munkavezeték el vannak szigetelve. A szerelvény áramszedője a munkavezeték és a lazavezeték szála között elektromos kapcsolatot létesít, és ezzel egy új áramkört hoz létre, amely segítségével jelfogóreléket, kontaktorokat működtethetünk. A lazavezeték **passzív érzékelő**, a járművezető tevékenységétől függetlenül hozza létre a jeltovábbítást.

Hátránya:

- a mozgó alkatrészek (kontaktorok, jelfogórelék) tömege tehetetlensége miatt némi időt igényel a kapcsolások létrehozása. Ha a villamos szerelvény túl nagy sebességgel halad át a lazavezeték alatt, előfordulhat, hogy az áramkör zárása annyira rövid ideig történik, hogy a szükséges kapcsolások nem alakulnak ki így nem történik meg a be- vagy a kijelentkezés.
- Az érzékelő esetleges mechanikai sérülése esetén az alatta áthaladó szerelvény áramszedője eltörhet, vagy komolyabb felsővezeték rongálás jöhet létre.



62. ábra: Lazavezeték

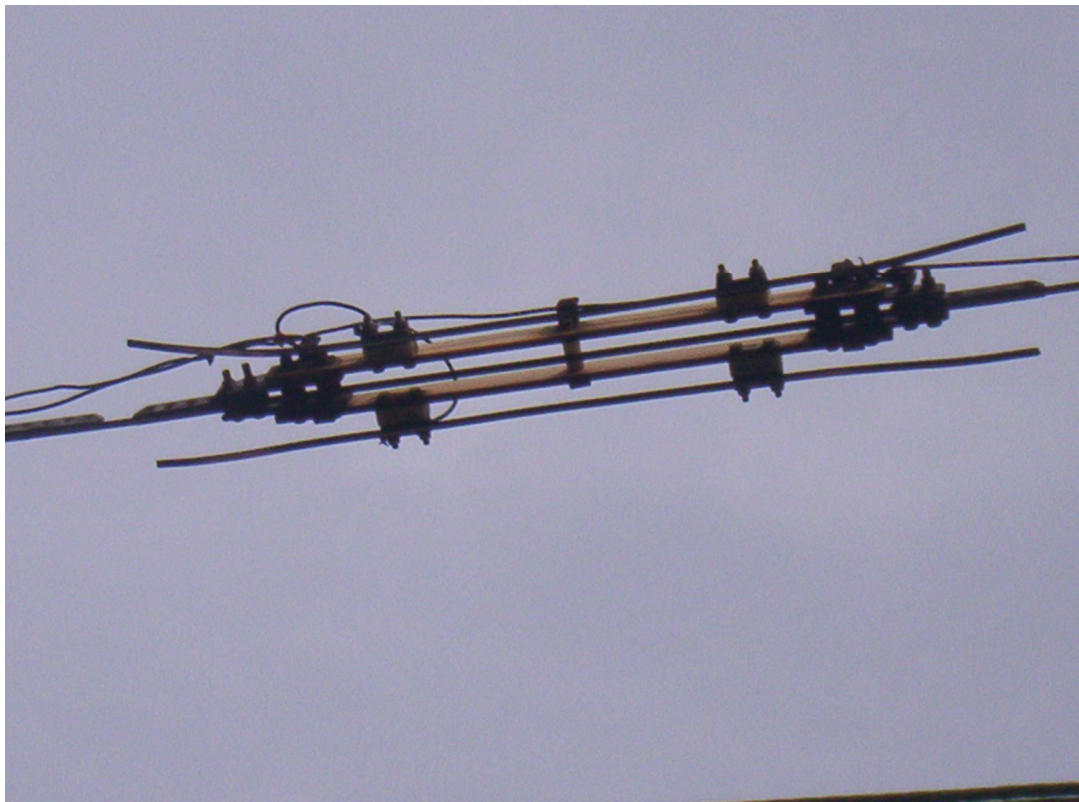
HON kontakt (közelítés érzékelő)

A Hanning & Kahl cég által gyártott, a lazavezeték funkciójának megfelelő, de sokkal modernebb érzékelő egység. Ezt az érzékelőt a munkavezeték felső részére erősítik, a munkavezeték alatt elhaladó áramszedő fém szerkezeti elemeit induktívan érzékeli és elektronikus impulzust ad le a berendezés felé. A készülék annyira érzékeny, hogy akár 90 km/h-s sebességgel áthaladó jármű is kapcsolhatja.

Infravörös adó-vevő

Úrszelvényen kívül elhelyezkedő járműérzékelő. Elég annyit tudni róluk, hogy az ember számára nem látható fényt bocsátanak ki egy másik érzékelő berendezésre. Ha ennek a fénynek az útját valami elzárja (a mi esetünkben egy áthaladó szerelvény), akkor ezzel jeladásra készítetjük a berendezést. Ez lehet olyan megoldású, hogy két külön egység van egymással szemben: egy infravörös fényt adó és egy külön vevő egység; vagy pedig az adóegységbe van beszerelve a vevőegység is és a járműről visszavert fényt érzékeli. A közúti villamosközlekedésben inkább ez a megoldás terjedt el.

Szánszerkezet – az **egyetlen aktív**, pontszerű érzékelőnk ez azt jelenti, hogy a járművezető tevékenysége befolyással van arra, hogy történik-e jeladás, vagy sem. (63. ábra) A szánszerkezet feladata a váltók működtetése. Működése: a szerelvény áramszedőjét a szánszerkezet munkavezetékekkel párhuzamosan elhelyezett két szára eltávolítja (lenyomja) a munkavezetékétől és a jármű a szánszerkezet szárain keresztül vesz fel vontatóáramot. A munkavezeték és a szánszerkezet elektromosan össze van kötve, és az áramkörbe be van iktatva egy elektromágneses tekercs, mely a mágneses tere segítségével egy beállított erejű rugóval tartott érintkező párt igyekszik zárni. Ha a szerelvény által felvett áramerősség eléri vagy meghaladja a 60-70 A-t, akkor a közbeiktatott tekercs körül kialakuló mágneses tér ereje legyőzi a rugó erejét, és zárni tudja az érintkező párt. Ezzel elektromos impulzust vagy tápfeszültséget juttatunk a működtetni kívánt váltóhoz és az aktuális állásból a másik állásba állítjuk azt.



523. ábra: Szánszerkezet

Összefoglalva: a járművezető tevékenysége abban merül ki a szánszerkezet megközelítésekor, hogy meggyőződik arról, hogy a váltó az ő számára megfelelő

irányba áll-e, amennyiben igen, akkor a szánszerkezet alatt olyan kapcsolásokat végez, hogy a szerelvénnyel áramfelvétele ne érje el a 60-70 A-t, ha viszont szükséges a váltó állítása, akkor a szerelvénnyel áramfelvételét a megfelelő berendezések működtetésével az igényelt szintre, vagy az fölé viszi.

3.2. Önműködő főjelző

Csak a szerelvénnyel haladása vezérli őket, járműérzékelők és automatika segítségével. Elhelyezhetők már szinte minden helyen ahol főjelzőket alkalmazunk. Önműködő végállomásokon, térközők biztosítására, át nem tekinthető aluljárók fedezésére, egyvágányú pályarészek forgalom lebonyolításának elősegítésére.

Működésük, lényegében nagyon egyszerű. Bemutatására egy át nem tekinthető aluljáró fedező jelző vezérlését hoznám fel példának mivel ilyen Budán és Pesten is található.

Az aluljáró végein található kétfogalmú főjelzők alapállása vörös. Az érkező szerelvénnyel valamely érzékelő (pl. lazavezeték) segítségével bejelentkezik a rendszerbe.

Az első vizsgált esetben az aluljáró szabad, így a szerelvénnyel érzékelő automatika szabadjelzést vezérel ki a főjelzőre. A zöldre továbbhaladó villamos a jelző után egy másik érzékelőt hoz működésbe, amelynek két funkciója van: érzékeli a szakaszban a foglaltságot, ezért tilos jelzést vezérel ki a jelzőre és reteszeli azt. A másik feladata, hogy a főjelző ellenőrző sárga színű lámpáját bekapcsolja. Ezzel a lámpával tájékoztatja a járművezetőt, hogy a meghaladott jelzőn tilos jelzés látható, így a szakasz, amiben éppen tartózkodik, fedezett. Amikor a szerelvénnyel kihalad az ellenőrzött szakaszból, egy újabb érzékelővel kiveszi a reteszelést a térközből, de nem állítja zöldre a jelzőt, és az ellenőrző jelző sárga fényét is kioltja.

A második eset: az érkező szerelvénnyel előtt az aluljáróban van villamos. Az első érzékelőn bejelentkező szerelvénnyel jelzést küld az automatikának az érkezéséről, de az automatika nem vezérel ki szabad jelzést, mert a fedezett szakaszban tartózkodó másik szerelvénnyel még nem jelentkezett ki, így a vezérlésbe

iktatott reteszt nem oldotta. Amint a kijelentkező-érzékelő által jelet küld a vezérlésnek, hogy a szakaszból távozott a másodiknak érkező villamos azonnal szabad jelzést kap.

3.3. Félig önműködő főjelzők

Ember állítja szabad jelzésre és a szerelvény mozgása állítja tilosra. Általában olyan végállomások területén használják őket, ahol még menetirányító dolgozik.

Működésük lényege, hogy az érkező szerelvény egy érzékelő segítségével jelet küld a irányítószemélyzetnek, ezzel jelezve, hogy jön. A helyszínen szolgálatot teljesítő személy a tabulátor (az a kapcsoló szerkezet, amivel a végállomás váltóit, jelzőit és az egyéb funkciókat kezeli) segítségével kijelöli a vágányutat, és szabad jelzést vezérel ki az érintett jelzőkre. Amint a szerelvény a jelzőt meghaladja, egy újabb érzékelőn keresztül letiltja maga mögött a jelzőt és foglaltságot tesz a vágányra, amin tartózkodik.

Lehet még a félautomata rendszernek olyan változata is, amikor a járművezető a végállomáson egy ún. chipkulcs segítségével jelentkezik be a rendszerbe. Ez a chipkulcs tartalmazza a villamos forgalmi számát, és ezt közli a rendszerrel. A bejelentkezés úgy történik, hogy az elfoglalt vágányhoz tartozik egy bejelentkező doboz. Ezen a dobozon van három érintő aljzat, ezek valamelyikéhez kell hozzáérinteni a kulcs megfelelő oldalát. Az érintő aljzatokat a következőkben leírtak szerint kell használni.

- Menetrendi: ha a szerelvény a menetrendben következő indulási idő szerint, el tud indulni.
- Azonnali: nem a menetrend szerinti időpontban, a lehető legrövidebb időn belül indulni akar.
- Törlés: ha már történt bejelentkezés, de azt valamiért törölni, vagy módosítani akarjuk.

Ilyenkor az elektronikus irányító berendezés az előre betáplált, éppen aktuális menetrend szerint vezérli a jelzőket.

3.4. Nem önműködő főjelző

Személyzet állítja tilos és szabad jelzésre is. A fővárosban illet elvételre vagy egyáltalán nem alkalmaznak.

4. Holdfényjelző

A holdfényjelzők a villamos forgalom irányítására szolgáló közúti fényjelzők. Jelzéseik és azok jelentése, megtalálható az F1-es Utasítás 3.3.-tól.

A holdfényjelzők, ellentétben a főjelzővel, előre beállított programok alapján működnek. Ezeket a programokat az egész csomópontra határozzák meg, és a csomóponti irányítás egy elemeként funkcionál a holdfényjelző. A forgalom változásával összefüggésben cserélgetni lehet a programokat, így vannak csúcsidőre, csúcsidőn kívülre, hétvégére, ünnepnapra, stb. aktualizált algoritmusok, melyeket a vezérlő elektronika szabályoz. Ez a rendszer lehetővé teszi a villamos általi csomóponti befolyásolást is, ami ugyancsak érzékelők segítségével történik. A csomópont alapprogramjából kihagyják a villamost. Ez azért jó, mert ha a villamos közlekedés ritka, akkor a többi közlekedő szabadjelzéséből akkor is időt veszünk el, ha nincs áthaladó szerelvény. Tehát alapesetben a villamosnak nincs szabadjelzése. Amikor az érkező szerelvény az érzékelő segítségével bejelentkezik a forgalomirányításba, az alapprogram egy olyanra cserélődik, ami már kezeli az áthaladni szándékozó villamos jelzőjét is, ezért valamelyik forgalmi irány szabad periódusát megrövidíti. Az így nyert időben szabad utat biztosít a villamosnak. Ha a szerelvény a kereszteződésen áthaladt, egy másik érzékelő segítségével visszaállítja az alapprogramot.

A jármű vezetőjét a forgalomtechnikai ellenőrző jelző tájékoztatja arról, hogy a bejelentkezés sikeres vagy sem. (F1. 3.4.7). Ez a jelző az egyéb jelzők kategóriájába tartozó, talpára állított, sárga háromszög. Ha a jelző világít, az azt jelenti, hogy a bejelentkezés sikeres, lehet számítani a szabad jelzésre. Ha sötét, akkor a bejelentkezés sikertelen, valahol a közelben, általában a holdfényjelző árbocán van egy nyomógomb, és annak a megnyomásával lehet bejelentkezni. Az ilyen helyeknél

a járművezetők jó ha tisztában vannak az érzékelők helyével, és az egész rendszer működési sémájával. Ugyanis lehetnek az ilyen kialakításban buktatók. Ha már a bejelentkezési szakaszban van egy szerelvény, és a követő kocsi szintén bemegy az érzékelő alá, előfordulhat, hogy a második kocsi jelét a kijelentkező első szerelvény törli. Ezért javaslat, hogy amíg az első szerelvény nem jelentkezett ki, addig a követő villamos ne jelentkezzen be a programba! Ez jó vezetéstechnika.

Olyan csomópontokban, ahol a villamos több irányba is továbbhaladhat, tehát kitérő van a kereszteződésben, nem mindegy, hogy melyik irányba kér szabad jelzést. Vannak helyek ahol a programba történő bejelentkezés a távvezérelt váltó reteszelésével történik. Ilyen esetben a járművezetőnek egyéb teendője nincs. Van, ahol a váltó állásától függetlenül, egy nyomógomb megnyomásával jelentkezhet be a programba. Ilyenkor ha a nyomógombhoz tartozó irányba szeretnénk tovább menni, minden esetben le kell szállni a kocsiról és kezelni kell a kapcsolót.

5. Távműködtetésű váltó működése, jelzései

Bármelyik elektromos úton működtetett váltó alkalmas távvezérlés megvalósítására, de a legelterjedtebbek az elektromágneses működésűek. Ezek a Hanning és az elektromágnessel működtetett kulisszás váltók. Számunkra a járművezető által működtetett távvezérelt váltóknak van a legnagyobb jelentőségük, ezért azzal foglalkoznánk részletesen.

5.1. Váltójelzők

A távvezérelt váltók állásáról, reteszeltségéről vagy annak hiányáról, egyértelmű jelzéssel szolgálnak a váltójelzők a járművezető részére. A váltójelzőket keresztsodronyra, munkavezetéktartó oszlopra, vagy külön árbocra, jól látható módon helyezik el.

Három váltójelző típust különböztetünk meg.

Az első és legegyszerűbb a reteszfény nélküli, csak két jelzsképe van, a váltó tényleges irányát mutatja fehér nyílhegyek segítségével. Ha a váltó kitérő irányba áll, akkor a kitérés tényleges irányába mutató fehér nyílhegyet látunk, ha a váltó egyenes irányba áll, akkor a jelzőn egy fehér, függőleges téglalap látható.

Reteszfényvel ellátott váltójelző: a váltójelző doboza három részre tagolódik. A két szélső harmadban az irányfények láthatók, ezek ugyanúgy, mint az előzőnél, a kitérés tényleges irányát mutató fehér nyílhegy, vagy egyenes irány esetén egy függőleges fehér téglalap. A váltójelző középső harmadában pedig egy sárga lámpa található, mely ha világít, a váltó elektromos reteszeltségéről ad tájékoztatást.

A mátrix-jelző: ezen a váltójelzőn egyszerre mindig csak egy jelzsképe látható. A váltó kitérő állása esetén egy vörös nyílhegy, mely a kitérés tényleges irányába mutat. A váltó egyenes irányba esetén egy vörös függőleges téglalap, ha a váltó elektronikusan reteszelve van, az irányfény villog, ha a váltót állítják, akkor az állítás megkezdésétől a reteszeldés bekövetkeztéig egy folyamatos fehér, vagy vörös pont látható a váltójelző jelzőlapján.

5.2. A távvezérelt váltó elektromos reteszelése

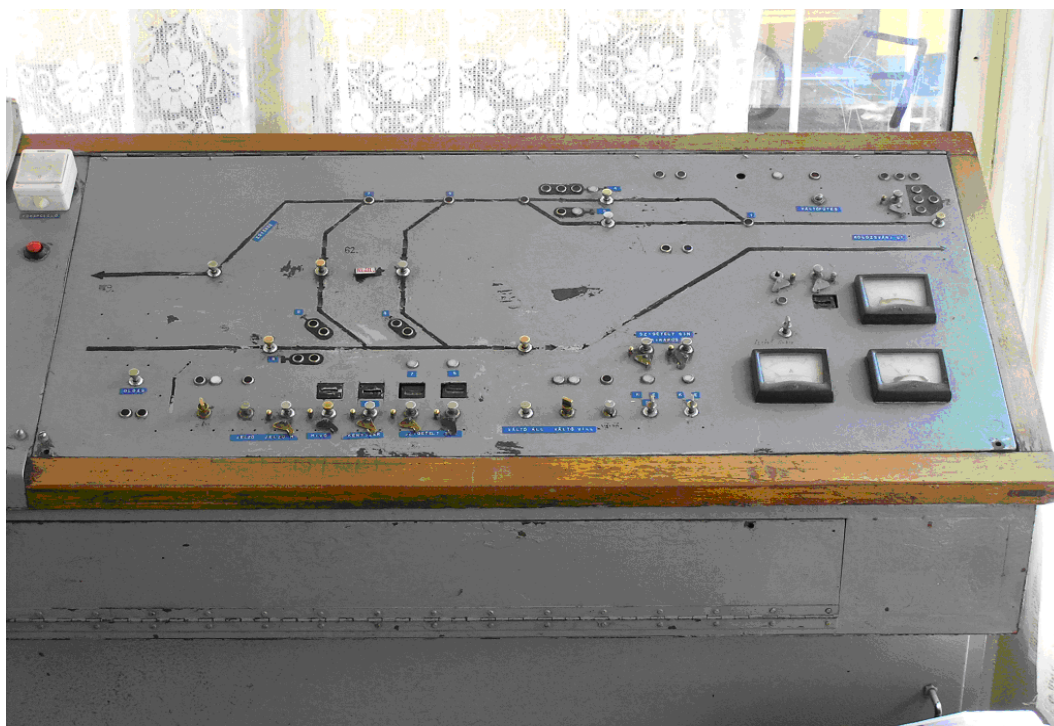
Mint már tanultuk, a váltó távvezérlése szánszerkezet segítségével történhet. Ha a járművezető olyan kapcsolásokat végez, hogy a szerelvény áramfelvétele meghaladja az 50-60 A-t, a váltó átáll, ha a szerelvény áramfelvétele nem haladja meg az 50-60 A-t, akkor a váltó az előzőleg beállított helyzetben marad. Vannak nagyon fontos szabályok a váltóállítással kapcsolatban, melyeket a Forgalmi utasítás megfelelő pontjai tartalmaznak. Ezek közül kiemelném azt, hogy tilos váltót állítani, amíg a váltón, illetve a váltó előtt másik szerelvény tartózkodik. Ha esetleg mégis bekövetkezne, hogy a váltón áthaladó szerelvény alatt történik a váltóállítás, az kisikláshoz vezet, ezt **aláváltásnak** nevezzük. Nyilván nem elég ezt csak szabályozni, tiltani, lehetőség szerint biztonsági rendszerekkel is meg kell akadályozni az aláváltás bekövetkezését. Ezért alkalmazzák az összes járművezető által távvezérléssel működtetett váltónál a váltó elektromos reteszelését.

Ennek működése a következő: amikor a szerelvény áramszedője áthaladt a szánszerkezet alatt, függetlenül attól, hogy történt váltóállítás vagy sem, behalad egy újabb érzékelő alá, amelynek két funkciója van: egyrészt megszakítja a váltó és a váltóállító szánszerkezet közötti kapcsolatot, tehát ezzel lehetetlenné teszi a váltó állítását a szánszerkezet segítségével. A másik feladata, hogy a váltón található reteszelő jelzőt megvilágítsa. A reteszelés működése teljesen független a váltó állásától. Amikor a szerelvény lehaladt a váltóról, egy újabb érzékelőn halad keresztül, amely megszünteti a reteszeltséget, és lekapcsolja a váltójelzőn található reteszfényt.

Fontos: a reteszelés csak elektromos, mechanikus reteszeltség nem jön létre, így a váltó a helyszínen kézzel állítható.

5.3. Távvezérlés a helyszínen szolgálatot teljesítő segítségével

Végállomások területén, ha van terület-, vagy menetirányító, akkor a távvezérelt váltó állítása az ő feladata. Ezt **tabulátor** segítségével hajtja végre. A tabulátor egy olyan vezérlő berendezés, amely kapcsolatban áll a végállomás területén található váltókkal, jelzőkkel, érzékelőkkel, alkalmas arra, hogy vágányutakat jelöljünk ki rajta, és a vágányfoglaltságot, váltóállást, illetve a jelzők jelzéseképeit visszajelezzék az őt kezelő személynek. (64. ábra)



64. ábra: Tabulátor

5.4. Távvérelt váltóállítás járműre szerelt rádiós jeladó segítségével

Lehet a távvezérlésnek olyan megoldása is, mikor a járművekre rádiós jeladó berendezéseket telepítünk, és ugyanezen a frekvencián működő vevőegységeket kapcsolunk össze a váltóállító szerkezettel. Ilyenkor a távvezérlés lehetősége nem egy pontra koncentrálódik, mint a szánszerkezetnél, hanem egy úgynevezett érzékelési szakaszon belül bárhol megtörténhet, amikor is a járművezető a távvezérléshez szükséges műveletet, kapcsolásokat elvégzi.

5.5. Távvérelt váltóállítás fedélzeti információs rendszer segítségével

Modernebb szerelvényeken (Combino, TW6000) már vannak olyan komplex rendszerek, amelyek a szerelvényen beállított viszonylatnak megfelelően ellátják az utastájékoztatás, megvalósítják a kijelzéseket, és a szerelvény útvonalának megfelelően távolról állíthatják a váltókat, ebben az esetben is rádióvezérlés

segítségével.

Ennek egy fejlettebb változata, amikor a globális helyzet-meghatározó rendszeren alapuló járműkövetés és azonosítás segítségével GSM-hálózatú adatátvitellel történik a váltó távvezérlése.

6. A közúti fedezőjelző

A közúti vasúti közlekedés nem élvez olyan védeltséget a más járművekkel szemben, mint a vasúti közlekedés, de beláthatjuk, hogy egy villamospálya és a közút kereszteződését bizonyos esetekben külön jelzőkkel kell biztosítani, ha a közösségi közlekedést segíteni akarjuk. Erre szolgál a két lencséből álló közúti fedezőjelző, melyet pontszerű érzékelők segítségével az érkező villamos fog vezérelni.

A fedezőjelző a közút felé két lencséből álló berendezésként jelentkezik, melynek három jelzéseképe van. Alapesetben villogó sárga jelzést mutat, amely a közút felé veszélyes helyre figyelmeztető jel. Ha az érkező villamos az érzékelő alá bemegy, (amely lehet bármelyik passzív pontszerű érzékelő), ezzel impulzust ad a fedezőjelző vezérlésének, így a fedező jelző 3-5 másodperces folyamatos sárga fényre vált, amely átmeneti jelzés, majd 3-5 másodperc múlva vörös jelzés lesz kivezérelve a keresztező forgalom felé. Ha a mozgó szerelvény áthaladt a kereszteződésen és a következő ún. kijelentkező érzékelő alá is elérkezett, akkor a közúti fedezőjelző visszavált villogó sárga fényre, így lehetővé teszi a keresztirányú forgalom haladását. A szerelvény vezetője felé van egy külön, egy lencséből álló sárga fényt sugárzó lámpa, ezt úgy hívjuk, hogy a **közúti fedezőjelző kiegészítő jelzője**. Ez az egy lencséből álló lámpa alapesetben sötét, akkor fog sárga fénnel jelezni a villamosvezető részére, ha a keresztező irányú forgalomnak tilos jelzés van kivezérelve. **A villamosvezetőnek ez az egyetlen hivatalos tájékoztatás arról, hogy a fedezőjelző működik, és hogy milyen jelzést sugároz.**

A közúti fedezőjelző vezérlésének egyik feladata, hogy figyelje, mennyi ideig tartózkodik szerelvény az ellenőrzött szakaszban, tehát mennyi ideig vezérel ki tilos jelzést a forgalom felé. *(Mindenki számára belátható, hogy nem érdekünk esetleg*

hibás működésből adódóan túl sokáig akadályozni a közúti közlekedést, mert a közlekedés többi résztvevője szemében inflálódik a fedezőjelző tilos jelzésének értéke.) Ezért ha 240 másodpercen túl érzékel foglaltságot, akkor *gyanakodni kezd*, hogy a szerelvény ugyan kiment a szakaszból, de a kijelentkezés nem történt meg. Ilyenkor lekapcsolja magát, ezt hívjuk hibakikapcsolásnak. A fentiekén kívül a hibakikapcsolási okok a következők lehetnek: hálózati feszültség kimaradása, esetleg a vontatási feszültség kimaradása. Bizonyos idő után a berendezés a programot megpróbálja újra felvenni, visszakapcsolja magát villogó sárga fényre.

A berendezés véglegesen kikapcsol:

- valamely vezérlőáramköri biztosító kiolvad
- egy közúti jelző piros izzója kiég
- egy közúti jelző sárga izzója kiég
- ha valamelyik közúti jelzőn a vezérléssel ellentétes jelzésekép jelenik meg
- ha a közúti jelzőn egyszeri lekapcsolás után ismét 240 másodpercnél hosszabb ideig van piros jelzés

7. Hírközlő berendezések

A közösségi közlekedés fejlődése során hamar felmerült az igény, hogy megbízható kapcsolatot tudjanak tartani egymás között a járművezetők és a forgalomirányítás. Erre nagyon sokáig nem volt más eszköz, mint a hagyományos telefonhálózat, a nyilvános telefonok, és az oszlopokra kitelepített katonai jellegű távbeszélő készülékek (kurblis telefonok). A későbbiek folyamán, bizonyos vonalakon közlekedő járművekre URH-készülékeket telepítettek. Ezek nyílt láncú rendszerekben üzemelnek. A nyílt láncú rendszer azt jelenti, hogy mindenki, akinél ilyen készülék bekapcsolva van, az hall minden forgalmazást, ami a hálózaton történik.

Ennek a rendszernek az előnyei:

- rugalmas
- azonnal eljut minden információ mindenkihez

Hátrányai:

- illetéktelenek is bármikor belehallgathatnak, illetve beleszólhatnak a forgalmazásba
- a nagyon sok fölösleges információ eltereli a figyelmet

1994-ben elkezdték az autóbuszokra telepíteni az **AVM** eszközt. **AVM** az Automatic Vehicle Monitoring szóösszetételből képzett mozaikszó, melynek jelentése: automatikus jármű-megfigyelés. Drága, de jó rendszert alkotott, lehetővé tette a járművek azonosítását, vonali helymeghatározását ún. markerek segítségével, kódolt beszédkapcsolat létesítését a forgalomirányítás és a járművezetők között, előre betáplált szöveges üzenetek küldését, a menetrend és a jármű helyzetének összehasonlítását, eltérések esetén gyors beavatkozást. A telepítés idején úgy gondolták, hogy villamosokra nem alkalmas, de ez a későbbiek folyamán megdőlt, a Combino villamosokon 2010-ig alkalmazták ezt a rendszert.

Ezzel párhuzamosan 1998-ban bevezették több viszonylaton a **DIR** eszközt. A DIR a diszpécseri irányító rendszer rövidítése. Ennek a telepítése szintén a

járművekre történt. A villamos közlekedésben nem váltotta be a hozzáfűzött reményeket. Az AVM-mel szemben egyetlen előnye volt: kb. hamadába került.

A DIR előnyei:

- Kódolt frekvenciák. Csak az illetékesek tudtak részt venni a kommunikációban
- Azonnali kapcsolatazonosítás. A forgalomirányító tudja, hogy ki kér beszéd kapcsolatot
- Kapcsolatfelvétel céljából ki lehetett jelölni csak egy járművet, vagy külön csoportokat lehetett alkotni és hívni
- Információt szolgáltatott a végállomási indulásokról
- Rövid szöveges üzenetek küldésére is alkalmas volt

Hátrányai:

- Nehézkes kezelés
- Nem volt alkalmas két vezetőfülkés üzemre
- Nincs vonali helymeghatározás
- Az igényekhez képest kevés a beszéd csatorna
- Jelentős a meghibásodások száma és nagy a fenntartási költség

A fenti rendszerek a digitális kódolású rádiózás bevezetésével idejét múlttá váltak. Valós igényként jelentkezett, hogy az egész fővárosi felszíni közösségi közlekedésben egységes kommunikációs, és utastájékoztató rendszert vezessenek be. Ezt az igényt hivatott kielégíteni az új uniós pénzekből megvalósuló beruházás, melyet részletesebben mutatok be.

8. A műholdas helymeghatározó rendszer (GPS)

A BKV Zrt életében a jelenleg futó egyik legnagyobb beruházás az ún. FUTÁR project. (A FUTÁR a forgalomirányítási és utas tájékoztatási rendszer mozaikszava.) Ez az eszköz több alrendszer összekapcsolásával a következő lehetőségeket valósítja meg:

- Járművek három méteren belüli helymeghatározása
- Folyamatos járműkövetés
- Beszédkapcsolat
- Valós idejű utastájékoztatás
- Internetes útvonaltervezés
- A forgalomirányítás központosítása
- Csomóponti forgalomirányító berendezések befolyásolása (Előnyben részesítés)
- Utazási igényekhez jobban igazodó menetrendek kialakítása
- A szoftvertől függően sok egyéb szolgáltatás, amelyek mind a közösségi közlekedés korszerűbbé, megbízhatóbbá és gazdaságosabbá tételét segítik elő

A FUTÁR alrendszerei:

- Globális (műholdas) helymeghatározó rendszer
- GSM hálózat
- ForTe rendszer (Forgalmi Tevékenység)
- WIFI hálózat (Opcionális)

8.1. A FUTÁR működése

Az egész rendszer a műholdas helymeghatározó rendszeren alapszik. A járművekbe egy fedélzeti számítógép van beépítve, mely a „látható” műholdak helyzete alapján, meg tudja határozni a jármű földfelszínen elfoglalt pontos helyzetét. Ehhez legalább négy műholdra kell tiszta rálátásnak lenni. Az így kapott adatot a műszer a GSM hálózat segítségével elküldi a központi informatikának. A központi informatika a küldött adat alapján meghatározza, hogy a jármű menetrendben van-e, és erről tájékoztatást küld a járművezető részére, ill. a friss adatot naplózza. Optimális esetben ez a folyamat húsz másodperces időközönként ismétlődik.

A forgalomirányítás felé grafikus formában továbbítva van a járművek helyzete. Ez azt jelenti, hogy a menetirányító egy térképen folyamatosan látja a járműveket. Így zavar esetén azonnal be tud avatkozni. Az eltárolt forgalmi információkat fel tudjuk használni a valós idejű utastájékoztatás megvalósítására, a menetrendek aktualizálására, költségcsökkentésre és számtalan egyéb területen hasznukat lehet venni.

8.2. A fedélzeti számítógép

A berendezésnek az a része, amivel a járművezető ténylegesen kapcsolatba kerül, a járműre telepített fedélzeti számítógép terminálja. Ez egy érintőképernyő, amely a vezetőfülkében van elhelyezve. A műszer áram alá helyezésekor egy perc feléledési idő után, egy bejelentkező képernyőt kapunk. Ezen a képernyőn a gép bekéri a járművezető törzsszámát. Ellenőrzi, hogy létező törzsszám-e, majd kontrollként kiadja a hozzátartozó nevet, így biztosítva, nehogy más legyen a szolgálatba beírva. Ha a név stimmel, és ezt nyugtáztuk, a szerkezet üzemi állapotba kerül. Lehetővé válik a beszéd, ill. adat kapcsolat, a járműkövetés és az egyéb funkciók működtetése. A teljes működést a berendezéshez kiadott tájékoztató segítségével lehet megismerni.