

Általános szakmai ismeretek I.

Oktatási jegyzet a térségi, elővárosi, helyi, vagy saját célú pályahálózatra érvényes vasúti járművezető képzésben résztvevők számára

2015.

Összeállította: Gerlang Tamás

Lektorálta:

A jegyzet jelen kötete a vasúti közlekedés biztonságával összefüggő témaköröket tárgyalja.

A jegyzet tematikája a Közlekedéstudományi Intézet által összeállított képzési programot követi.

2. kiadás

2015.

Tartalomjegyzék

Tartalomjegyzék.....	3
Előszó.....	6
Matematikai alapok.....	7
Egyenes arányosság.....	7
Fordított arányosság.....	7
Hatványozás, normál alak.....	7
Függvények.....	8
ÁLTALÁNOS MŰSZAKI, ELEKTROTECHNIKAI ISMERETEK.....	10
1. Mozgástan.....	10
Egyenes vonalú egyenletes mozgás.....	10
Egyenes vonalú, egyenletesen változó mozgás.....	11
Egyenletes forgómozgás.....	12
2. Erőtan.....	13
A tömeg és az erő fogalma, Newton törvényei.....	13
Súrlódás, tapadás, maximális vonó- és fékezőerő.....	14
Energia, munka, teljesítmény, hatásfok.....	15
3. Járműmechanikai alapfogalmak.....	17
Menetellenállások.....	17
Alapellenállások.....	18
Járulékos ellenállások.....	19
4. Pneumatikai alapfogalmak.....	19
A gázok állapotát meghatározó tényezők, a nyomás és a nyomóerő.....	19
Aktív és passzív pneumatikus elemek.....	20
5. Elektrotechnikai ismeretek.....	21
Elektromos töltés, télerősség, feszültség, áramerősség.....	21
Ohm törvénye és az ellenállás, elektromos munka és teljesítmény.....	22
Áramkörök, vezetők és szigetelők.....	23
Soros kapcsolás – Huroktörvény.....	23
Párhuzamos kapcsolás– Csomóponti törvény.....	24
Vegyes kapcsolás.....	24
Az elektromos áram hatásai.....	25
6. Mágnesességi alapfogalmak.....	27
Állandó mágnes, tekercs mágneses terének jellemzői.....	27
Az elektromágneses indukció.....	28
7. Egyenáramú elektromos forgógépek, egyéb elektronikai elemek.....	29
Egyenáramú generátorok.....	29
Egyenáramú motorok.....	29
Egyéb áramkörü elemek.....	30
Ellenőrző kérdések.....	33
VASÚTÜZEMI TECHNOLÓGIÁK ÉS KÖZLEKEDÉSBIZTONSÁGI ALAPISMERETEK.....	34
1. Váltók alkatrészei, csoportosításuk, ellenőrzésük.....	34
A váltók felépítése, szerkezeti elemei.....	34
Kitérőkkel kapcsolatos fogalmak.....	35
A váltó állítása, biztosítása, forgalmi feltételek.....	36
Jelzők a váltónál.....	38
2. Közút-vasút szintbeli keresztezése, útsorompók.....	38
Szintbeli keresztezés forgalombiztonsági szempontból.....	38
A vasúti pálya fedezése.....	39
3. Tolatási technológiák.....	40
A tolatás fogalma, célja.....	40
Síktolatás.....	40
Gurítás.....	41
4. Vonatközlekedési technológiák.....	42

A közlekedésszabályozás rendszere	42
Közlekedési rendek	43
5. Forgalomirányítási rendszerek, irányító szolgálat	43
6. Közlekedésbiztonsági alapfogalmak	44
Aktív és passzív biztonság	44
Biztonsági kockázati tényezők, célok, intézkedések	44
NKH, KBSZ	45
Ellenőrző kérdések	45
VASÚTI PÁLYAISMERET	46
1. A vasúti pályához kapcsolódó alapfogalmak	46
Vonalvezetés	46
Pályageometriai adatok	46
2. Alépítmény	48
Az alépítmény feladata, részei	48
3. Felépítmény	49
A felépítmény fogalma, feladata	49
A vasúti sín	49
Sínleerősítések és kapcsolások	50
Aljak	51
Az ágyazat	52
Különleges felépítményi elemek	52
Kitérők és keresztezések	53
Egyéb vágánykapcsolások	55
Vasúti pályafelügyelet	55
Kisiklás a váltón	55
4. Műtárgyak	56
Hidak, alagutak, átereszek	56
5. Villamosított vasútvonalak energiaellátó berendezései	57
A villamos energiaellátás folyamata	57
Az energiaellátó hálózat elemei	57
A munkavezeték kialakítása, rögzítése	58
6. Biztosítóberendezési ismeretek	59
Alapfogalmak	59
Vonatérzékelés	60
Biztosítóberendezések célja, feladata	61
A biztosítóberendezések típusai	61
Ellenőrző kérdések	63
VASÚTI FÉKBERENDEZÉSEK, FÉKTECHNIKAI ALAPISMERETEK	64
1. Fékezési alapfogalmak	64
A fékezés feladata, lehetséges céljai	64
Féktechnikai fogalmak	64
2. Fékberendezések osztályozása	65
Rendeltetés szerint	65
Fékerő kifejtésének módja szerint	65
Fékerő kifejtésének helye szerint	65
Fékszerkezetek működése szerint	66
Fékezési módok kiválasztásának szempontjai	66
A pneumatikus fékezés elve	67
3. Pneumatikus fékrendszerek	69
Fékezőszelepek	69
Kormány szelepek – kimeríthetőség	69
Légsűrítők, légtartályok	70
Egyéb légrendszeri elemek	71
Fékrudazat	71
4. Mechanikus és villamos fékberendezések	72
Kézifékek, rögzítő fékek	72
Az elektrodinamikus fékezés elve	72

Ellenőrző kérdések.....	72
ÁLTALÁNOS VONTATÓJÁRMŰ ISMERET	73
1. Vontatási nemek, vontatójárművek.....	73
Gőzmozdonyok.....	73
Dízelmotoros járművek.....	74
Villamos meghajtású járművek.....	74
2. Alváz és mozdonyszekrény felépítése, vonó- és ütközőkészülék.....	75
Alvázak feladata, igénybevétele, kialakítása	75
Alváz és mozdonyszekrény kapcsolódása, önhordó kocsiszekrény.....	76
Vonó- és ütközőkészülékek.....	76
3. Forgóvázak.....	Hiba! A könyvjelző nem létezik.
A futómű.....	77
Vasúti kerékpárok jellemzői	77
Lehetséges kerékpár-meghibásodások	78
A hordmű.....	78
Forgóváz feladata, felépítése	78
Ellenőrző kérdések.....	79
ÁLTALÁNOS VONTATOTT JÁRMŰ ISMERETEK.....	80
4. Vasúti kocsik fajtái, felosztásuk, azonosításuk.....	80
A vasúti kocsik fajtái, felosztásuk.....	80
A vasúti járművek azonosítása	81
5. A vasúti kocsik szerkezeti jellemzése	82
Kocsiszekrény	82
Kapcsolókészülékek, ütközőkészülékek	83
Ellenőrző kérdések.....	84
ÁLTALÁNOS ÜZEMELTETÉSI ISMERETEK	85
1. Szemelvények a Vasúti törvényből	85
Vasúti pályahálózatok meghatározásai	85
Járművezetéshez szükséges dokumentumok.....	85
Vasúti munkavállalókkal szemben támasztott követelmények.....	86
2. Vasútüzemben alkalmazott kommunikációs eszközök.....	86
3. Vasúti baleset.....	86
Ellenőrző kérdések.....	87

Előszó

A jegyzet a 2013-tól hatályba lépett, moduláris rendszerű vasúti járművezetői tanfolyam első moduljának, az Általános szakmai ismeretek modul abszolválásához nyújt segítséget. A modul oktatásának célja, hogy a képzésben résztvevők a későbbi modulokban sikeresen elsajátítsák a munkavégzésükhöz elengedhetetlen műszaki és szakmai ismereteket, valamint átfogó képet kapjanak a különféle vasútüzemek műszaki, technológiai sajátosságairól.

A modul alapvetően két részből tevődik össze: az első rész, amelyből hatósági vizsgát kell tenni, a vasúti közlekedés biztonságával összefüggő témakörök. A jegyzet első kötete tárgyalja ezeket a témaköröket. A második rész kiegészítő témaköröket tartalmaz, melyekből tárgyaként házi vizsgát kell tenni. A jegyzet célja, hogy a különböző tananyagok összefoglaltan, egy kézben tarthatók legyenek.

A tanuló többféle szövegezéssel találkozhat:

Az **ilyen módon kiemelt részek** a legfontosabbak, ezek elsajátítása elengedhetetlen az eredményes vizsgához.

A **félkövér betűtípussal** szedett részek segítséget nyújtanak, kijelölik a legfontosabb információkat, de **nem elégséges csupán ezen részek elsajátítása**.

A normál betűvel szedett részek a törzsanyagot képezik, melyeket a vizsgák keretében számon kérnek.

A kisebb betűvel szedett részek a törzsanyag kiegészítését adják, itt érdekességek és magyarázatok találhatók a témakörök könnyebb elsajátítása érdekében.

Egyes helyeken tájékoztató szövegek is előfordulnak.

A tantárgyi fejezetek végén ellenőrző kérdések találhatók, melyek segítségével ellenőrizhető a megszerzett tudás. A kérdések többsége a Közlekedéstudományi Intézet által összeállított képzési programból lettek válogatva.

Kívánok mindenkinek eredményes vizsgákat, és a képzés végétével örömteli szolgálatokat!

Matematikai alapok

A „Matematikai alapok” című fejezet nem része a hatósági vizsgakövetelményeknek, csupán segítséget ad a tanfolyam további moduljaiban szereplő tananyag elsajátításához.

Egyenes arányosság

Ha van két összefüggő mennyiségünk, és az egyik növekedése a másik mennyiség „ugyanannyiszoros” növekedését eredményezi, akkor egyenes arányosságról beszélünk. Például az egyik mennyiség a piacon almára költött pénz, a másik pedig a vásárolt alma mennyisége. Minél több pénzt költünk almára, annál több almát viszünk haza (a különböző árak közötti differenciát elhanyagoljuk). Tehát a két mennyiség egyenesen arányos, hányadosuk állandó, ez példánkban az alma ára:

$$\frac{\text{almára költött pénz}}{\text{vásárolt alma mennyisége}} = \text{alma ára}$$

A műszaki alapismeretek tárgyalásakor több esetben is találkozni fogunk egyenesen arányoló mennyiségekkel.

Fordított arányosság

Ha van két összefüggő mennyiségünk, és az egyik mennyiség növekedése a másik mennyiség „ugyanannyiad részére” csökkenését eredményezi, akkor fordított arányosságról beszélünk. Például: minél távolabb nyitjuk az ajtót a zsanéroktól, annál kisebb erőt kell kifejteni az ajtó nyitásához. Próbáljuk ki! A két mennyiség tehát fordítottan arányos, szorzatuk állandó, ez példánkban a nyomatékot adja (ezt a példa tekintetében állandónak tekintjük, a nyomaték az erő és az erőkar szorzatát jelenti).

$$\text{zsanértól mért távolság} \cdot \text{ajtóra kifejtett erő} = \text{nyomaték}$$

A későbbiekben több fizikai mennyiség esetén fogunk találkozni fordított arányossággal is.

Hatványozás, normál alak

A hatványozás gyakorlatilag a szorzás ismételt művelete. Például a 2^3 kimondva kettő a harmadikon, jelentése pedig $2 \cdot 2 \cdot 2 = 8$. A felírásban a 2 az alap, a 3 pedig a kitevő. Tehát a 8 kettőnek a harmadik hatványa.

Van néhány szabály a hatványozással kapcsolatban, ezeket az alábbiakban tárgyaljuk:

Minden szám nulladik hatványa 1: $15^0 = 1$ vagy $9999999^0 = 1$

Minden szám első hatványa önmaga: $25^1 = 25$ vagy $9999999^1 = 9999999$

Reciproknak nevezzük egy tetszőleges számnak azt az alakját, melyet az adott számmal megszorozva az eredmény 1. Megjelenésében egy tört számlálójának és nevezőjének felcserélését jelenti. Például: $5 \xrightarrow{\text{reciprok}} \frac{1}{5}$, mivel $\frac{1}{5} \cdot 5 = 1$

A negatív hatvány az adott szám reciprokát jelenti: $35^{-1} = \frac{1}{35^1} = \frac{1}{35}$ vagy $2^{-3} = \frac{1}{2^3} = \frac{1}{8}$

Túl nagy, illetve túl kicsi számok felírására használjuk a **normál alakot**. Ebben az esetben egy szorzatot írunk fel, ahol az első tag egy egészesre és több tizedes jegyre van felírva, a második tag pedig a hozzá tartozó tíz hatványa. Itt lesz jelentősége a prefixumoknak. Nézzünk példákat grammokkal:

$$1200\text{ g} = 1,2 \cdot 10^3\text{ g} = 1,2\text{ kg}$$

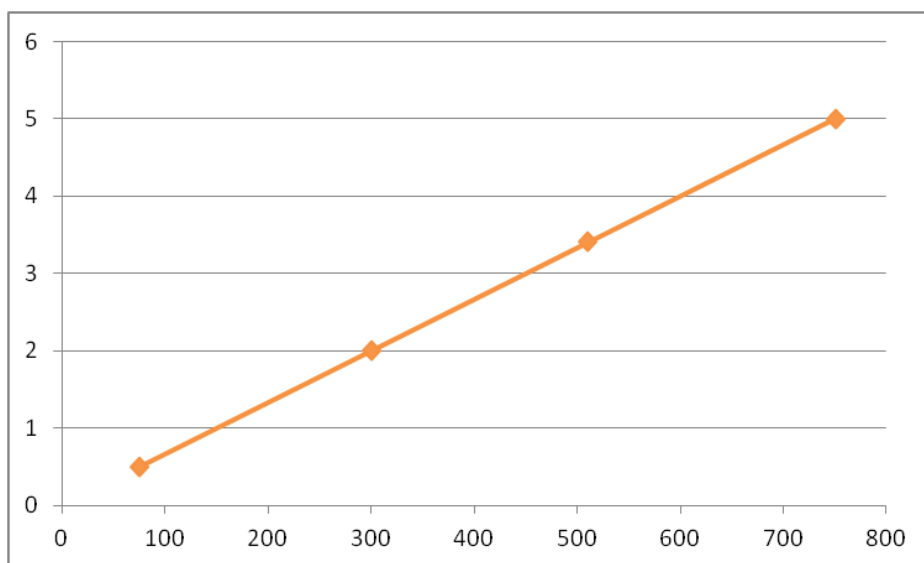
$$0,0000035\text{ g} = 3,5 \cdot 10^{-6}\text{ g} = 3,5\text{ }\mu\text{g}$$

Függvények

Ha a mennyiségek változását ábrázolni szeretnénk, függvényeket, koordináta-rendszereket használhatunk. Ezzel szemléletesen lehet ábrázolni a változásokat. Vegyük az egyenes arányosságnál használt példánkat: piacon almát vásárolunk, és minél több pénzt költünk almára, annál több almát viszünk haza. Ez elvben végtelen is lehet, de minket csak a reális adatok érdekelnek. Az alábbi táblázatba néhány vásárlás adatát felírtuk.

Költött pénz (Ft)	Hazavitt alma (kg)
75	0,5
300	2
510	3,4
750	5

Láthatjuk, hogy az adatok elég változatosak, de számolás nélkül nem derül ki számunkra, hogy például 2,5 kg almáért mennyit kellene fizetnünk. Ha az adatokat egy koordináta-rendszerben ábrázoljuk és összekötjük, akkor bármilyen mennyiséghez leolvasható a hozzá tartozó ár is.



A vízszintes tengelyen az almára költött pénzt, a függőleges tengelyen pedig a hazavitt alma mennyiségét ábrázoltuk. A négy pontot összekötöttük, és innen már leolvashatjuk, hogy 1 kg alma 150 Ft-ba kerül. Ha az összekötés a függőleges tengelyig tartana, leolvashatnánk, hogy 0 kg alma 0 Ft-ba kerül. Ez természetes.

Ezt a módszert csak akkor alkalmazhatjuk, ha tudjuk, hogy a két mennyiség minden esetben, minden tartományon egyenesen arányosak. Ha ez nem minden tartományon igaz, akkor a függvény alakja már nem biztos, hogy lineáris lesz, így a pontok összekötéséhez ismernünk kell a függvény többi tulajdonságát is. Tanulmányaink során elégséges annyi, hogy az ábrázolt függvényekről le tudjuk olvasni a számunkra szükséges adatokat, illetve néhány egyszerűbb esetet kell ábrázolni.

A mérés és az SI mértékegységrendszer

SI-alapmennyiség	Jele	Alap-mértékegysége	Egység jele
Hosszúság	l	méter	m
Idő	t	másodperc	s
Tömeg	m	kilogramm	kg
Hőmérséklet	T	kelvin	K
Elektromos áramerősség	I	amper	A
Fényerősség	J	kandela	cd
Anyagmennyiség	n	mól	mol

A Mértékegységek Nemzetközi Rendszere, röviden SI (Système International d'Unités) modern, nemzetközileg elfogadott mértékegységrendszer, amely néhány kiválasztott mértékegységen, illetve a 10 hatványain alapul. A jelenleg használt *SI mértékegységrend-szert* a 11. Általános Súly- és Mértékügyi Konferencia (General Conference on Weights and Measures) fogadta el 1960-ban.

A korábbi, nemzetközileg is elfogadott mértékegységrendszert MKSA-nek nevezték, amely a méter, a kilogramm, a másodperc (secundum) és az amper mértékegységeken alapult, nevét ezek kezdőbetűiből alkották. Ezt egészítették ki később (1948-ban) 3 alaplómértékegységgel: a erő (newton), az energia (joule) és a teljesítmény (watt) egységekkel.

Prefixum neve	Jele	Szorzója
peta	P	10^{15}
tera	T	10^{12}
giga	G	10^9
mega	M	10^6
kilo	k	10^3
hekto	h	10^2
deka	da	10^1
deci	d	10^{-1}
centi	c	10^{-2}
milli	m	10^{-3}
mikro	μ	10^{-6}
nano	n	10^{-9}
piko	p	10^{-12}
femto	f	10^{-15}

A mértékegységek rendszerét az alapegységek, a kiegészítő egységek és a velük leírható származtatott egységek alkotják. A mértékegységek nagyságrendjét a *prefixumok* (előtagok) adják meg.

Az SI-alapegységek meghatározásai:

Méter (m): annak az útnak a hosszúsága, amelyet a fény vákuumban $\frac{1}{299792458}$ másodperc alatt tesz meg.

Kilogramm (kg): a Sèvresben őrzött platina-íridium henger etalonként elfogadott tömege.

Másodperc (s): a 133 tömegszámú alapállapotú céziumatom két hiperfinom energiaszintje közötti átmenetnek megfelelő sugárzás 9 192 631 770 periódusának időtartama.

Amper (A): olyan állandó elektromos áram erőssége, amely két párhuzamos, egyenes, végtelen hosszúságú, elhanyagolhatóan kicsi kör keresztmetszetű, és vákuumban egymástól 1 méter távolságra lévő vezetőben áramlik, és e két vezető között méterenként $2 \cdot 10^{-7} \text{ N}$ erőt hoz létre.

Kelvin (K): a víz hármaspontja (ahol a víz három fázisa termodinamikai egyensúlyban van) termodinamikai hőmérsékletének $\frac{1}{273,16}$ -szorosa.

Mól (mol): annak a rendszernek az anyagmennyisége, amely annyi elemi egységet tartalmaz, mint ahány atom van a 12-es szénizotóp 0,012 kg-jában.

Kandela (cd): olyan fényforrás fényerőssége adott irányban, amely $540 \cdot 10^{12} \text{ Hz}$ frekvenciájú monokromatikus fényt bocsát ki, és erőssége ebben az irányban $\frac{1}{683} \frac{\text{W}}{\text{sr}}$.

ÁLTALÁNOS MŰSZAKI, ELEKTROTECHNIKAI ISMERETEK

1. Mozgástan

A „Mozgástan” című fejezet nem része a hatósági vizsgakövetelményeknek, csupán segítséget ad a tanfolyam további moduljaiban szereplő tananyag elsajátításához.

Kinematika: a mechanika azon része, amely a testek mozgásának leírásával foglalkozik, tehát nem vizsgálja a testek mozgásának okát.



Pontszerű test vagy tömegpont: az olyan testeket, melyeknek részletei a vizsgálat szempontjából elhanyagolhatóak, pontszerű testeknek, vagy tömegpontoknak nevezzük. Egy testet tömegpontnak tekinteni mindig egyfajta közelítést jelent, hiszen még az atomoknak, illetve azok alkotórészeinek is van kiterjedése, igaz, nagyon kicsi. A körülmények, és a vizsgálati pontosság dönti el, hogy megengedhető-e a tömegponttal való helyettesítés.

Nem teljesen fizikai, de szakmai megközelítés alapján a vasúti járműveket – néhány modernebb változattól eltekintve – a biztosítóberendezés is pontszerű testnek tekint, tudja, hogy ott vonat van, de annak hosszát, tömegét, sebességét általában nem tudja megállapítani, és nincs is rá szükség, hiszen csak a vonat (pont) helyzete fontos a vágányon (egyenes mentén).

Vonatkoztatási vagy viszonyítási pont: az a pont, amelyet alappontnak veszünk a mozgások vizsgálatánál.

Példa: ha az állomáson várjuk a vonatot, akkor magunkhoz képest az érkező vonat még mozgásban van, lassul, majd megáll. Ha felszállunk a vonatra, az elindul, akkor a viszonyítási pont, azaz mi magunk, a vonattal megegyező sebességgel mozgunk, tehát a viszonyítási ponthoz képest az állomás „mozdul el” a vonat sebességével. A járművek sebesség-méréséhez a vonatkoztatási pont a talaj, amin a közlekedési pálya fekszik.

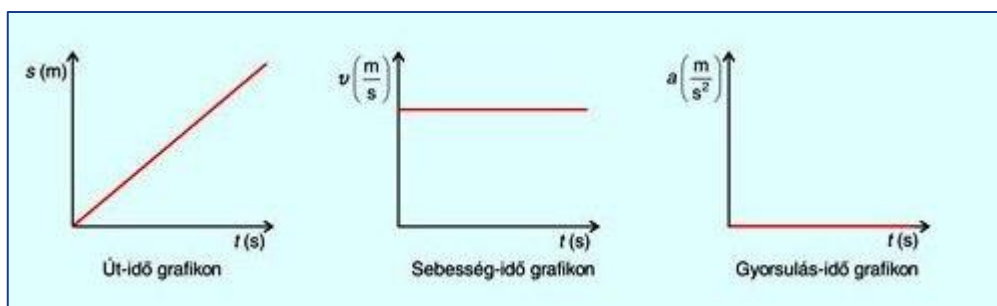
Egyenes vonalú egyenletes mozgás

Minden mozgásfajtára igaz, hogy ha egy test mozog (például egy vonat), akkor beszélhetünk a test megtett útjáról, a mozgás alatt eltelt időről, és ezekből származtathatjuk a test sebességét. A megtett út és az eltelt idő között az egyenes vonalú egyenletes mozgás esetén **egyenes arányosság** áll fenn: **minél nagyobb a megtett út (s), annál több az eltelt idő (t) és fordítva. Ez egy állandót határoz meg, mégpedig a sebességet (v).** Egyenletes mozgás esetén a **sebesség értéke minden időpillanatban állandó**, a gyorsulás pedig értelemszerűen nulla.

$$v = \frac{s}{t}$$

Ha a test egy **egyenes pálya mentén, egyenlő időtartamok alatt egyenlő hosszúságú utakat tesz meg**, akkor **egyenes vonalú, egyenletes mozgásról** beszélünk. Ennek feltétele, hogy a testet érő erők eredője (összege) nulla legyen.

Példa: ideális esetben ez akkor valósulhat meg, ha adott sebességgel haladó testet vizsgálunk, amelyre semmiféle közeg- és súrlódási ellenállás nem hat, azaz nincs, ami lassítsa, illetve nincs külső vagy beépített erőforrása, ami további sebességnövelésre kényszeríti. Természetesen a mindennapokban ez nem valósul meg: egy vasúti jármű esetén is fellépnek olyan ellenállások, amelyek a vasúti szerelvényt lassítják, amik ideális esetben a nullához közelítenek, de sosem érik el azt, így hatásuk mindig érvényesül. Az egyenes vonalú egyenletes mozgás viszont úgy is megvalósulhat, ha az említett vasúti járművet ugyanolyan erővel vontatjuk, amennyi ellenálló erő hat rá. Ez például emelkedőn is megvalósítható, ha a járművezető ki tudja választani azt a vontatási fokozatot, amelyen a vonat nem gyorsul, de nem is tud lelassulni.



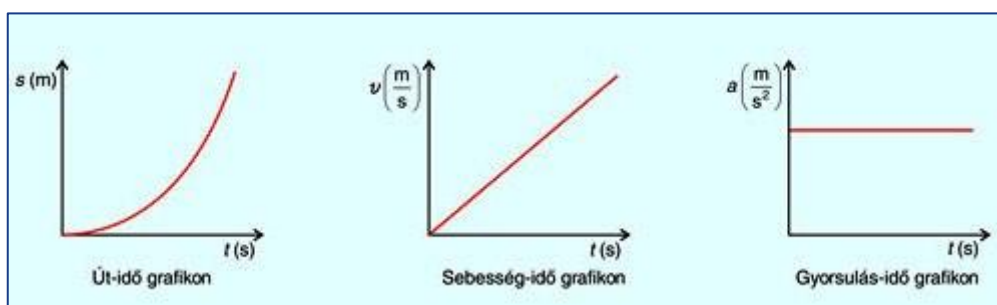
Az egyenes vonalú egyenletes mozgás sebessége a mozgás minden pillanatában egyszerűen számítható: $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ = állandó. Ez a definícióban megfogalmazottak szerinti jelölés, tehát a mozgás során bárhol kiválasztunk egy adott hosszúságú útszakaszt, és ha egy másik, ugyanekkora szakaszt választunk ki bárhol a mozgás mentén, biztosan ugyanaz az eltelt idő fog hozzá tartozni. Tehát a sebesség minden időpillanatban ugyanaz lesz.

Egyenes vonalú, egyenletesen változó mozgás

A természetben és a gyakorlatban lejátszódó mozgások többsége nem egyenletes, hanem változó mozgás, a testek sebességének nagysága és iránya ugyanis legtöbbször változik. A pillanatnyi sebességen felül ezért értelmezni kell az átlagsebességet is, ami azt a sebességet jelenti, amellyel a test egyenletesen mozogva ugyanazt az utat ugyanannyi idő alatt tenné meg, mint változó mozgással.

Ha egy test pillanatnyi **sebességének nagysága egyenlő időtartamok alatt ugyanannyival változik**, akkor *egyenletesen változó mozgásról* beszélünk.

A fenti definíció alapján az egyenletesen változó mozgások állandója a gyorsulás lesz, ami a következők szerint számítható: $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ = állandó.



Az egyenletesen változó mozgás esete a gyakorlatban egyszerűbben megvalósítható, mint az egyenes vonalú egyenletes mozgás. Ha járművünkkel olyan pályán haladunk, ahol az ellenálló erők változatlanok, illetve nagyon csekély mértékben változnak, akkor egy állandó gyorsítási értéket választva a jármű sebessége egyenletesen növekszik. Tehát ha kiválasztunk két ugyanolyan hosszú

időtartamot a mozgás során, akkor biztosak lehetünk abban, hogy a sebességnövekmény mindkét időtartam esetében ugyanannyi lesz. Természetesen ugyanez igaz a lassuló mozgásra is, amennyiben a lassítás (fékezés) egyenletes: ugyanolyan hosszú megválasztott időtartamok alatt a sebességcsökkenés mértéke ugyanannyi lesz. A gyorsulás (ami lassuló mozgásoknál negatív értékű) értéke az egyenletesen változó mozgás során megegyezik.

Egyenletes forgómozgás

A forgómozgás legegyszerűbb változata az, amikor a merev test forgástengelye rögzített, és ezen a tengelyen forgó test minden anyagi pontnak tekinthető része (kivéve a tengely pontjai) a tengelyre merőleges síkú körpályán kering. A forgómozgás sajátos esete a körmozgás, amikor a test egyetlen anyagi pontnak tekinthető, és így csak egyetlen körpálya van.

Akkor beszélünk *egyenletes forgómozgásról*, ha **egyenlő időtartamok alatt egyenlő a test szögelfordulása**.

Más megközelítésben: a ceruza két nevezett pontja egy kört ugyanannyi idő alatt tesz meg, viszont a belső pont rövidebb úton, mint a külső. Szemléletesebb példa az, amikor a kerékpárunkra szerelünk egy kilométerórát. Az érzékelő mágnes szinte bárhová szerelhetjük a küllőn, hiszen a mágnes érzékelője két elfordulás közötti időtartamból számítja ki a sebességünket: a kerék középpontjától távolabbi küllőpont gyorsabban, a közelebbiek lassabban mozognak, de az egy fordulat megtételének ideje mindkét esetben ugyanannyi. A forgómozgás jelentőségére a vasúti kerékpárok felépítésénél fogunk visszatérni.

2. Erőtan

A tömeg és az erő fogalma, Newton törvényei

Egyszerű megfigyelés, hogy ugyanakkora erővel két különböző tömegű test közül az egyiket könnyebb, a másikat nehezebb mozgásba hozni. Ha a két testre ugyanakkora ideig azonos erő hat, az egyiknek nagyobb lesz a sebessége, mint a másiknak. Ezt nevezzük a test tehetetlenségének. **A tehetetlenség a testek azon tulajdonsága, mely ellenállásukat fejezi ki a mozgási vagy nyugalmi állapotuk megváltoztatásával szemben. A testek tömeggel rendelkeznek, ami meghatározza az adott test tehetetlenségét.** Minél nagyobb egy test tömege, annál nagyobb a tehetetlensége.

A tehetetlenség törvényét tapasztalati úton Isaac Newton fogalmazta meg:

Newton I. törvénye (tehetetlenség törvénye): minden test nyugalomban marad, vagy egyenes vonalú egyenletes mozgást végez mindaddig, míg mozgásállapotát egy másik test vagy mező meg nem változtatja.

A mozgásokat jellemző mennyiségek, mint a sebesség, gyorsulás, csak annak a leírását teszik lehetővé, hogy hogyan mozognak a testek. Például egy autónak és egy labdának is lehet 10 m/s a sebessége, holott tudjuk, hogy dinamikai hatása nem azonos a kettőnek. Ezt úgy tudjuk kifejezni, hogy két testnek lehet azonos a mozgása, de a *mozgásállapota* lehet eltérő. A mozgásállapot kifejezéséhez tartozó mennyiségek: a lendület és a mozgási energia.

A *lendület* nagysága a test tömegének és sebességének szorzata (azaz két test kölcsönhatásában a tömeg és a sebesség fordítottan arányosak). $I = m \cdot v$.

A testeknek további közismert képessége, hogy alkalmas körülmények között meg tudják változtatni más testek mozgásállapotát. **A testek mozgásállapot-változtató hatását erőhatásnak, mennyiségi jellemzőjét pedig erőnek nevezzük. Az erőnek iránya, nagysága, támadáspontja és hatásvonala van, tehát az erő vektormennyiség.**

Newton II. törvénye (a dinamika alaptörvénye): egy pontszerű test lendületének (impulzusának) megváltoztatása egyenesen arányos és azonos irányú a testre ható F erővel. Az arányossági tényező megegyezik a test tömegével.

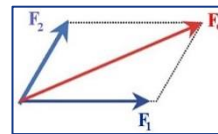
A definícióból látható, hogy az erő egyenlő a lendületváltozás sebességével: $F = \frac{\Delta I}{\Delta t}$, amiből az $I = m \cdot v$ alapján kifejezhető, hogy $F = m \cdot a$, amennyiben a tömeg állandó.

Newton III. törvénye (hatás-ellenhatás): két test kölcsönhatása során mindkét testre azonos nagyságú, azonos hatásvonalú, és ellentétes irányú erő hat.

Egy adott testet egyszerre több erőhatás is érhet, ezek helyettesíthetők egyetlen olyan erőhatással, amelynek ugyanaz a következménye, ezt a helyettesítő erőt

nevezzük *eredő erőnek*. Tehát ha egy testet több különböző helyen, különböző irányú és nagyságú erő ér, és az egy adott irányba, adott sebességgel elmozdul, akkor ezek helyett az erők helyett választhatunk egyetlen olyan erőt, ami ugyanezt az irányú és nagyságú mozgást váltja ki. Ezt fogalmazza meg Newton IV. törvénye:

Newton IV. törvénye (erőhatások függetlenségének elve): ha egy testre egy időpillanatban több erő hat, akkor ezek együttes hatása megegyezik az eredő erő hatásával.



Súrlódás, tapadás, maximális vonó- és fékezőerő

Vízszintes felületen csúsztatva ellökött test lassul, végül megáll. Ahhoz, hogy egy testet egyenletesen el lehessen csúsztatni, folyamatos erőhatást kell kifejteni rá. Az egyenes vonalú egyenletes mozgás dinamikai feltétele miatt viszont a testet érő erők eredője nulla kell, hogy legyen, tehát **a folyamatosan kifejtett húzóerő ellen fellép egy, a testet lassító erő. Ezt nevezzük csúszási súrlódási erőnek.**

Súrlódási erő: két érintkező felület között fellépő, a felületek érdességéből adódó erő, ami a két érintkező test egymáshoz viszonyított sebességét csökkenti, illetve a mozgást akadályozza.

Kísérlet alapján felismerhető, hogy ha a két érintkező felület érdessége nem változik, akkor a csúszási súrlódási erő nagysága egyenesen arányos a felületeket merőlegesen egymáshoz szorító, ún. *nyomóerő* nagyságával: $F_s \sim F_{ny} \rightarrow \frac{F_s}{F_{ny}} = \text{állandó}$. Egyenlő nagyságú nyomóerők esetében viszont azt tapasztaljuk, hogy **minél érdesebb a két érintkező felület, annál nagyobb a súrlódási erő**. A két mennyiség hányadosa adja a **csúszási súrlódási együtthatót**, ami az anyag felületére jellemző, mértékegység nélküli viszonyszám: $\mu = \frac{F_s}{F_{ny}} \rightarrow F_s = \mu \cdot F_{ny}$.

Két másik súrlódási erőfajtáról is beszélni kell. A **tapadási súrlódási erő** akkor lép fel, amikor a test nyugalomban van. Nagysága **akkora, amekkora erő ahhoz szükséges, hogy a test a nyugalmi helyzetéből mozgásba jöjjön**. Ennél nagyobb húzóerőt kifejtve a test mozgásba jön.

Gondoljunk bele: egy téglát betonfelületen szeretnénk eltolni. Egész kicsi erőt kifejtve rá a téglát nem jön mozgásba, tehát még nem értük el a tapadási súrlódási erő nagyságát. Fokozatosan növeljük azt az erőt, amivel mozgásba kívánjuk hozni, és a téglát egy bizonyos erő kifejtésénél megmozdul. Ugyanezt a kísérletet végezzük sima padlólap felületen: mivel a padlólap kevésbé érdes, mint a beton, ezért valamivel kisebb erőhatás szükséges a téglát megmozdításához, tehát láthatjuk, hogy a tapadás függ a súrlódó felületek érdességétől.

Másik kísérlet során két különböző méretű téglát próbálunk meg ugyanazon a betonfelületen mozgásba hozni. Természetesen a nagyobb, nehezebb téglát mozgásba hozásához nagyobb erőre lesz szükség, a tapadási súrlódási erő nagyobb lesz. Ebből láthatjuk, hogy a téglát-beton felületeket összeszorító nyomóerőtől is függ a tapadási súrlódási erő: minél nagyobb erővel szorítjuk össze a felületeket, annál nagyobb erő kell a mozgásba hozáshoz.

A másik súrlódási erő a **gördülési súrlódási erő**. Ugyan egy kerekkel ellátott testet jóval könnyebb mozgásba hozni, mint ha azok nem lennének, de **a mechanikai kialakítás miatt a gördülőszerkezetekben is fellépnek súrlódási erők**. Gondoljunk csak arra, hogy egy 500 méter hosszú, szénrel rakott, sík pályán befékezetlenül álló tehervonatot igencsak nehezen tudnánk egyedül, pusztán kézzel mozgásba hozni.

A súrlódási erő a járművezetők mindennapi munkavégzése esetén a vontatás és fékezés terén jelenik meg legtöbbször. A **nem kellően megválasztott vonó- és fékerő mechanikai károsodást okozhat**: a túl nagy vonóerő a kerek kipörgését, ezáltal a sínfej deformálódását, míg a túl nagy fékerő a kerek megcsúszását, így a futófelületek laposodását okozhatja. A maximálisan megválasztható vonó- és fékerőt állandó, illetve változó tényezők határozzák meg. Állandó tényezők a **jármű tömege, a kerék és sínszál anyagszerkezete és kialakítása**; változó tényező a **jármű terhelése, a pálya lejt- és ívviszonyai, valamint a kerék és a sín közti tapadási tényező, mely nagyban függ az érintkező felületek szennyezettségétől**.

Energia, munka, teljesítmény, hatások

Az **energia** bármely zárt rendszer állapotának egyik alapvető tulajdonságát, a kölcsönható képességet (munkavégző képességét) jellemző, iránnyal nem rendelkező mennyiség (skalármennyiség). Az **energia-megmaradás törvénye** alapján az **energia a zárt rendszerben lejátszódó állapotváltozásnál időben állandó marad**. Az energia jele E , mértékegysége a J (joule): $1 J = 1 N \cdot 1 m$.

Az energia legfontosabb jellemzői:

- a testek, mezők (rendszerek) egyik legalapvetőbb, elidegeníthetetlen tulajdonságát, a kölcsönható képességét jellemző mennyiség;
- zárt rendszerben megmaradási törvény érvényes rá;
- relatív mennyiség, hiszen például a mozgási energia esetén a vonatkoztatási rendszer szabad megválasztása befolyásolja számszerű értékét;
- több energiatípus (pl. kvantumenergia) csak meghatározott értéket vehet fel.

A különféle energiatípusok közül most a mechanikai energiával foglalkozunk bővebben, a teljesség igénye nélkül. **Mechanikai energiának nevezzük a mechanikai adatokkal megadható energiatípust, ilyenek a mozgási energia, helyzeti energia, és az alakváltozási energia**. A mechanikai energiákra megmaradási törvények érvényesek.

Az energiák megváltozása sok különféle folyamat eredménye lehet. Az energiaváltozással járó folyamatokat két külön csoportra oszthatjuk:

- a test részecskéinek rendezett, együttes mozgása esetén munkavégzés;
- a testet alkotó részecskék rendezetlen mozgásának változásával járó termikus kölcsönhatás.

Mechanikai munka: az az energiamennyiség, amely egy testet adott erő segítségével adott távolságra elmozdít. A munka annál nagyobb, minél nagyobb az energiaváltozás. Jele és mértékegysége: W [J (joule)].

Különböző munkavégzésekről beszélhetünk, melyeknek kiszámítási módjait is feltüntettük:

- elmozdulás esetén: $\Delta E = W = F \cdot s$, ahol s az elmozdulást jelöli;
- gyorsítási munka: $W_{gy} = \frac{1}{2} m \cdot v^2$, ahol m a test tömegét, v pedig azt a pillanatnyi sebességet jelöli, amelyre a testet gyorsítottuk;
- feszítési munka: $W_f = \frac{1}{2} D \cdot x^2$, ahol D a rugóállandó, x pedig a rugó hosszának változása;
- emelési munka: $W = m \cdot g \cdot h$, ahol a testet egyenletesen h magasságba emeljük.

Az egyenletesen lezajló folyamatoknál az energiaváltozás egyenesen arányos a közben eltelt idővel: $\Delta E \sim \Delta t \rightarrow \frac{\Delta E}{\Delta t} = \text{állandó}$, és mivel a gyorsabban lejátszódó folyamatoknál nagyobb, a lassúbbak esetén kisebb ez az állandó, alkalmas mennyiség az energiaváltozással járó folyamatok gyorsaságának jellemzésére, ezt nevezzük teljesítménynek.

Teljesítmény: egységnyi idő alatt bekövetkezett energiaváltozás, az energiaváltozás „sebessége” $P = \frac{\Delta E}{\Delta t}$, mértékegysége $\frac{J}{s} = W$ (watt).

A számunkra hasznos energiaváltozások mindig együtt járnak a cél szempontjából felesleges energiaváltozásokkal is. Ezért az energiaváltozással járó folyamatoknál a gazdaságosság miatt mindig arra törekszünk, hogy az általunk létrehozott összes energiaváltozásnak minél nagyobb része legyen a hasznos energiaváltozás. Ennek a törekvésnek a mutatószáma a hatásfok, ami jól jellemzi a folyamatok hasznosulását.

Hatásfok: a hasznos energiaváltozás arányszáma, mértékegysége nincs. $\eta = \frac{\Delta E_h}{\Delta E_0} < 1$, ahol E_h a hasznos, E_0 az összes energiaváltozás.

Gondoljunk bele egy egyszerű példába: otthon, ha egy olyan főzőedényt választunk, amely nem fed le teljesen a főzőlapot, akkor az edény mellett a hőenergia elszökik, nem vesz részt az edény, ezáltal az étel melegítésében. Ha olyan edényt választunk, ami teljesen fed, az elszökő hőenergia kevesebb lesz, javul a hatásfok. Az összes energia a tűzhely által kisugárzott energia, a hasznos pedig az, amit az edény és az étel felvesz. Az utóbbi mindenképpen kevesebb lesz, ezért lesz a hatásfok számértéke 1-nél kisebb.

A hatásfok értéke 0 és 1 közötti szám. Minél nagyobb ez az érték, annál nagyobb hatásfokú az energiaváltozás.

3. Járműmechanikai alapfogalmak

Menetellenállások

A vasúti pályán mozgó járműre ható erőket két csoportra oszthatjuk:

- a jármű mozgásállapotától függetlenül ható, és
- a mozgást létrehozó és fenntartó, a mozgásállapot változását előidéző erőkre.

Az első csoporthoz tartozik a gravitációs erő, illetve annak pályairányú és pályára merőleges komponense. A második csoportba a centrifugális erő, a vonatellenállás (mint erőhatás), a fékezőerő, a tehetetlenségi erő, továbbá a járművek függőleges, kereszt- és hosszirányú diszkrét gyorsulásából származó erők. Mindezek közül a vonatellenállásokkal foglalkozunk ebben a fejezetben.

Vonatellenállás: a külső beavatkozás nélkül fellépő valamennyi pályairányú erő gyűjtőneve, amely magában foglalja a gravitációs erő pályairányú komponensét is. **Értelme általában a mozgásával ellentétes, azonban lehet azzal megegyező is** (pl. lejtőn lefelé haladó vonat esetén). Más megfogalmazásban a vonatellenállás az **egyenletes sebességgel haladó vonathoz a vonó- és fékerőn kívül fellépő, a vonatra ható pályairányú erők összessége**.

Fontos megemlíteni, hogy a menetellenállások tárgyalása során nem teszünk különbséget egy vagy több összekapcsolt vasúti jármű között. Erre csak pontos számítások esetén lehet szükség, de ezzel a jelen képzés során nem foglalkozunk.

A vonatellenállások **alap- és járulékos ellenállásokra** oszthatók, a továbbiakban ezeket tárgyaljuk bővebben.

Alapellenállások

Alapellenállás: szélcsendes időben, vízszintes, egyenes pályán egyenletes sebességgel haladó vonat ellenállása. Az ellenállás fellépésének előidéző okai a

- gördülési ellenállás,
- csapsúrlódási ellenállás,
- ütközési (sínütési) ellenállás, és
- légellenállás.

A vasúti jármű **gördülési ellenállása** az acél sín és a rajta gördülő acél abroncsú kerék érintkezési felületén (nem pontján!) bekövetkező rugalmas alakváltozásból ered. Ez a deformáció a kerekre nehezedő súly miatt következik be. A kerék gördülése során az érintkező felület előtt folyamatosan újabb felületek deformálódnak, miközben a



rugalmasság miatt az érintkező felület mögött az anyag visszanyeri eredeti formáját. Ez a kerekre fékezőleg hat, és **a vonat indításakor a legnagyobb mértékű.**

A **csapsúrlódási ellenállás** alatt a vasúti járművek kerékpártengely-csapjai és a rájuk támaszkodó tengelyág közötti **csapágynyomás hatására létrejövő súrlódási erő.** Ez az ellenállás nagyban függ a csapágyak kialakításától, valamint karbantartásától (kenésétől).

Vasúti járművek esetén korábban siklócsapágyat alkalmaztak, ehelyett ma már leginkább gördülőcsapágyakat használnak, ezzel csökken a csapsúrlódási ellenállás.



Ütközési vagy sínütési ellenállás ott jelentkezik, ahol a **sínszálak illesztésénél** a sínfej vége lehajlik, és itt a sínkorona szintjétől eltérő magasságkülönbséget kell legyőzni az illesztésen való átgördüléskor. A hosszúsínes („végtelenített”) pályákon ez az ellenállás csak elvétve jelentkezik.

Légellenállás: a vasúti jármű a **pályához képest nyugalomban lévő levegőben,** mint a mozgásteret kitöltő közegben halad, miközben a vonóerőnek a közegellenállást le kell győznie. Ennek az ellenállásnak a mértéke nagyban **függ a vasúti jármű kialakításától,** de fő meghatározója a **homlokfelület alakja és nagysága.**

Megjegyzés: némely felosztások a sínütés, illetve a légellenállást a járulékos ellenállások közé sorolják. Ezen csoportosítás szerint **az alapellenállások a vonathoz fizikailag kötődő ellenállásokat jelentik,** míg a járulékos ellenállások a vasúti járművön kívüli körülményekből eredő ellenállásokat jelentik.

Járulékos ellenállások

Járulékos ellenállás: az egyenletes sebességgel haladó vonatonál az **alapellenálláson** kívül fellépő **többletellenállás**. Alkotórészei:

- emelkedési ellenállás;
- pályáívellenállás;
- szélellenállás;



Az emelkedési- és ívellenállás együttesen pályaellellállásnak is nevezik.

Az **emelkedési ellenállás**, mint azt a megnevezése is egyértelműen definiálja, a **pálya emelkedéséből ered**. Ez az ellenállás akár pozitív is lehet, tehát lejtő esetén ez a menetellenállás nem a jármű mozgásával ellentétes, hanem azzal megegyező értelmű.

Pályáívellenállásról az íves pályán haladó vasúti jármű esetén beszélhetünk. Ez az **íves pályán haladó vonatra ható azon erők, amelyek a vasúti járművet lassítják**.

Szélellenállásról akkor beszélünk, amikor a **vasúti jármű mozgásának közege a vasúti pályához képest nincs nyugalomban, hanem mozog**. Ez a mozgás, hasonlóképpen az emelkedési ellenálláshoz, akár elősegítheti a vonat mozgását, tehát ez az ellenállás is lehet a vasúti jármű mozgásával megegyező irányú.

4. Pneumatikai alapfogalmak

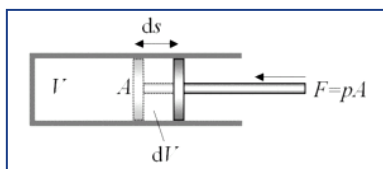
A „pneuma” kifejezés görög eredetű szó, ezt a kifejezést használták a lélegzetvételtre, a szélre, és a filozófiában a lélekre. A „pneuma” szóból származik a „pneumatik” fogalom, mint légmozgások, légfolyamatok tana.

A gázok állapotát meghatározó tényezők, a nyomás és a nyomóerő

Mielőtt a gázok tulajdonságait tárgyalnánk, meg kell határozzuk a nyomás és a nyomóerő fogalmát.

Nyomás: egy felületre ható merőleges F nyomóerő és a felület nagyságának **hányadosa**. Jele: p . $p = \frac{F}{A}$. Mértékegysége $\frac{N}{m^2} = Pa$ (*pascal*), de használatosak még más mértékegységek is. Leggyakrabban a *bar* használatos: $1 bar = 10^5 Pa$.

Nyomóerő: az erő felületre merőleges, a térfogatelem belseje felé ható komponense.



A nyomással kapcsolatban meg kell említeni **Pascal törvényét**: folyadékokra vagy gázra ható külső, felületi erő által létrehozott nyomás a folyadékban vagy gázban minden irányban gyengítetlenül tovaterjed. Ez azért következhet be, mert nyugvó folyadék vagy gáz által bármely felületre kifejtett nyomóerő merőleges a felületre,

tehát a nyomóerőnek nincs a felülettel párhuzamos összetevője.

A gázok fizikai állapotának jellemzésére a tömeg, a hőmérséklet, a térfogat és a nyomás szolgálnak, melyek értékei egyértelműen leírják a gáz állapotát, ezért ezeket a gáz **állapotjelző**inek nevezzük. A termikus és mechanikai kölcsönhatások során a gázok állapotjelzői különböző módon változhatnak meg. A gázok állapotváltozásakor legalább két állapotjelző változik egyszerre, de lehetséges, hogy egy vagy kettő változatlan marad. Az állapotjelzők változása egymástól nem független, a kapcsolatukat leíró összefüggéseket a gáztörvények adják meg.

Mindennapi munkavégzésünk során a **sűrített levegő**vel fogunk találkozni, ezt elő kell állítani, és fel kell használni. **Előállításakor** a levegőt tároló edény térfogatát csökkentjük, ennek hatására a levegő **nyomása és hőmérséklete megnő**, az anyag mennyisége változatlan marad. **Felhasználáskor** a zárt rendszerből egy munkahengerbe, vagy a szabadba távozik a sűrített levegő, tehát a térfogat megnő, ennek hatására a **nyomás és a hőmérséklet lecsökken**.

A levegő nyomásának növelése után fontos a **vízleválasztás**, hiszen a nyomáscsökkenéskor bekövetkező hőmérsékletcsökkenés hatására a víz megfagyhat, ezáltal eltömítheti, illetve károsíthatja a lérendszer.

Aktív és passzív pneumatikus elemek

A gázok rendelkeznek speciális állapotváltozásokkal, amelyek megfelelő körülmények biztosítása esetén lehetőséget adnak a gázok állapotváltoztatásával való energiatovábbításra. Ez a felismerés a vasúti járművek esetén régóta változatos lehetőségeket biztosított a sűrített levegő alkalmazására, melyek a mai napig jelentős szerepet töltenek be a vasúti járműszerkezet terén.

Aktív pneumatikus elemeknek nevezzük azokat a szerkezeteket, amelyeken a **sűrített levegő nyomása szándékoltnan megváltozik**. Ilyen szerkezetek a **légsűrítők, munkahengerek, szelepek és nyomáscsökkentők**.

Passzív pneumatikus elemeknek nevezzük a **sűrített levegőt tároló, a lérendszeret felépítő, elválasztó szerkezeteket**, például **légtartányok, elzáróváltók, levegős vezetékek**.

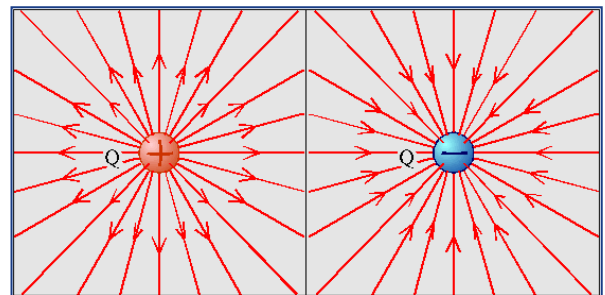
5. Elektrotechnikai ismeretek

Elektromos töltés, térerősség, feszültség, áramerősség

Elektromos jelenségekkel már az ókori görög tudósok is foglalkoztak, de az igazán jelentős felismerések a XVIII. században történtek. Ekkorra tehető az is, amikor Charles Augustin de Coulomb az elektromos erőhatásokat mennyiségileg is vizsgálta. Coulomb az általa szerkesztett *torziós mérleggel* megállapította, hogy:

Két pontszerű, elektromos töltéssel rendelkező test között ható erő nagysága egyenesen arányos a testek elektromos töltésének nagyságával, és fordítottan arányos a köztük lévő távolság négyzetével. Matematikai formában: $F = k \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2}$.

Elektromos töltés: elemi részecskék elidegeníthetetlen tulajdonsága, amely meghatározza, hogy milyen mértékben vesznek részt az elektromos kölcsönhatásban. Az elektromosan töltött anyag elektromos mezőt hoz létre, és a külső mező befolyásolja azok mozgását.



Léteznek pozitív és negatív töltésű részecskék. Az ellentétes töltések vonzzák, az azonosak taszítják egymást. Elektromos áramról beszélünk, ha a negatív töltésű elektronok mozgásba jönnek, ez a mozgási energia teszi lehetővé az elektromos áram mindennapos felhasználását.

A töltés SI-mértékegysége a coulomb (C). 1 C pontszerű töltés a vele egyenlő nagyságú pontszerű töltésre 1 m távolságból, légüres térben $9 \cdot 10^9 \text{ N}$ erőt fejt ki. Így k értéke vákuumban (és megközelítőleg levegőben is): $k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}$.

Az elektromos töltés megmaradási törvénye: zárt rendszerben az elektromos töltések előjeles összege állandó.

Az elektromos testek kölcsönhatását az általuk létrehozott *elektromos mező*, más néven elektromos erőtér közvetíti. Az elektromos mezőt jellemezhetjük a behelyezett elektromos töltésű részecskére kifejtett erőhatás segítségével. A sztatikus elektromos mező valamely pontjába helyezett próbatöltésre ható erő (F) és a próbatöltés (q) hányadosa állandó, a mezőre jellemző mennyiség, melyet elektromos térerősségnek nevezünk. $E = \frac{F}{q}$. A térerősség vektormennyiség, irányának – megállapodás szerint – a pozitív próbatöltésre ható erő irányát tekintjük.

Két pont között elmozduló próbatöltésen az elektromos mező által végzett munka (W) egyenesen arányos a próbatöltés (q) nagyságával, a két mennyiség hányadosa a mezőnek erre a két pontjára jellemző állandó, amely alkalmas a két pont közötti elektromos mező jellemzésére.

Elektromos feszültség: (ha A és B pontok egy elektromos mező pontjai) a mező A-ból B-be mozgó, elektromos töltésű tömegponton végzett munkájának (W), és a tömegpont töltésének (q) hányadosát értjük. Matematikailag: $U = \frac{W}{q}$ [V, volt]. A feszültség esetében az „esik” kifejezést használjuk. Összefoglalva **a feszültség a töltéshordozó részecskék munkavégző képessége.**

Elektromos áramnak nevezzük az elektromos töltéshordozók meghatározott irányú rendezett mozgását. Az elektromos áram irányán – megállapodás szerint – a pozitív töltéshordozók áramlási irányát, vagy a negatív töltéshordozók áramlási irányával ellentétes irányt értjük. Az elektromos áram mennyiségi jellemzője az áramerősség.

Áramerősség: a vezető keresztmetszetén áthaladó töltésmennyiség (Q) és az áthaladás idejének (t) hányadosa. $I = \frac{Q}{t}$ [1 A (amper) = 1 $\frac{C}{s}$]. Például 1 A az áramerősség, ha a vezető keresztmetszetén 1 másodperc alatt 1 C töltés halad át. Az áram esetén a „folyik” kifejezést használjuk.

Ohm törvénye és az ellenállás, elektromos munka és teljesítmény

Ha változtatjuk egy vezetőkön a feszültséget, és mérjük az áramerősséget, azt tapasztaljuk, hogy **a vezetőn átfolyó áram erőssége egyenesen arányos a vezetőn eső feszültséggel**, ez **Ohm törvénye**. A két mennyiség hányadosa állandó, a vezetőre jellemző mennyiség. A hányados neve ellenállás:

$$R = \frac{U}{I} [1 \Omega (ohm)]$$

Tehát 1 Ω az ellenállása annak a vezetőknek, amelyen 1 V feszültség hatására 1 A áram folyik át.

Ohm mérései szerint a vezető ellenállása:

- egyenesen arányos a vezető hosszával (l);
- fordítottan arányos a vezető keresztmetszetével (A);
- és függ a vezető anyagi minőségétől.

Ezek alapján felírható a következő összefüggés: $R = \rho \cdot \frac{l}{A}$, ahol ρ a vezető anyagára jellemző fajlagos ellenállás.

Elektromos munka: ha a fogyasztón U a feszültség és Q az átáramló töltés, akkor a feszültség definíciója alapján az elektromos mező munkája: $W = U \cdot Q$. A töltésmennyiséget az áramerősséggel és az idővel kifejezve kapjuk az alábbi összefüggést: $W = U \cdot I \cdot t$ [J (joule)]. **Tehát az elektromos munka az adott keresztmetszetű vezetőkön Q töltésmennyiség t idő alatt történő áramlása.**

Elektromos teljesítmény: a fogyasztók t idő alatt felvett energiája: $P = U \cdot I = I^2 \cdot R = \frac{U^2}{R} [W]$.

A mindennapokban az elektromos munkát („fogyasztást”) a teljesítmény és idő szorzataként számítjuk: $W = P \cdot t$, a munka mértékegysége ilyenkor tipikusan a kWh .

Áramkörök, vezetők és szigetelők

Tartós elektromos áramot áramkörben hozhatunk létre. Az áramkör fő alkotórészei:

- áramforrás (más néven feszültségforrás),
- vezeték,
- fogyasztó,
- kapcsoló.

Az **áramkör**ben körbeáramlanak a töltéshordozók, melyeket az áramforráson kívül az elektromos mező mozgat, az áramforráson belül pedig – valamilyen belső energiaforrás hatására – szembe mozognak az elektromos mező erőhatásával. Abban az esetben, ha az áramforrás két pólusa fogyasztó nélkül összekötésre kerül, **rövidzárról** beszélünk.

A rövidzár az áramköri elemek károsodását eredményezi. Mivel nincs fogyasztó vagy szigetelő az áramkörben, a rendkívül csekély ellenállású vezetőkön nagy áram folyik keresztül, ami túlzott melegedést, égést eredményezhet. Rövidzár elkerülése érdekében túláramvédelmi elemeket alkalmaznak.

Egyszerű áramkörnek nevezzük azokat a kapcsolásokat, melyek nem tartalmaznak elágazásokat. Összetett áramkörök érintőleges tárgyalása előtt meg kell ismerjünk Kirchhoff törvényeit is.

Az áramkörök szerkezeti elemei szinte minden esetben **vezetők**ből és **szigetelők**ből állnak. A vezetőkkel szemben támasztott elvárás a minél csekélyebb ellenállás, hiszen ezen keresztül áramoltatjuk az áramot, ha az energia már a vezetékben elvész, akkor az áramkör hatásfoka igen rossz. A szigetelők jórészt biztonsági elemek, amelyekkel szemben a minél nagyobb ellenállás az elvárás, tulajdonképpen az árammal szemben tanúsított teljes szigetelés.

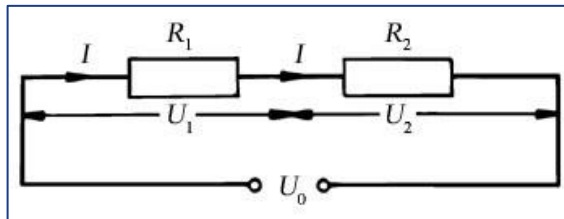
Soros kapcsolás

Kirchhoff (II.) huroktörvénye: elágazásos vagy egyszerű áramkörökben bármely irányított hurok mentén az egyes szakaszok feszültségeinek és a hurkon elhelyezett áramforrások belső feszültségeinek összege zérus.

Két áramköri elem *sorosan* van kapcsolva, ha egy-egy kivezetésükkel össze vannak kötve, és erre az összeköttetésre nem csatlakozik harmadik ág. A csomóponti törvény értelmében a **sorosan kapcsolt áramköri elemeken az áramerősség azonos, az eredő feszültséget az elemeken eső részfeszültségek összegeként számíthatjuk.**

Ha $R_1, R_2 \dots R_n$ sorosan kapcsolt ellenállások, akkor

- az ellenállásokon folyó áram: $I_e = I_1 = I_2 = \dots = I_n$;
- az ellenállásokon eső feszültség: $U_e = U_1 + U_2 + \dots + U_n$;
- ezek alapján az eredő ellenállás: $R_e = R_1 + R_2 + \dots + R_n$.

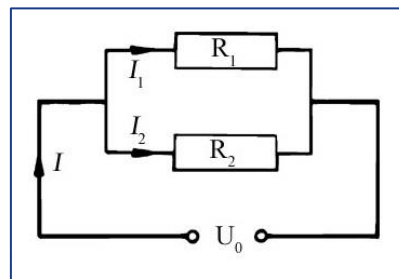


Klasszikus példa: sorosan vannak kapcsolva a karácsonyfa izzói. Ha van egy 20 izzós füzér, amin az izzókon 12V névleges feszültség esik, akkor ezek a feszültségek összeadódnak, így adódik a hálózati feszültség.

Párhuzamos kapcsolás

Kirchhoff (I.) csomóponti törvénye: bármely elágazási pontba befolyó áramok erősségének összege egyenlő az onnan kifolyó áramok erősségének összegével.

Két áramköri elem **párhuzamosan** van kapcsolva, ha mindkét kivezetésükkel össze vannak kötve. A soros kapcsolással ellentétben erre az összeköttetésre további ágak is kapcsolódhatnak. Ha több áramköri elem van mindkét kivezetésével összekötve, akkor valamennyi párhuzamosan van kapcsolva. A huroktörvény értelmében a **párhuzamosan kapcsolt áramköri elemeken eső feszültség azonos, az eredő áramot az egyes ágak (vagy elemek) előjelhelyes összegeként számíthatjuk.**



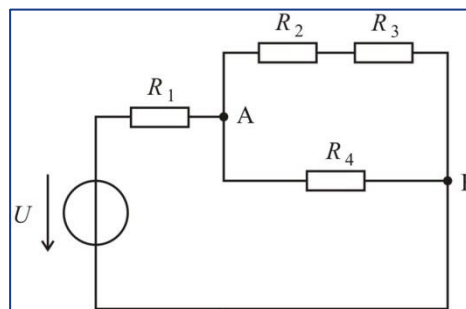
Ha $R_1, R_2 \dots R_n$ párhuzamosan kapcsolt ellenállások, akkor

- az ellenállásokon folyó áram: $I_e = I_1 + I_2 + \dots + I_n$;
- az ellenállásokon eső feszültség: $U_e = U_1 = U_2 = \dots = U_n$;
- ezek alapján az eredő ellenállás: $R_e = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}}$.

Példa a mindennapokból: a háztartási gépek mindegyike a hálózatra párhuzamosan van kapcsolva, hiszen minden eszközön a hálózati feszültségnek kell esnie.

Vegyes kapcsolás

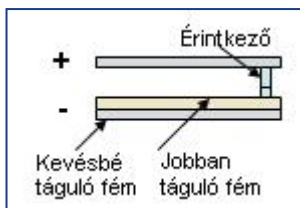
Vegyes kapcsolásról akkor beszélhetünk, ha az áramkör sorosan és párhuzamosan kapcsolt részekből tevődik össze. Az eredő ellenállás számítása itt az elemi áramkörökre bontással történik.



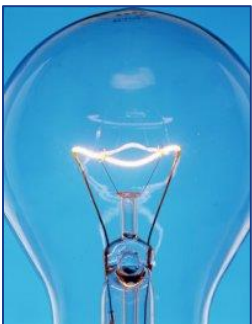
Az elektromos áram hatásai

Hőhatás

Fémes vezetőben az elektromos mező által felgyorsított szabad elektronok a fémrács ionjaival ütközve a vezető és a környezet felmelegedését okozzák. **Minél nagyobb a fémes vezető ellenállása, annál nagyobb felmelegedést tapasztalhatunk.** Ezen az elven működik a hőszugárzók többsége, valamint a fékezési energia hővé alakítása is. Az elektromos áram hőhatását használják ki az **olvadó biztosítékok**, melyek **túláram hatására az alacsonyabb olvadáspontú anyag megolvad, ezzel az áramkör megszakad** és megóvjá az áramkörön lévő berendezéseket a túláram okozta károsodástól.



Olyan berendezésekben, amelyek bizonyos rendes üzemi funkciói egy adott közeg hőmérsékletváltozásának függvényében kell, hogy üzemeljenek, ott bimetal kapcsolókat alkalmaznak. Két eltérő hőtágulási fémlemez erősítenek össze, és a hő hatására a jobban táguló fém az érintkezőket elhúzza egymástól. Ilyen kapcsolókat alkalmaznak a különböző vízmelegítőkből.



Fényhatás

A hőhatást kiváltó ok váltja ki fémes vezetőből a fényhatást is. Ez magasabb energiaszinten zajló változás. Legtipikusabb példa erre a **hagyományos izzók** volfrám szála.

Kémiai hatás

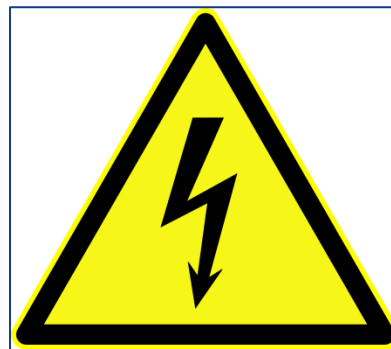
Az elektromos áram egy **adott közegen való áramlásakor kémiai változásokat okozhat**. Ugyanakkor bizonyos anyagok összeállításával elektromos energiát nyerhetünk. Előbbi folyamat az **elektrolízis**, ezt bizonyos anyagok felületkezelésére is használják (pl. krómozás). Az akkumulátorokkal, mint kémiai energiaforrásokkal a későbbiekben foglalkozunk.

Mágneses hatás

Az elektromos áram ezen hatása által **mechanikai energiát nyerhetünk**, például az elektromotorok segítségével, valamint fordított irányban, mechanikai energiát alakíthatunk elektromos energiává. Ezzel a jelenséggel a következő fejezetben behatóbban is foglalkozunk.

Élettani hatás

Az **emberi test vezeti a villamos áramot**, elektromos ellenállása 200-3000 Ω között változhat a körülményektől függően. A szervezeten áthaladó áram izom-, bőr- és idegi károsodást, illetve halált is okozhat. A károsodás mértékét az áram erőssége és típusa (egyenáram vagy váltakozó áram), a hatás ideje, és az áram testen belüli útja határozza meg. A **nagyfrekvenciás váltóáram kevésbé veszélyes, mint az egyenáram**, mert a nagy frekvencia miatt az áram nem hatol a test belsejébe,



hanem inkább a bőrfelület mentén halad, ezzel ott többnyire égési sérülést okoz. Az emberi testbe jutó, szíven áthaladó 0,05 amper (= 50 milliamper) erősségű váltakozó áram már halálos lehet.

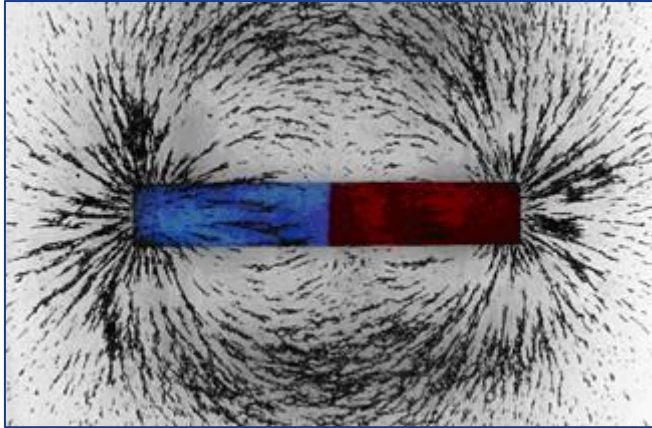
A háztartásokban használt 230 V-os, 50 Hz-es váltakozó feszültség már néhány tizedmásodpercen belül fibrillációt (az izmok szabálytalan, szinkronizálatlan mozgása) okozhat, ami 20-30 másodpercen belül oxigénhiánnyal és eszméletvesztéssel jár. Ha a váltakozó áram közvetlenül a szívbe jut, már 1 mA is veszélyes. Egyenáram esetén hasonló következményhez 500 mA-es érték szükséges. A fibrilláció szempontjából legveszélyesebb frekvenciatartomány a 12 Hz - 60 Hz közötti érték. A háztartásokban használt váltakozó áramnál háromszor, ötször veszélyesebb az azonos feszültségű vagy áramértékű egyenáram, ugyanis egyenáram esetén a szív egyszerűen „megáll”, azonban az áram megszűnésekor magától képes elindulni. Paradox módon a defibrillátorban használt egyenáram képes megszüntetni a szív szabálytalan működését (a fibrillációt).

Az elektromos áram élettani hatásait a gyógyászatban, szabályozott körülmények között használják. Különböző frekvenciákat alkalmaznak, a célnak megfelelően. Leginkább fájdalomcsillapításra, valamint iontoforézisre (gyógyszer bejuttatása bőrön át elektromos úton) használják.

6. Mágnesességi alapfogalmak

Állandó mágnes, tekercs mágneses terének jellemzői

Tapasztalatból tudjuk, hogy a mágnesek egymásra és a vastárgyakra erőt gyakorolnak. A mágnesrúd a végei közelében fejt ki a legerősebb hatást: itt vannak a mágnes pólusai. Az egyforma pólusok taszítják, a különböző pólusok vonzzák egymást. A két pólust északi és déli pólusnak nevezték el. A mágnes közelébe vitt vastárgy is mágnesként viselkedik: ez a mágneses megosztás jelensége, melynek magyarázata, hogy a vasban rendezetlen kis mágneses tartományok találhatók, amelyek a mágnes hatására rendeződnek, így a vastárgy is kétpólusú mágnesként, mágneses dipólusként viselkedik. A lágyvas a mágnesezés után elveszti mágnesességét, az acél viszont kis mértékben megőrzi azt, ezért az acélból állandó mágnes készíthető.



Az árammal átjárt tekercs mágneses dipólusként viselkedik. Ha árammal átjárt tekercsbe vasmagot helyezünk, annak mágneses hatása nagymértékben felerősödik. A lágy vasmagot tartalmazó tekercset **elektromágnes**nek nevezzük.

A mágneseknek, elektromágneseknek – az elektromos töltéshez hasonlóan – mezőjük van, melyeket a mágneses indukcióvonalakkal szemléltethetünk. A **mágneses indukció** egy vektormennyiség.

A mágneses mezőt jellemzi továbbá a **mágneses fluxus** (φ) is, ami egy mágneses mezőben lévő felületre (A) jellemző, a rajta áthaladó indukcióvonalak számát (B) jelöli. $\varphi = B \cdot A$

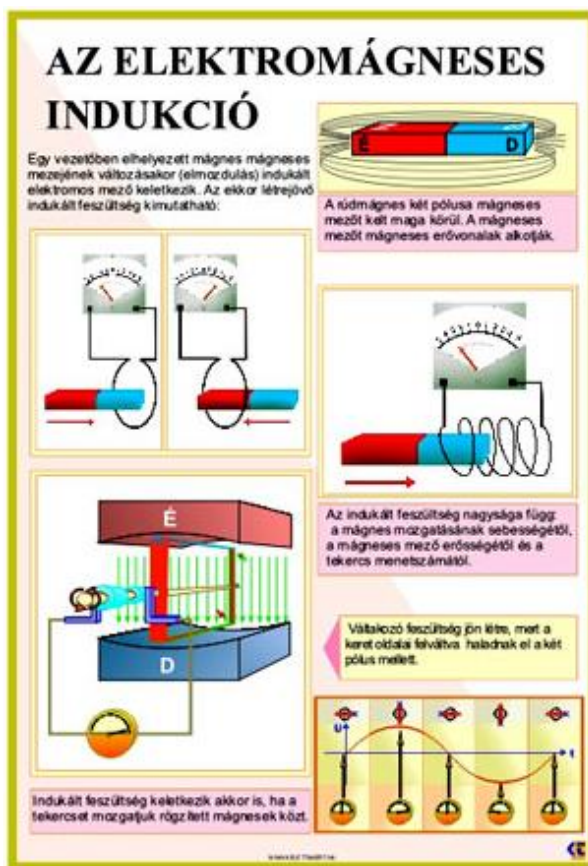
Egy tekercs mágneses indukciójának nagysága:

- egyenesen arányos az áramerősséggel,
- egyenesen arányos a menetek számával,
- fordítottan arányos a tekercs hosszával.

Az elektromágneses indukció

Kísérlettel megfigyelhetjük, hogy egy tekercs és egy mágnesrúd egymáshoz viszonyított mozgásánál a tekercshez kapcsolt voltmérő feszültséget jelez. Általában, ha egy vezetőt úgy mozgatunk valamely mágneses mezőben, hogy metszi annak indukcióvonalait, akkor a vezető végei között elektromos feszültség, zárt vezetőkör esetén pedig elektromos áram jön létre. Ezt a keletkezett feszültséget **indukált feszültségnek**, az áramot pedig **indukált áramnak**. Magát a jelenséget **mozgási elektromágneses indukciónak** nevezzük.

Mozgási elektromágneses indukció: egy mágneses mező indukcióvonalalaival nem párhuzamosan mozgatott fémes vezetőben megjelenő töltésszétfolyás jelenik meg, melynek hatására indukált feszültség és áram jelenik meg.



Az indukált feszültség nagysága (U) arányos a mező mágneses indukciójával (B), a vezető hosszával (l) és sebességével (v), valamint függ ezek egymáshoz viszonyított irányától. Ha mindhárom tényező merőleges egymásra, akkor az indukált feszültség nagysága az alábbi összefüggés szerint számítható: $U_i = B \cdot l \cdot v$.

Mindennapi munkavégzésünk során az elektromos generátorok működési elvével fogunk találkozni, de az elektromágneses indukció elvén működnek a dinamikus mikrofonok, a magnetofonok, és szerepe van az aszinkron motoroknál is.

Nyugalmi indukciónak nevezzük azt az esetet, amikor sem a mágneses tér, sem a fémes vezető nincs mozgásban. Ekkor az indukált feszültséget a fluxus változása hozza létre.

A nyugalmi indukció a mágneses tér változásával, nevezetesen a fluxus időbeli változásával adható meg: $U_i = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$

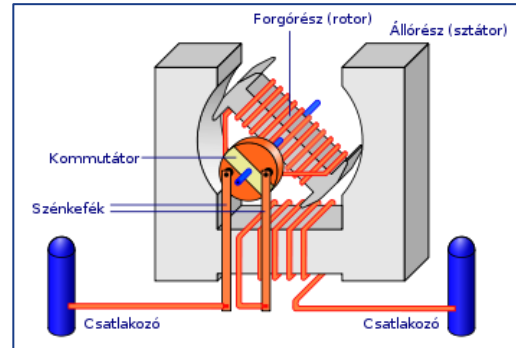
7. Egyenáramú elektromos forgógépek, egyéb elektronikai elemek

Az „Egyenáramú elektromos forgógépek, egyéb elektronikai elemek” című fejezet nem része a hatósági vizsgakövetelményeknek, csupán segítséget ad a tanfolyam további moduljaiban szereplő tananyag elsajátításához.

Egyenáramú generátorok

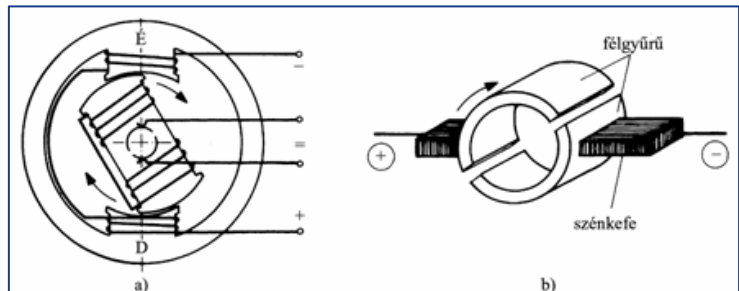
Egy homogén mágneses mezőben forgatott tekercs két kivezetését egy csúszógyűrű két, egymástól elszigetelt szeletéhez forrasztjuk, így a mágneses mezőhöz képest álló helyzetben lévő csúszóérintkezőkön (keféken) minden félperiódusban azonos irányú áram folyik. Ezt a szeletelt csúszógyűrűt *kommutátornak* nevezzük.

Ezek alapján az **egyenáramú generátorok fő részei: állórész, forgórész, kommutátor, csúszóérintkezők (szénkefék).**



A generátor **működési elve** röviden: az állórész mágneses terében lévő forgórészre forgatónyomatékot fejtünk ki, ez az elektromágneses indukció elvének megfelelően áramot indukál, ami a forgórészről levehető és használható. Ennek segítségével a mechanikai energiát elektromos energiává alakíthatjuk.

A kommutátornak köszönhetően az állandó sebességgel forgatott generátorból állandó értékű egyenfeszültség nyerhető. Ha kommutátort nem alkalmaznának a generátorban, akkor fél fordulatanként változna az áram iránya, ez pedig váltakozó feszültséget eredményezne.

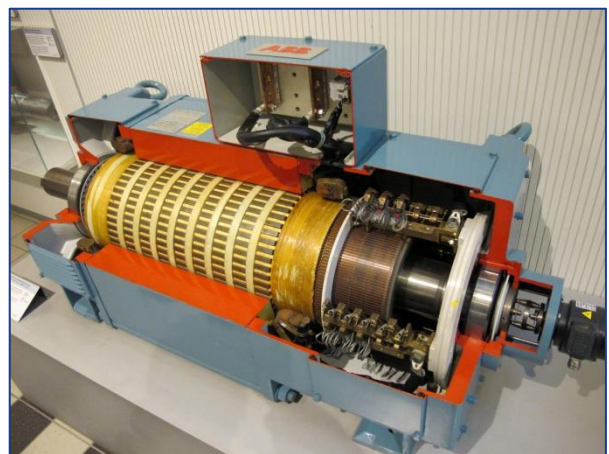


Egyenáramú motorok

Ha a kommutátoros egyenáramú generátorba a keféken keresztül egyenáramot vezetünk, akkor az forgásba jön: az elektromos energia mechanikai energiává alakul, **egyenáramú motort** kapunk.

Az egyenáramú motor részei megegyeznek az egyenáramú generátor részeivel.

Működési elve: a forgórész tekercsére vezetett egyenáram elektromágnessé teszi a forgórészt, így az állórész pólusai forgatónyomatékot gyakorolnak rá, aminek hatására a forgórész elfordul. Amint a mező forgatónyomatéka ellenkezőjére válna, s így a forgás lefékeződne, a kommutátor megfordítja a forgórész tekercsében az áram irányát. Ekkor a mező ismét az előzővel azonos irányú forgatónyomatékot gyakorol a forgórészre, és a forgás folyamatossá válik. Ha több tekercset alkalmazunk (dobarmatúra), a forgás egyenletessé válik.



A soros motoroknak mind az állórészen található gerjesztő tekercsén, mind a forgórészén azonos áram folyik (az álló- és forgórész sorosan van kapcsolva egymással, innen kapta a nevét), így a keletkező nyomaték az áramerősség négyzetével arányos. Ez a nagy indítónyomaték teszi alkalmassá a soros gerjesztésű motorokat a villamos vontatásban való használatra.

A soros gerjesztésű motorokon kívül létezik még a mellékáramkörű vagy **söntmotor**, illetve a **kettős gerjesztésű motor**. Előbbi előnye, hogy változó terhelés esetén is közel azonos a fordulatszáma. Utóbbi változat a soros- és söntmotor előnyeit egyesíti.

Egyéb áramköri elemek

Akkumulátorok

Az akkumulátorok olyan újratölthető telepek, melyek az elektromos áram kémiai hatását kihasználva alkalmasak az elektromos energia tárolására. A vasúti járműveknél jellemzően **lúgos akkumulátorokat** alkalmaznak, melyek **jól bírják a folyamatos töltést, a teljes kisütést, valamint ellenáll a rázkódás káros hatásainak**. Ha több akkumulátorcellát telepítünk, akkor alkalmazhatunk soros, párhuzamos és vegyes kapcsolást.

A vasúti gyakorlatban alkalmazott lúgos akkumulátorokon kívül találkozhatunk savas akkumulátorokkal is. Ezek higított kénsavat tartalmaznak, leggyakrabban gépjárművekben használják. Hátrányuk, hogy a rázkódástól károsodnak, nem bírják a teljes kisütést és a túltöltést, valamint állandó töltést igényelnek.

Kondenzátorok

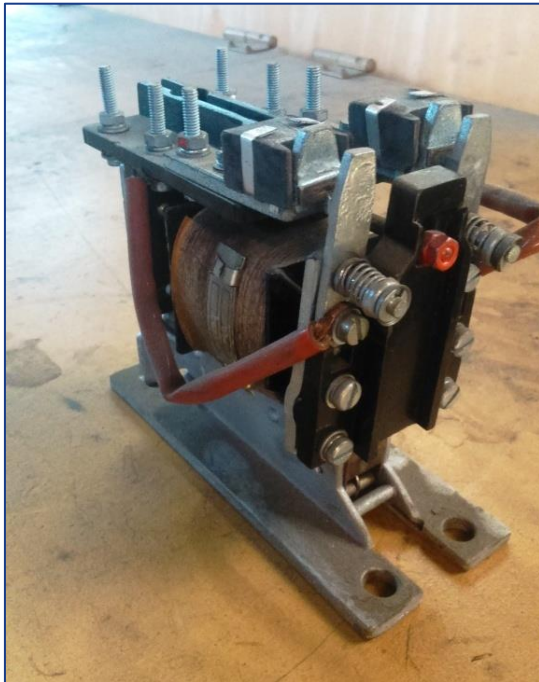
A kondenzátorok **elektromos töltések tárolására szolgáló eszközök**. Az akkumulátorokkal szemben a kondenzátor csak **egy meghatározott, rövid ideig tárolja az elektromos energiát**, célja az áramkör – tápellátásról való lekapcsolás után – egy meghatározott ideig tartó fenntartása.



Legegyszerűbb fajtája a *síkkondenzátor*, amely két egymástól elszigetelt, párhuzamos fémlemezről (fegyverzetből) áll. A feltöltött síkkondenzátor lemezein egyenlő nagyságú és ellentétes előjelű töltés található, a lemezek között homogén elektromos mező van jelen, a lemezeken kívül pedig zérus a térerősség. A kondenzátort jellemző legfontosabb fizikai

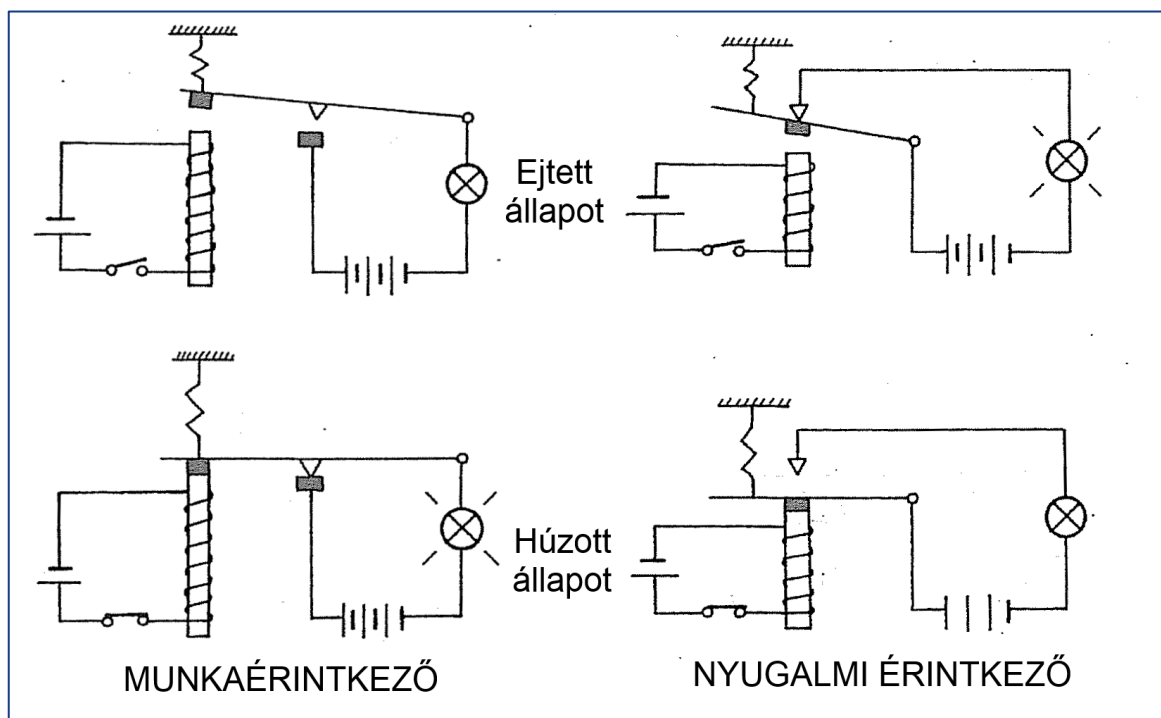
menyiség a kapacitás. A kondenzátorra vitt töltés nagyságával egyenes arányban nő a lemezek közötti feszültség is, így az egyik lemez töltésének (Q) és a lemezek közötti feszültségnek (U) a hányadosa állandó, ezt a kondenzátor kapacitásának (C) nevezzük, mértékegysége a farad (F). Kialakítás szerint léteznek állandó és változtatható kapacitású kondenzátorok is.

Relék



Vannak olyan áramköri kapcsolások, amikor egyszerre több kapcsolónak kell működnie. Egy áramkör táplálásával több kapcsolat is történik: vagy zár, vagy bont az érintkező. Ezt a szerkezeti függést a relékkal (vagy más néven jelfogókkal) lehet beépíteni az áramkörökbe. **A relékkal gyengeáramú kapcsolásokat végzünk.**

A relét egy gerjesztőtekercs és egy mágnesmag működteti. A mágnesmaghoz vannak erősítve az érintkezők, amelyek a mágnessel együtt mozognak. Ezek az érintkezők lehetnek nyugalmi, illetve munkaérintkezők. A munkaérintkező akkor zárja az áramkört („bekapcsol”), amikor a tekercs táplálást kap, tehát a relé húzott állapotban van. A nyugalmi érintkező ezzel ellenben akkor zárja az áramkört, amikor a tekercs nem kap táplálást, tehát a relé ejtett állapotban van. A két ábra jól szemlélteti a munka- és nyugalmi érintkezők működését.



A relék szerkezeti függést megvalósító tulajdonságát nemcsak a járműtechnikában, hanem a vasútbiztosító berendezéseknél is használják. Ma ez már elavult technológia, de a logikai-szerkezeti függőség biztonsága jelenleg is teljes mértékben megfelel a biztonsági követelményeknek.

Kontaktorok

A vasúti gyakorlatban szükség van olyan kapcsolókra, amelyek terhelés alatt is megbízhatóan, az elektromos ívhúzás okozta káros hatások mellett is képesek az áramkört kapcsolni. A motorok áramkörét kontaktorokkal kapcsolhatjuk, melyek fel vannak szerelve az ívoltáshoz szükséges szerkezeti elemekkel. Elvi kialakításuk a relékkel egyezik meg, de a relékkel ellenben **a kontaktorokkal erősáramú kapcsolásokat végezhetünk.**



A kontaktorokat vezérlő gyengeárammal kapcsoljuk. A vezérlőáram átjárja a kontaktor **működtető tekercsét**, ennek hatására a **mágnes** meghúz, az ehhez mechanikusan rögzített kapcsolók pedig – hasonlóan a relékhez – zárnak. Vannak olyan kontaktorok, melyeket **gyengeáramú segédérintkezőkkel** is felszerelnek, így az erősáramú kapcsolás mellett vezéráramköri kapcsolások is létrejönnek. A kontaktor ejtésekor az **ívfúvó mágnes** fúvómezőt hoz létre, ennek hatására az érintkezők szétválásakor megjelenő elektromos ív felfut az **ívoltó kamra** szarvaira, az ív ezáltal kitágul és elalszik.

Félvezető eszközök

A félvezető anyagok elektromos vezetőképességük alapján a fémes vezetők és a szigetelők közé sorolhatók. A félvezető anyagokat különböző módon, más anyagokkal való vegyítése során a félvezető anyagok tulajdonságait előnyünkre befolyásolhatjuk.



A **félvezető dióda** elsősorban a váltakozó feszültség egyenirányítására szolgál. Léteznek fénykibocsátó diódák (LED-ek) is. Megfelelően kialakított kétrétegű félvezető áramforrásként is működhet (fényelem, napelem).

A **tranzisztor** három rétegű félvezető eszköz, melyeket az áramváltozások felerősítésére használnak.

Fotoellenállás és termisztor: az előbbi a megvilágításra, utóbbi pedig a melegítésre ellenálláscsökkenéssel reagál. Különböző fény- vagy hőérzékelő műszerekben, automata berendezésekben használják.

Ellenőrző kérdések

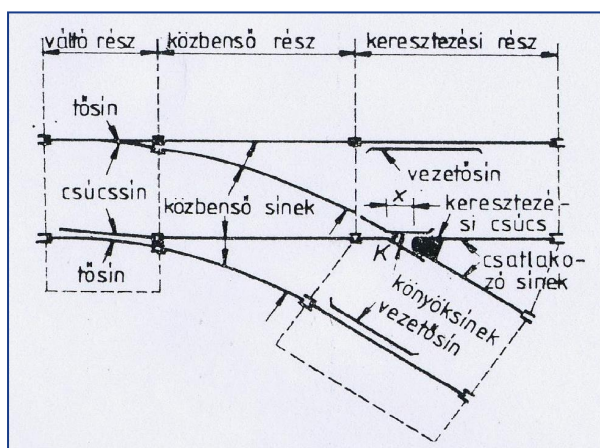
- *Ismertesse a tömeg és az erő fogalmát!*
- *Ismertesse a mechanikai energia, munka, teljesítmény és hatásfok összefüggéseit!*
- *Ismertesse, hogy mitől függ a maximális vonó- vagy fékezőerő!*
- *Ismertesse a gázok állapotát meghatározó tényezőket!*
- *Ismertesse a nyomás és a nyomóerő fogalmát*
- *Ismertesse menetellenállások (vonatellenállás) fogalmát és felosztásukat!*
- *Ismertesse az „alapellenállásokat” és az azokat befolyásoló tényezőket!*
- *Ismertesse a „járulékos” ellenállás fogalmát, alkotórészeit és okait!*
- *Mit értünk áramerősségen, hogyan épül fel az egyszerű egyenáramú áramkör?*
- *Ismertesse a fogyasztók soros, párhuzamos és vegyes kapcsolását!*
- *Ismertesse a villamos áram élettani hatásait!*
- *Milyen erőhatások lépnek fel a villamos térben?*
- *Ismertesse az indukció és önindukció fogalmát!*

VASÚTÜZEMI TECHNOLÓGIÁK ÉS KÖZLEKEDÉSBIZTONSÁGI ALAPISMERETEK

1. Kitérők csoportosítása, felépítése, ellenőrzése

A kitérők felépítése, szerkezeti elemei

Mivel a vasút kényszerpályás közlekedési forma, speciális eszközökkel kell lehetővé tenni a vágányok elágazását, keresztezését. Az irányváltást a kitérők és az átszelések biztosítják. **A kitérő a vágányba épített olyan szerkezet, amely a vasúti járművek egyik vágányról a másikra történő folyamatos áthaladását teszi lehetővé.** A kitérők lehetnek egyszerűek és átszelési kitérők (angolváltó).



Az **egyszerű kitérő** három részből áll: **váltórész, közbenő rész és keresztezési rész.** A közbenő részben egy keresztaljra 4 sínszál van leerősítve. A keresztezési részben a két belső sínszál keresztezi egymást, itt biztosítani kell a nyomkarimák áthaladását, gondoskodva a kerékpárok folyamatos alátámasztásáról és vezetéséről.

A váltórész szerkezeti részei a következők:

- **Tősinék:** szilárdan lekötöttek; kialakításuk olyan, hogy a csúcssínnek szorosan simulhassanak hozzájuk. A tősin eleje a kitérő elejét, vége a váltó végét jelenti.
- **Csúcssín:** összekötő rúddal együttesen mozgó sínek. A csúcssínek végeik felé egyre vékonyodnak, ezzel biztosítva a folyamatos gördülést és a tősinhez való simulást. Kialakítás szerint megkülönböztetünk forgócsapos és rugalmas (gyengített) anyagú csúcssíneket.
- **Sínszékek:** az aljakon helyezkednek el, ezeknek a síma felületén csúsznak a csúcssínnek. A sínszékek rendszeres tisztítást és kenést igényelnek.
- **Váltóállító készülék:** rudazatával (vonórúd) az elálló csúcssínt a tősin-től távol, a másikat szorosan a tősinhez simulva tartja.
- **Összekötő rudak:** a csúcssínnek együttes mozgását biztosítják, azok elejénél lévő összekötő rúd kapcsolódik a vonórúddhoz (két csúcssín között több összekötő rúd is beépítésre kerülhet).

- **Csúcssínrögzítő szerkezet:** ez biztosítja, hogy az adott váltóállásból ne mozdulhassanak el a sínszálak, valamint a csúcssín megfelelő távolodását és simulását biztosítják. Ez lehet kampózár vagy zárnyelves csúcssínrögzítő szerkezet. Közúti villamosvasutak esetén nem kötelező eleme a kitérőnek.
- **Váltózár:** a zárt csúcssín rögzítése a tősinhez az átállítás megakadályozására (forgalmi ok, illetéktelen személy).
- **Váltójelző:** messziről felismerhetővé teszi a váltó tényleges állását.



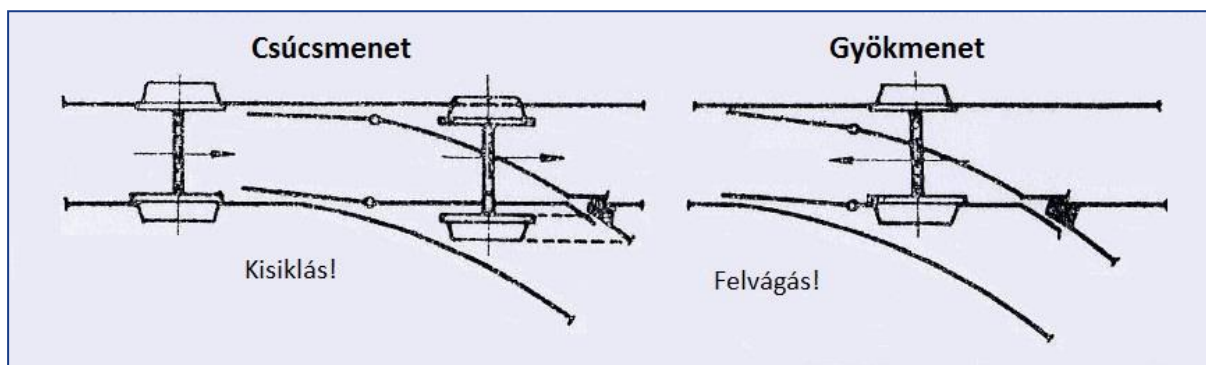
Kitérőkkel kapcsolatos fogalmak

A váltó, a kiépítés irányának megfelelően **kitérő irányokba jobbra, illetve balra terelhet**. Ha a csúcssínek nem a kitérő irányba terelnek, akkor a váltó **egyenes irányba áll**.

Egy vasúti jármű a váltóra két irányból haladhat rá: **gyökmenetben és csúcsmenetben**.

A **gyökmenet** a kitérő keresztezési része felől – az egykor használatos gyökkötés irányából – **való ráhaladást jelent**. Ez a forgalmilag **kevésbé veszélyes irány**, viszont ebből az irányból **lehetséges a váltó felvágása**, ami a **helytelenül álló váltóra gyökmenetben ráhaladó jármű kerekei által a csúcssínek erőszakos átállítását jelenti**. Váltófelvágás után a váltó használhatósági ellenőrzésének elvégzése előtt a váltón járműmozgást végezni tilos, mivel a szerkezet a **felvágástól károsodhat!**

Csúcsmenet esetén a **jármű kerekei először a csúcssínt érintik, így haladnak át a váltón**. Ebben az irányban valósul meg a **tényleges irányváltás**, hiszen csúcsmenetben egyenes és kitérő irányba is haladhat a vonat, míg gyökmenetben csak a beállított irányból haladhat a váltóra vasúti jármű. **A csúcsmenet a forgalmilag veszélyesebb irány**. A tősinhez nem kellő mértékben simuló csúcssínt (>4 mm) egy **élesedett nyomkarimájú kerék átállíthatja, felhasíthatja**. A váltó felhasításának következménye siklás lehet.



A **váltó feles állásáról** akkor beszélünk, ha bármilyen ok miatt **mind a két csúcssín távol van a tőstíntől, illetve a csúcssínrögzítő szerkezet nem kerül végállásba.** Amennyiben a forgalmi dolgozónak kell eldöntenie, hogy a váltó forgalmi szempontból használható állapotban van-e, a következőket kell ellenőriznie:

- a simuló csúcssín szorosan záródik a tőstínhez;
- az elálló csúcssín megfelelő távolságban van a tőstíntől;
- az összekötő és ellenőrző rudak épek;
- a csúcssín és tőstín közé nem került idegen tárgy;
- a csúcssín nincs elgörbülve vagy eltörve;
- a csúcssín végállását rögzítő szerkezet megfelelően rögzít.

A feles állás még a váltóra való ráhaladás előtt általában észlelhető, ilyenkor azonnal meg kell állni, hiszen a feles állás következménye váltófelvágás, illetve kisiklás lehet.

Amennyiben a vonatkozó előírások szükségessé teszik, meg kell határozni a **váltók szabványos állását**. Ez minden egyes váltóra külön kerül meghatározásra, forgalombiztonsági szempontok figyelembe vételével.

A váltó állítása, biztosítása, forgalmi feltételek

A váltók alapvetően **helyszíni és távvezérelt állításúak** lehetnek. Helyszíni állítású váltókat jellemzően ott alkalmaznak, ahol **a forgalom nem követeli meg a rendszeres váltóállítást**, vagy a helyszínen váltókezelő dolgozó teljesít szolgálatot. Az ilyen váltókat ellensúllyal (súlykörte) vagy váltóvassal állíthatjuk.

Távvezérelt állítású váltók állítása történhet:

- **vonóvezeték** segítségével;
- **elektromos** hajtóművel;

A **vonóvezetékes állítás** jellemzően **kézi erővel** történik, a mechanikus biztosító berendezésen található emeltyű segítségével. A kézi erő kifejtés több **áttételen keresztül** adódik át a váltóállító szerkezetre.

Elektromos hajtóművel többféle módon történhet a váltók állítása, illetve maga a hajtómű elhelyezése is különféle lehet.

- Közúti villamosvasúti üzemeknél jellemző a **szánszerkezettel** való állítás, ami a villamos járművek áramfelvétele által kiváltott kapcsolásokkal valósítja meg a váltó állítását.
- Szintén a közúti villamosvasutak esetén jellemző a **rádiófrekvenciás váltóvezérlés**.
- Általában vasútüzemekben a váltóállítást jelfogó-függéses, vagy elektronikus **biztosító berendezések** valósítják meg.

A váltóállítást speciális esete a **rugós váltóállítást**. Jellemzően a közúti vasúti pályahálózaton használatosak, de előfordul nagyvasúti környezetben is, kis forgalmú vonalakon gyakori. A **váltó állítását** – amennyiben állítás szükséges – **gyökmenetben a váltóra haladó vasúti jármű kerékpárja végzi, és a jármű elhaladása után a váltó eredeti helyzetébe áll vissza**. Csúcsmenet részére a váltó csak az **előre beállított irányba terel**, a másik irányba való tereléshez kézi váltóállítást szükséges.

A váltókat a forgalom részére biztosítani szükséges, hogy az esetleges baleseteket elkerüljük. Ebből a szempontból három szintet különböztetünk meg:

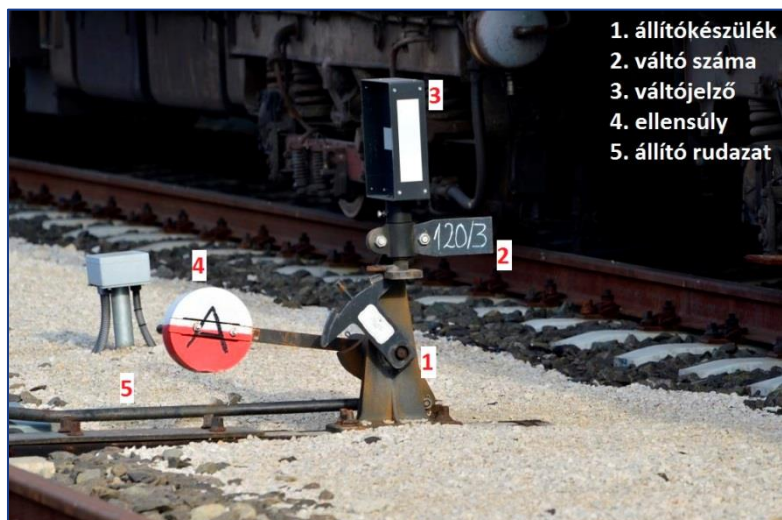
- **biztosított váltó,**
- **lezárt váltó,**
- **le nem zárt váltó.**

A **biztosított váltó** alatt azt értjük, amikor a biztosító berendezés által a váltó, a hozzá tartozó **jelzőberendezéssel kényszerkapcsolatba** kerül, és a jelző csak akkor ad továbbhaladásra engedélyt, ha a váltó a forgalmi viszonyoknak megfelelő állásban **le van zárva**. Biztosított váltóra sebességkorlátozást csak a pályaviszonyok, illetve a váltó műszaki állapota miatt rendelnek el.

Lezárt váltó az a váltó, aminek az **átállítását** mechanikus vagy elektromos **szerkezet megakadályozza** mindaddig, amíg a forgalmi viszonyok ezt igénylik. A váltó lezárása jellemzően a **csúcssínrögzítő szerkezet lezárásával** valósul meg. A biztosított váltók minden esetben lezárt váltók, de a **lezárt váltó lehet biztosítás nélküli** is. Ebben az esetben **sebességkorlátozások** vannak érvényben a különféle forgalmi viszonyoknak megfelelően, a forgalombiztonság növelése érdekében.

A **le nem zárt váltók** átállítását **semmilyen szerkezet nem akadályozza meg**. Ez minősül forgalombiztonság szempontjából a **legkockázatosabb helyzetnek**, ezért ha le nem zárt váltón kell a forgalmat fenntartani, az csak **szigorú előírások és sebességkorlátozások mellett** lehetséges.

Jelzők a váltónál

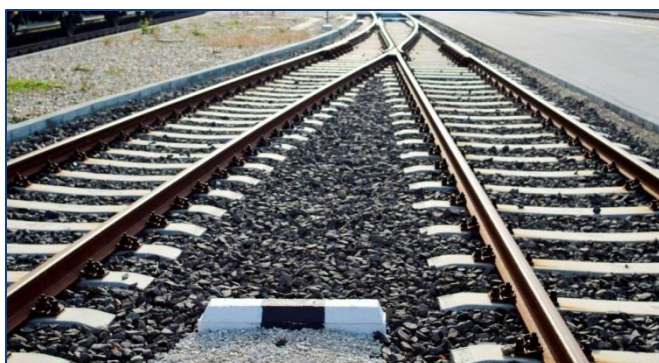


1. állítókészülék
2. váltó száma
3. váltójelző
4. ellensúly
5. állító rudazat

A váltó állását **váltójelzők** jelzik a közlekedő vasúti jármű személyzete, és a forgalmi kiszolgáló személyzet részére. Ezeknek, műszaki kialakításukat tekintve többféle változata létezik.

Helyszíni állítású váltók esetén jellemző az **ellensúly jelzése**. A súlykörte egyik fele

fehérre, másik fele vörösre van festve. **Ha a fehérre festett fele van felső helyzetben, akkor a váltó egyenes, ha a vörös fele van felső helyzetben, akkor kitérő irányba áll.** Az ellensúlyra festik fel a **szabványos állás jelzését** is, ami egy nagy „A” betű. Ha ez **normál helyzetben van** (nincs felfordítva), akkor a váltó **szabványos állásban áll.**



Vágányok keresztezésénél található a **biztonsági határjelző**, ami a vasútüzemeknél egységes, **fehér-fekete-fehér sávozású gerenda, vagy felfestés**. Ez azt a helyet jelzi, ahol az összefutó vágányokon még a **vasúti járművek biztonságosan elférnek egymás mellett**, ettől a

helytől a váltó, vagy a vágánykeresztelés felé haladva a vasúti járművek összeérhetnek, összeütközhetnek.

2. Közút-vasút szintbeli keresztezése, útsorompók

Szintbeli keresztezés forgalombiztonsági szempontból

A nagyvasúti járművek tömege, féktávolsága megkívánja a megfelelő szintű biztosítást az útátjárók esetén (közúti villamosvasút esetén más szabályok mérvadók). Tervezésük, kivitelezésük nagy gondosságot igényel, figyelmet kell fordítani a

- megfelelő láthatóságok biztosítására (rálátási háromszög),
- kiépítés minőségére, technikai megoldásokra,
- biztosítás szükségességére.

Rálátási háromszögnek nevezzük az utak keresztezéseinél vagy csatlakozásainál, valamint az utak közúti, közúti villamosvasúti, valamint vasúti keresztezéseinél a **különböző irányokból egymáshoz közeledő járművek között szükséges látómező**, azaz az egymásra szabad rálátást biztosító területet.

A vasúti pálya fedezése

A vasúti pályák fedezése, az útátjárók megfelelő biztosítása a vasúti járművek fizikai tulajdonságaiból eredő „abszolút elsőbbségi viszony” miatt szükséges.

A vasúti átjárókat egyes esetekben **biztosítani szükséges**, a megfelelő forgalombiztonság szavatolása érdekében. Ilyen esetek:

- **két vagy több vágányú** vasúti pályát, vagy **80 km/h-nál nagyobb** engedélyezett sebességű vasúti pályát keresztező **szilárd burkolatú út** esetén;
- **főútvonalat**, vagy **közforgalmú autóbusz-közlekedési útvonalat** keresztező vasúti pálya esetén;
- bizonyos **közúti forgalomnagyságok** elérése esetén;
- ha a **rálátási háromszög** nem, vagy csak magas költséggel biztosítható.

Az útátjárók biztosítására **fényjelzőt**, illetve szükség esetén **fél- vagy teljes sorompót** alkalmaznak. Csak fényjelző használata sokkal **kisebb biztonságot ad**, a sorompó jelzése szembetűnőbb. Az útátjáró jelzőjét, sorompóját különböző pályamenti elemekkel, állomási biztosítóberendezéssel, vagy nyíltvonalai térközbiztosító berendezéssel vezérlik.



Az útátjáróra nemcsak a közúton közlekedőket figyelmeztetik a KRESZ szabályai szerint, hanem a **vasúti jármű vezetője is**, a helyi utasításoknak megfelelően **figyelmeztetve van az útátjáró közeledtére**. A figyelmeztető jelzés mellett gyakran **útátjárót fedező jelzőt** is telepítenek, ami a sorompó esetleges üzemképtelensége esetén megállásra ad utasítást.

Közúti villamosvasút esetén a pálya fedezése egyéni szabályok szerint történik. Maga a villamosvasúti pálya – legtöbb esetben – a közút része, a villamos járművek közúti járműnek minősülnek. Itt nem érvényes az „abszolút elsőbbség” elve, a KRESZ szabályainak megfelelően, a közúti elsőbbségi viszonyok mérvadók.

3. Tolatási technológiák

A tolatás fogalma, célja

A vonatmeneteket kivéve, a vasúti járművekkel emberi, állati, vagy gépi erővel, a vágányhálózat bármely részén végrehajtott **mindennemű helyváltoztatást tolatásnak** nevezünk. A tolatás leggyakrabban a **belső vasútüzemi folyamatok kiszolgálását**, kocsirendezeit jelenti.

A tolatás osztályozása az elérendő célok alapján:

- szétrendezés, összerendezés, ezek egyidejű végrehajtása;
- kocsik- és kocsicsoportok be- és kisorozása;
- kiállítás, beállítás rakodóhelyre;
- összegyűjtés a rakodás végeztével;
- kihúzás, az üzemi folyamatok befejezését követően a forgalmi vágányokra továbbítás;
- átállítás, azonos forgalomszervezési egységen belüli mozgás.

Síktolatás

A síktolatásnak három formáját különböztetjük meg:

- **bejárásos tolatás;**
- **szalasztás;**
- **csurgatás.**

Bejárásos tolatás végzésekor a kocsit, kocsikat a tolatás megkezdésekor elfoglalt helyéről **emberi, állati vagy gépi erővel húzva, illetve tolva juttatják el a kijelölt helyre**. Síktolatás alatt a kocsik **a vontatójárművel össze vannak kapcsolva**. A tolatás ezen formája alacsony termelékenységű, és nagy időráfordítást igényel. Forgalomszervezési szempontból nagy odafigyelésre van szükség a megfelelő vágányutak biztosításához.

Szalasztás esetén a **mozdony nem mozog a kocsikkal együtt az egész útvonalon**, hanem a teljes szerelvénnel egy kihúzó vágányra továbbítja a kocsikat, és irányváltás után a leakasztott kocsikkal együtt **lendületet ad a szerelvénynek, és a hirtelen bekövetkező fékezéskor a leakasztott kocsik leválnak a szerelvényről**, így a bennük felhalmozott mozgási energia segítségével a nekik beállított vágányúton haladnak tovább. Veszélyes, nagy odafigyelést igénylő tolatási forma.

A **csurgatás** a gurításhoz hasonló tolatási forma. **3‰-nél nagyobb lejtésű kihúzó vágánnyal** rendelkező állomásokon alkalmazható, **a kihúzott szerelvényről a kocsikat leakasztják, és az enyhe lejtésű pályán mozgásba jönnek**. A kocsirendezeit formája a szalasztással egyezik meg.

Gurítás



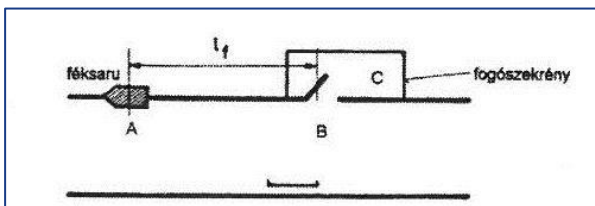
A gurítás egy **nagy termelékenységű kocsirendezési forma**, amely **speciális infrastruktúrát igényel**. Rendező-pályaudvarok jellemző eleme a **gurítódomb**, erre húzzák fel a szétrendezendő szerelvényt. A szükséges kocsikat szétkapcsolják, és a mozdony, a megfelelő jelzések alapján tolja a domb lejtős vágánya felé a szerelvényt. A leguruló kocsikat

különbféle módszerekkel fékezik a lassítás érdekében, és az **előre beállított vágányúton gurulnak** tovább. Pontos és nagy odafigyelést igénylő, balesetveszélyes tevékenység, aminek veszélyességét különféle automatizálási módszerekkel csökkenteni lehet.

A gurítódombról érkező kocsikat különféle módszerekkel fékezik:

- kocsikon lévő **kézifék**
- **fékdorong** (korszerűtlen, veszélyes eszköz, nem használatos)
- **féksaru**
- **gépi vágányfékek**

A kocsikon lévő **kéziféket** fékező dolgozó kezeli, bizonyos esetekben ez elengedhetetlen. A fékerő csak arra a kocsira hat, amelyiken működtetik.



A **féksaru** jelenleg a **legelterjedtebb fékezési forma**. Önmagában csak megállításra alkalmas, ha a sínzál folyamatosságát megtörik és oldalirányba kihajlítja (könyöksín), akkor a féksaru oldalra kidobódik, a fékhatás megszűnik. Így a féksaru lassításra is alkalmassá válik. Ezt a kialakítást **sarukidobónak** nevezzük.



A **gépi vágányfékek** a kocsirendezési folyamat gépesítésének leghatékonyabb eszköze, ami úgy éri el a kívánt fékhatást, hogy a **kocsi kerekeinek oldalfelületéhez nagy nyomóerővel, egy vagy két oldalról fékgerendát szorítanak**. Különböző erőnagyságú gépi vágányfékek léteznek.

Különböző szempontok alapján csoportosíthatók a vágányfékek.

- forgalmi szempontból:
 - mozdannyal járható
 - mozdannyal nem járható
- működtető berendezés szerint:
 - hidraulikus
 - pneumatikus (Westinghouse-féle)
 - elektromos
- fékezőerő jellege alapján:
 - mechanikus (súrlódással fékező)
 - örvényáramú
- fékgerenda mozgató szerkezete alapján:
 - karos
 - ollós
- fékgerenda szerkezete szerint?
 - egy darabból álló
 - ízelt (több, 2-3 méter hosszú darabból álló)

4. Vonatközülekedési technológiák

A közlekedésszabályozás rendszere

A vasúti közlekedés alapja a **menetrend**, ami pontosan **meghatározza a vonatközülekedés rendjét**. A menetrend alapadatait a mindenkori megrendelő szervezet (jelenleg a BKK Zrt.) adja ki a szolgáltatók részére. A szolgáltató, így társaságunk elkészíti az **üzemi menetrendeket**, melyek alapján a közlekedés lebonyolítása megtörténik. Ennek különféle formái léteznek. Alapvető formátum a **grafikus menetrendábra**, ami egy út-idő grafikonon jeleníti meg a közlekedő vonatok menetvonalát. Ezen kívül az üzemek igényeinek megfelelően különböző kivonatos formátumok jelennek meg. Ezek közül az egyik legfontosabb a járművezetők részére készült **menetrendi kivonat**.

Az előzetesen kiadott menetrendek alapján a forgalmi szolgáltatók feladata a **forgalom megszervezése, lebonyolítása**. Ez összetett feladat, ellátására kellően képzett apparátusra van szükség.

Az **üzemirányítást** a rendelkezésre jogosult forgalmi szolgáltató dolgozói végzik. Folyamatosan felügyelik a hozzájuk tartozó forgalmat, infrastruktúrát, rendkívüli esetben **operatív intézkedéseket** foganatosítanak.

Közlekedési rendek

Társaságunknál a menetrendi év **szeptember 1-én** kezdődik.

A törvényben előírt munkarendnek megfelelően **különböző közlekedési rendek** szerint végezzük tevékenységünket:

- munkanapi, ezen belül
 - hétfőtől csütörtökig, illetve
 - pénteki (hét utolsó munkanapja)
- hétvégi és ünnepnap, ezen belül
 - szombati
 - vasár- és ünnepnap
- egyedi közlekedési rendek, például:
 - december 24.
 - év végi közlekedési rend
 - temetői közlekedési rend
 - ...

5. Forgalomirányítási rendszerek, irányító szolgálat

A forgalomirányító, üzemirányító személyzetnek kulcsszerepe van a forgalom lebonyolításában. Különböző szintű forgalomirányítási rendszerekről beszélhetünk.

Ahol csak állomási, illetve állomási és automatikus vonali biztosító berendezés van kiépítve, ott minden **állomáson forgalmi szolgálattevőnek** (városi villamosvasutak esetén tabulátorkezelőnek) **kell ellátni a forgalom lebonyolításához szükséges tevékenységet**. A szolgálattevők a szomszédos állomásokkal **kommunikálnak**, illetve **kezelik a biztosító berendezést**. A szolgálattevők felett vonalirányítók teljesítenek szolgálatot, akik az operatív intézkedéseket adják ki. Üzemszerű forgalom esetén nincs kulcsszerepük a forgalom lebonyolításában.

Olyan vasútvonalakon, ahol az állomási, illetve a vonali biztosító berendezések adatai **távfelügyelet** részére továbbításra kerülnek, **KÖFE, azaz központi forgalomellenőrző rendszerről** beszélünk. A **kezelési műveleteket továbbra is az állomási szolgálattevők hajtják végre**, de a vonal forgalmáról érkező adatok lényegesen pontosabbak, így **segíti az operatív intézkedések gyors meghozatalát**.



Azokat a rendszereket, melyeken a vonalirányító a távfelügyelet mellett **kezelési műveleteket is végre tud hajtani** a biztosító berendezésen, **KÖFI**, azaz **központi forgalomirányító rendszernek** nevezzük. Itt a forgalom irányítását **közvetlenül a vonalirányító látja el**, az állomási személyzetek csak szükség esetén avatkoznak be, illetve infrastruktúra-üzemeltetési feladatokat látnak el.

Üzemirányításról beszélünk, ha a KÖFI-rendszerrel felszerelt vonalirányítás az **infrastruktúra távfelügyeletét és távkezelését is végre tudja hajtani** (világítás, ajtózáras, videokamerás megfigyelés, stb.). Ebben az esetben az állomásokon nem szükséges szolgálatot ellátni.

6. Közlekedésbiztonsági alapfogalmak

A „Közlekedésbiztonsági alapfogalmak” című fejezet nem része a hatósági vizsgakövetelményeknek, csupán segítséget ad a tanfolyam további moduljaiban szereplő tananyag elsajátításához.

Aktív és passzív biztonság

Az **aktív biztonság** célja a **balesetek elkerülése**. Ezek azok a biztonsági elemek, amelyek közvetlenül védik mind az utasokat, mind a szolgálatot teljesítő dolgozókat.

A **passzív biztonság** azt jelenti, hogy **baleset bekövetkezése esetén mennyire biztonságos az adott szerkezeti elem**. Például ütközés esetén az üveg törési tulajdonságai a passzív biztonság fogalmkörébe tartoznak.

A járművek, létesítmények tervezésekor a **legfontosabb szempont a biztonság**, azonban nem lehet mindent úgy tervezni, hogy az aktív biztonságot nyújtson, ezért alkalmazzuk a passzív biztonsági tulajdonságokat.

Biztonsági kockázati tényezők, célok, intézkedések

A vasút veszélyes üzem, ezért **a munkavédelmi szabályokat minden esetben maradéktalanul be kell tartani**. A munkavédelmi szabályok a vasútüzem területén jelentkező **kockázati tényezők csökkentésére hivatottak**.

Legfőbb veszélyt maga a mozgó vasúti jármű jelenti, mely szerkezeti kialakításából adódó fékútja miatt korlátozott lehetőséget jelent a gázolások balesetek elhárítására. További kockázati tényezőket jelentenek a vasútüzem egyéb létesítményei, mint például a vasúti pálya, szerelőakna, felsővezeték, stb.

NKH, KBSZ

A **Nemzeti Közlekedési Hatóság**ot (NKH) 2007-ben hívta életre a közlekedésért felelős miniszter a Közlekedési Főfelügyelet, a Központi Közlekedési Felügyelet, a megyei (fővárosi) közlekedési felügyelet és a Polgári Légiközlekedési Hatóság jogutódjaként. Később a Hatóságba integrálták a Katonai Légügyi Hivatalt majd a Magyar Vasúti Hivatalt is. A Hatóság a közlekedésért felelős miniszter irányítása alatt önállóan működő és gazdálkodó költségvetési szerv.

A Hatóság alaptevékenysége általános közigazgatás, ellátja a jogszabály által a feladat- és hatáskörébe utalt első- és másodfokú:

- közúti közlekedési hatósági feladatokat,
- légiközlekedési hatósági feladatokat,
- katonai légügyi hatósági feladatokat,
- vasúti közlekedési hatósági feladatokat,
- vasúti igazgatási feladatokat,
- hajózási hatósági feladatokat,
- egyéb feladatokat.

A Hatóság Magyarországon egyedülként látja el a közlekedéshez kapcsolódó valamennyi hatósági, felügyeleti tevékenységet. Az NKH a közlekedés-igazgatás központi hatóságaként szabályozza, felügyeli és ellenőrzi a piaci szereplők tevékenységét és működését.

A **Közlekedésbiztonsági Szervezet**et 2006-ban hozta létre a magyar Országgyűlés által alkotott törvény alapján, a Gazdasági és Közlekedési Miniszter. Feladata a légi, a vasúti és a vízi balesetek, súlyos események független szakmai vizsgálata, azzal a céllal, hogy az elemzésekből levonható tanulságok alapján javaslatokat tegyen a jövőbeni hasonló események elkerülése érdekében. Tevékenységük alapvető célja ebből adódóan a megelőzés.

Ellenőrző kérdések

- *Ismertesse a váltók alkatrészeit, ellenőrzésüket forgalombiztonsági szempontból!*
- *Ismertesse a váltóalkatrészeket, állító-, és csúcsrögzőtő szerkezeteket, váltójelzőket!*
- *Ismertesse a lezárható, le nem zárható, biztosított, nem biztosított váltókat!*
- *Ismertesse a váltók szabványos állását, az alkalmazható sebességet a váltókon, a használhatóságuk forgalmi feltételeit!*
- *Ismertesse a közút-vasút a szintbeli keresztezését forgalombiztonsági szempontból!*
- *Hogyan történhet a vasúti pálya fedezése a közút-vasút szintbeli keresztezésében!*
- *Milyen síktolatósi technikákat ismer?*
- *Milyen vonatközlekedési technológiákat ismer?*
- *Sorolja fel a közlekedést szabályozó személyeket?*
- *Milyen lehet a közlekedés szabályozás rendszere?*
- *Milyen közlekedési rendeket ismer?*
- *Milyen forgalomirányítási rendszereket ismer?*

VASÚTI PÁLYAISMERET

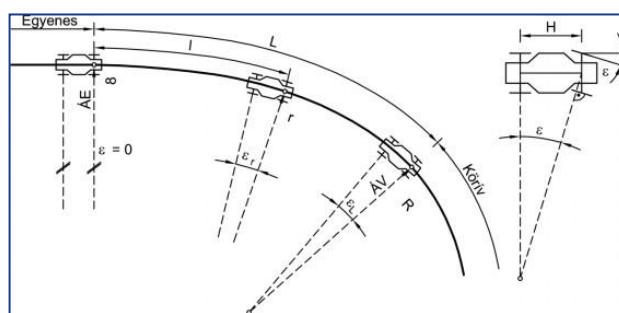
1. A vasúti pályához kapcsolódó alapfogalmak

A vasúti pálya tervezésekor a vonalvezetés a terep és a települési körülmények, a mechanikai és geometriai követelmények, valamint a hatósági előírások figyelembe vételével készül. A vasúti pálya térbeli mivolta okán megkülönböztetünk vízszintes és magassági vonalvezetést.

A **vasúti pálya** a vasúti közlekedés **alapvető rendszereleme**. Vasúti pályának nevezzük azon létesítmények összességét, melyek **lehetővé teszik a vasúti járművek közlekedését**. A pálya **feladata** a rajta haladó vasúti jármű alátámasztása és vezetése.

Vonalvezetés

A **vízszintes vonalvezetés** részei az **egyenesek**, **ívek**, valamint az ezek közötti úgynevezett **átmeneti ívek**. Az **ívek** mértani tulajdonsága a **vízszintes ívsugár**, ami meghatározza, hogy milyen



vasúti járművek közlekedhetnek az adott vonalszakaszon (a nem megfelelő tulajdonságokkal rendelkező jármű beszorulhat az ívbe). Az **átmeneti ív** az egyenes és az íves szakaszokat összekötő vágányrész; a vasúti pálya irányváltoztatásainál, az egyenesből a körívhez való csatlakozásnál közbeiktatott, különböző mértékben csökkenő ívsugárral rendelkező ívszakasz. Feladata a hirtelen irányváltoztatásnál fellépő járműzökkenések kiküszöbölése. Különböző fajtái vannak, a klotoid és a koszinusz a két legelterjedtebb változat.

A **magassági vonalvezetés** a vasúti pálya által érintett **tereptviszonyokból adódik**. A pálya függőleges vetülete vízszintes szakaszokból, lejtők és emelkedők sorozatából áll, ez nagyban befolyásolja az adott pályán közlekedő vasúti járművek menettulajdonságait (fékút, gyorsítási szakasz). Az **emelkedés és esés** fogalmak a pálya lejtviszonyait jellemzi, értékét a pályaszint hosszirányú emelkedése vagy esése adja meg, **ezrelékben kifejezve** (1000 méter pályahosszon hány métert esik vagy emelkedik a pálya).

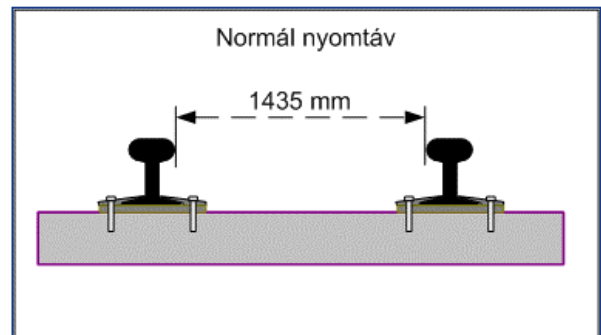
Pályageometriai adatok

Vágánytengely: a vágány elméleti középvonala, mely egyenesben a két sínszáltól egyenlő távolságra, azok középvonalában, ívben pedig a külső sínszáltól fél nyomtávnyira fekszik. Többvágányú pályán értelmezett fogalom a **pályatengely**, ami az egymás melletti vágányok tengelyei között mért távolság felezője; ez egyvágányú pályán egybeesik a vágánytengellyel. Föld alatt vezetett

vasutak esetén értelmezett fogalom az **alagúttengely**, ami a mindenkor alagútszelvény geometriai középvonala.

Szelvényezés: a vasúti pályát helymeghatározás céljából a **vasútvonalak kezdőpontjától, 100 méterenként növekvő számokkal** megjelölik, vagyis szelvényekre osztják. Tehát ha a vasúton egy 24-es számú szelvénykövet látunk, az azt jelenti, hogy a vonal kezdőpontja 2,4 km-re van éppen. A szelvényezés pontos méréséhez a vágánytengelyt kell figyelembe venni. **A szelvényezés iránya meghatározza a jobb és bal vágányt, valamint a jelzők és kitérők számozását.** Két szelvény közti pontot a kisebb szelvénytávval, és az attól méterben mért távolsággal jelöljük, például 14+30 a kezdőponttól 1430 méterre lévő pontot jelenti.

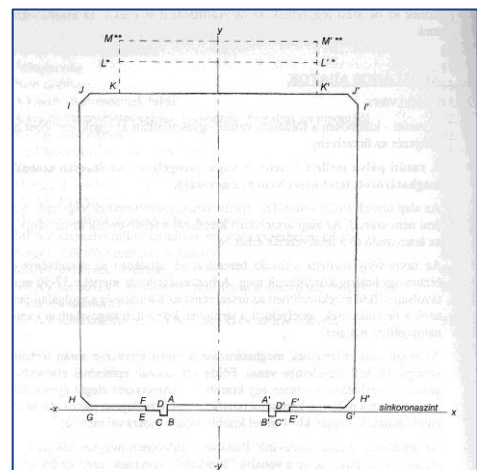
Nyomtávolság: a vágány két sínszálának vezetőfelülete között mért legkisebb távolság. Ezt a távolságot a sínfejek belső oldala között, a sínkorona felső éle alatt 14 mm-re a vágánytengelyre merőlegesen, ívekben sugárirányban kell mérni. Megkülönböztetünk **normál, széles és keskeny nyomtávú vasúti pályákat**. A **normál nyomtávolság 1435 mm**, az **ennél kisebb értékek a keskeny nyomtávolságok** (ittthon a 600 és 760 mm elterjedt, egyes európai országok városi vasútjain az 1000 mm sem ritka), az **ennél nagyobbak pedig a széles nyomtávolságok** (legközelebb a hajdani Szovjetunió utódállamaiban elterjedt az 1524 mm).



Kis sugarú ívekben általában a nyomtávolságot a kerékpárok befeszülésének elkerülése érdekében növelni kell, ezt **nyombővítésnek** nevezzük. Ha a nyomtávolság nem szándékoltnál változik a forgalom, illetve egyéb külső behatás eredményeként, az így létrejövő nyomtáv-növekedést **nyombővülésnek** nevezzük.

Túlemelés: az ívben haladó vasúti járműre oldalgyorsulás hat, ami a jármű kisodródásához vezethet. Ennek elkerülésére, az oldalgyorsulás csökkentésére **ívekben a külső sínszál a pályaszint fölé emelik. Elméleti túlemelés** esetén a teljes oldalgyorsulás kiküszöbölhető. A túlemelés mértékét – többek között – a pályára alkalmazható legnagyobb sebesség határozza meg.

Űrszelvény: a vasúti pálya mellett és felett szabadon tartandó térnek a vágánytengelyre merőleges metszete,



ebbe a pálya mentén található építmények és berendezések egy része sem nyúlhat bele. Az űrszelvényt a sínkorona szintjéhez és a vágánytengelyhez, mint X-Y koordinátarendszerhez viszonyított **űrszelvényt** adják meg. Az űrszelvényt bizonyos időközönként egy erre a célra szolgáló kocsi szerelt kerettel mérik.

Elsodrási határ: a pálya mentén annak a sávnak a szélét jelzi, amelyen belül mozgó jármű mellett tartózkodni életveszélyes. **Értéke a vonat sebességétől függ.** Ezen határon kívül már nem érvényesül a vonat sebességéből adódó elsodrási hatás. Az elsodrási határon kívülre kerüléshez a közlekedő jármű időben történő észlelését lehetővé tevő távolságot nevezzük **szabad látótávolságnak**.

2. Alépítmény

Az alépítmény feladata, részei

Az alépítmény **feladata**, hogy a **felépítményt megfelelő módon alátámassza**, attól a **terhelést átvegye**, ezen felül **biztosítania kell a megfelelő vízelvezetést is**. Az alépítménnyel szembeni **legfontosabb követelmény a teherbírás**.



Bevágásnak nevezzük a terepből a **talaj eltávolításával kialakított földművet**, ahol a vágányok az eredeti térszint alatt helyezkednek el. Megtámasztását **bélésfallal**, illetve **rézsűvel** biztosítják.

Töltésnek nevezzük a **terepszintből kiemelkedő földművet**, megtámasztását **támfallal**, illetve **rézsűvel** biztosítják.

A bevágás és a töltés is egyaránt azt a célt szolgálják, hogy a vasúti pálya követelményeinek megfelelő magassági vonalvezetés legyen kialakítható.

Rézsű: a vasúti létesítmények igényeinek megfelelő új, mesterséges felszínének, a **földműkoronának az oldalsó, határoló felülete**. Töltés és bevágás esetén egyaránt használatos. A bélésfal és a támfal közel függőleges, rendszerint betonozott fal.

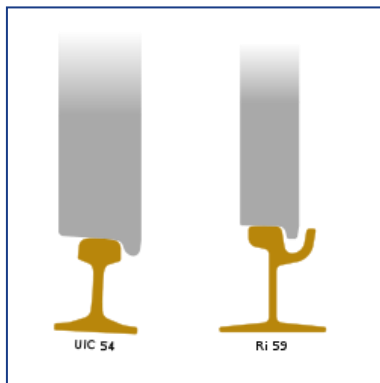
3. Felépítmény

A felépítmény fogalma, feladata

A vasúti pálya alépítmény feletti részét nevezzük **felépítménynek**. A felépítmény az ágyazatból, az aljakból, a kapcsolószerkezetekből, a sínekből, illetve kitérő alkatrészekből áll. Ezek együttesen alkotják az alépítménnyel együtt a vasúti pályát. Megkülönböztetünk speciális felépítményeket is, mint például a vágányzáró elemek.

Feladata a vasúti jármű vezetése és alátámasztása, illetve a járműből adódó terhelés továbbítása az alépítményre oly módon, hogy a terhelés ne haladja meg annak teherbírását. A felépítmény különféle irányú és mértékű terheléseket vesz fel, ezért nagyon fontos a felépítmény gondos kialakítása és karbantartása.

A vasúti sín



A vasúti sín vezeti és alátámasztja a rajta futó vasúti járművet, egyúttal a pálya terhelésfelvételének első helye. Az alkalmazott síneket alakjukkal és tömegükkel jellemezzük.

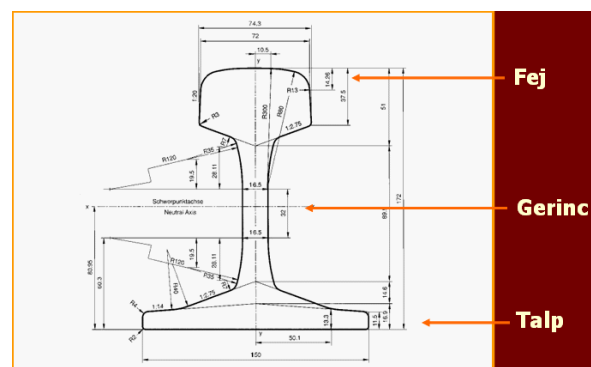
A sín részei a **síntalp**, **síntörzs (vagy gerinc)** és a **sínfej**. A sínfej fő részei a váll, a vezetőfelület és a futófelület. A sínfej és síntalp közötti rész a **sínkamra** vagy **hevederkamra**. A vasúti jármű alátámasztását és vezetését közvetlenül a sínfej futófelülete és vezetőfelülete látja el.

A vasúti sín igénybevétele három összetevőből áll:

- a vasúti jármű súlyából adódó **függőleges** nyíróirányú terhelés;
- a jármű sebesség-változásából adódó **hosszirányú** terhelés;
- a jármű vezetéséből adódó **oldalirányú** terhelés.

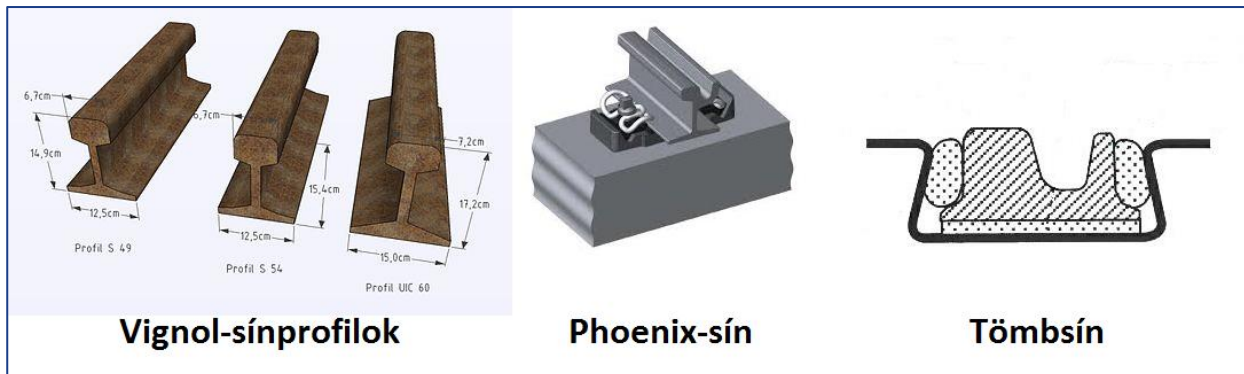
A sínhibák két nagy csoportra oszthatók: a sín gyártásakor keletkezett hibák, és a forgalom során bekövetkező, elhasználódásból eredő sínhibák. Most csak az utóbbi csoporttal foglalkozunk.

A forgalom hatására bekövetkező **legjellemzőbb sínhibák a kopás, a repedés és a törés**. A sínkopás lehet **magassági és oldalirányú**. A hosszirányú terhelés a magassági, a vezetésből adódó igénybevétel pedig az oldalirányú kopást segíti elő. Az oldalkopás mértékét a vezetősínek, valamint a megfelelő nyomkarimakenés csökkenti.



Három féle kialakítású sínszál használatos:

- Vignol-sín
- Phoenix-sín
- tömbsín,



Legelterjedtebb a Vignol-sín, a legtöbb vasútüzemben ezt használják. Burkolt vágányokhoz alkalmas a Phoenix és a tömbsín.

Sínleerősítések és kapcsolások



A **leerősítések** feladata a sínek aljakhoz való rögzítése. Szilárdsági, illetve rugalmassági követelményeknek kell megfelelniük. A vágány terhelésátadási lánc második eleme, ezért a sínekhez hasonlóan **függőleges, hossz- és oldalirányú terhelést** is fel kell venniük.

A **kapcsoló szerek** a sínszálak **hosszirányban történő összekötését**, ezáltal a **vágányok folyamatosságát** és a **kerekek akadálytalan átgördülését biztosítják**. Megkülönböztetünk hevederillesztéses és hézagnélküli vágányokat.



A **hevederillesztéses vágány** esetén a **sínszálak összekapcsolására hevedereket helyeznek el a sínek két oldalán a hevederkamrában**, melyeket sínsvaarakkal feszítenek be. A hevederes leerősítés **lehet merev, lengő**, illetve **ikeraljas szerkezetű**. Ezek az illesztési pontok a vágány statikailag gyenge pontjai, hiszen biztosítaniuk kell a sínek dilatációs mozgását, így

nem lehet a megkívánt mértékben szoros. Gyakori fenntartást igényelnek. Használatuk a szigeteltsínek alkalmazása esetén elengedhetetlenek, ilyenkor a hevederkötéssel rögzítendő sínszálak közé elektromosan szigetelő betétet helyeznek, a hevedereket pedig szintén elektromosan szigetelő anyagból készítik.

Hézag nélküli vágányok kialakításánál a sínillesztéseket, mint a vágányok gyenge pontjait iktatják ki a rendszerből. A **síneket összehegesztik, a lekötésekkel pedig megfelelő tartást kell biztosítani a sínkivetődés elkerülése érdekében.** A dilatációs mozgást a hagyományos vágányokkal való találkozásnál, illetve speciális dilatációs készülékek alkalmazásával lehet biztosítani. A hézag nélküli vágányok hegesztésére villamosellenállás-, illetve aluminotermikus hegesztést alkalmaznak.

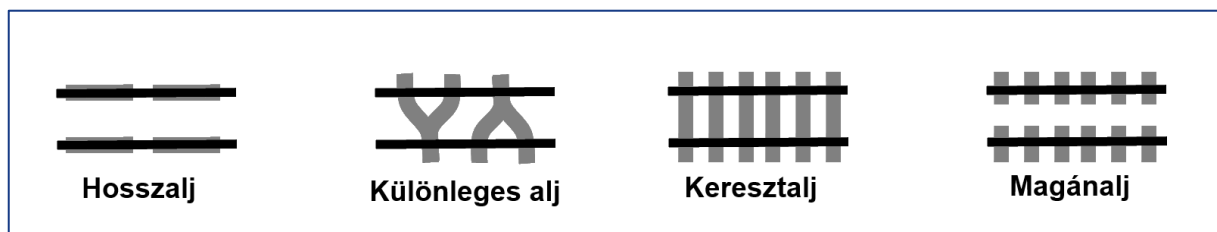
Aljak

Feladatuk a sínek terhelésének átvétele, a fajlagos terhelés csökkentése, és az ágyazat részére történő terhelésátadás. Statikailag alátámasztják a síneket, biztosítják a nyomtávolságot és a síndőlést.

Anyaguk szerint az aljak csoportosítása:

- **Vasbeton** aljak: olcsóbb, hosszabb élettartam, nagyobb önsúly, ami a hézag nélküli vágányok esetén előnyösebb, viszont kézi mozgatásnál ez hátrány.
- **Fa aljak** („talpfa”): készülhetnek kemény és puha fából; a faanyagot kátránnyal telítik, így élettartamuk általában 10-15 évre növelhető. Fa aljakkal a nyombővítés könnyen biztosítható, valamint megfelelő rugalmasságot biztosít. Kitérők esetén hosszabb, és általában szélesebb kitérőfákat alkalmaznak.
- **Vas- és acélaljak:** speciális vasúti felépítmények esetén, illetve nem egyenletes terhelés esetén alkalmazzák.

Kialakításuk szerint megkülönböztetünk magánaljakat, keresztaljakat, hosszaljakat és különleges aljakat.

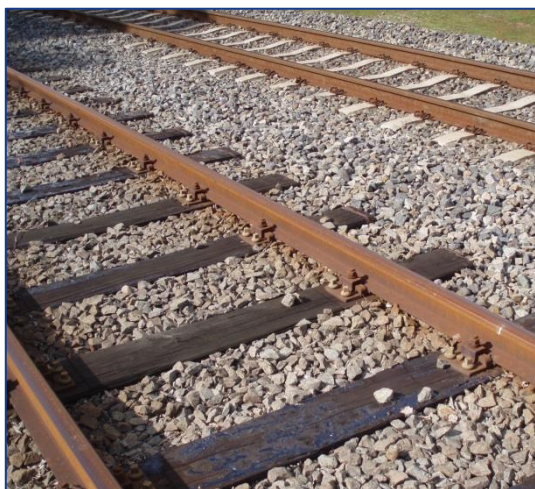


Az ágyazat

Az ágyazat **feladatai**:

- rugalmas és szilárd **alátámasztás** az aljak részére;
- az aljak hossz- és keresztirányú **elmozdulásának megakadályozása**;
- a vágányról érkező **terhelések csillapítása és továbbítása** az alépítményre;
- a **csapadékvíz gyors elvezetése**;
- a **vágány** magassági és vízszintes **fekvésének pontos beállítása**.

Anyaga alapján megkülönböztetünk **zúzottköves** (andezit vagy bazalt), salakos, bányakavicsos, illetve **betonágyazatot**. Utóbbi elterjedt a metrók felépítményénél, itt a rugalmasságot speciális felépítményi elemek biztosítják.



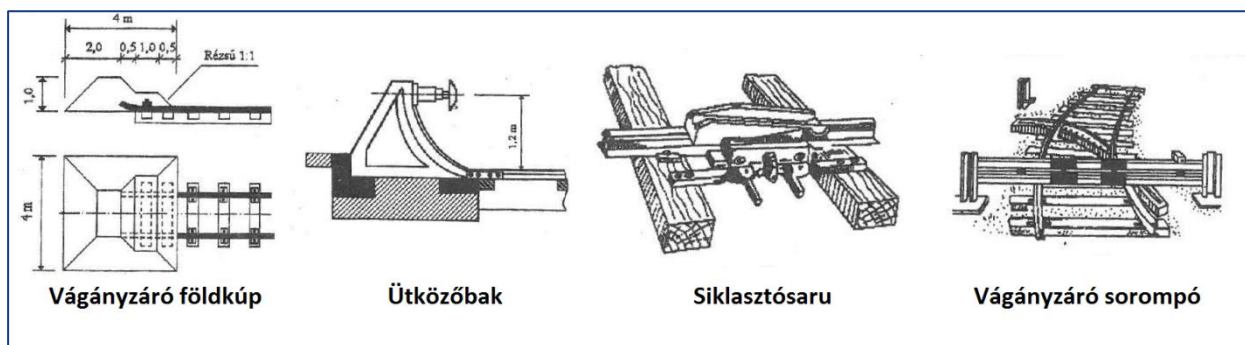
A **zúzottkő ágyazat** anyaga általában bazalt vagy andezit. Az ágyazat minőségét a szemcsenagyság, illetve a lekerekedés mértéke határozza meg: az ágyazat elaprózódása, elszennyeződése, illetve a szemcsék lekerekedése az ágyazat feladatának ellátását hátrányosan érinti. A zúzottköves ágyazat **előnye a jó tömöríthetőség, nagy rugalmasság, jó vízáteresztő képesség**, hátránya viszont a nagy fenntartási igény.



A **betonágyazat** a metró alagutak egyre elterjedtebb anyaga. Előnye, hogy a **pályát határozottan támasztja alá, nincs szükség vágányszabályozásra**, a vízelvezetés könnyen megoldható. Hátránya a nagy építési pontosság, valamint a speciális, rugalmasságot biztosító elemek szükségessége.

Különleges felépítményi elemek

A vágányok lezárására speciális felépítményeket alkalmazunk. Ilyenek az **ütközőbakok**, a **vágányzáró földkúpok**, a **sínütközők**, a **vágányzáró sorompók** és a **siklasztó saruk**. A vágányzáró szerkezetek **feladata, hogy a kis sebességgel közlekedő járművek vágányelhagyását megakadályozza, nagyobb sebesség esetén pedig a kár mértékét csökkentsék**.



A **vágányzáró földkúp** felszíni vágányok lezárására szolgáló, nagy helyigényű, speciális felépítmény. A megfutamodott vasúti járműben a legkisebb károsodást okozó vágányzáró elem, nagy felületen nyeli el a mozgási energiát. A földkúp felépítése viszonylag egyszerű.

Vágányok általánosan elterjedt lezáró szerkezete az **ütközőbak**. Különböző kivitelben készülnek, viszonylag kis helyigényűek. Alagúti vágányok lezárására szolgálnak a **végfalra felcsavarozott ütközők**. A készülék belsejében található rugók emésztik fel a mozgási energiát.

A **sínütközők** a sínkoronára hegesztett téglatestek, amelyeket általában kocsiszíni vágányvégek lezárására használnak. Csak a néhány km/h sebességgel haladó járműveket képesek megállítani, a gyorsabban közlekedő járművek átfutnak rajta, vagy kisiklanak.

A **vágányzáró sorompó** és a **siklasztó saru** a vasúton alkalmazott ideiglenes vágányzárásra szolgáló szerkezetek. A biztosítóberendezés részei, tehát megfelelő körülmények között kezelhetők, a vágányzárás megszüntethető.

Kitérők és keresztezések

A **kitérők** olyan vágánykapcsolatok, melyek a **vasúti járművek egyik vágányról a másikkra történő folyamatos áthaladását biztosítják**. Különböző kialakítású kitérők léteznek:



- egyszerű kitérő
- átszelési kitérő (angolváltó)

Az **egyszerű kitérő** a legszélesebb körben alkalmazott fajta. Kis sugarú kitérőket alkalmaznak akkor, ha a tervezési hely méretei erősen korlátozottak. **Nagysebességű kitérőket** fővonalakon alkalmaznak, ezek a váltók hosszában elnyújtottak.



Az **átjelzési kitérő** (más néven **angolváltó**) két vágány szintbeli keresztezését biztosítja oly módon, hogy közben **kitérés** **lehetőséget is biztosít az irányok között**. Gyakorlatilag az angolváltó két egyszerű kitérő „összetolását” jelenti, ezzel nagy területeket lehet megtakarítani a vágánykapcsolatok tervezése során. Két egyszerű és két kettős keresztezésből áll. Az ilyen kitérők **két váltóhajtóművet** (vagy állítószerkezetet) tartalmaznak, számozásuk pl.: 15a, 15b. **Közös váltójelzővel rendelkezhetnek**. Létezik úgynevezett **fél-angolváltó** is, ebben az esetben valamelyik kitérő irány hiányzik.

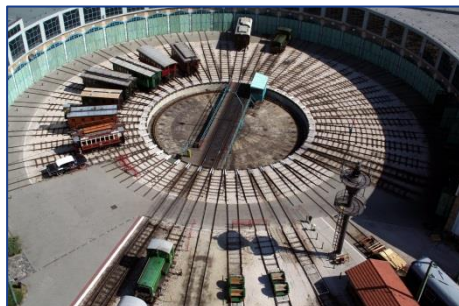
Kettős vágánykapcsolatot általában kétvágányú vasúti pályák közti átjárhatóság biztosítására terveznek. Városi közlekedésben a végállomásokon gyakori. Négy egyszerű kitérőt és egy átjelést foglal magába.

A vágányok tervezése során, ha nem szükséges, vagy nincs lehetőség külön szintű pályakeresztezésre, akkor szintben kell megvalósítani. Ez történhet **átjelzés** vagy **keresztezés** alkalmazásával.

Az átjelzés csupán annyiban különbözik a keresztezéstől, hogy a két vágánytengely nem derékszöget, hanem hegyesszöget zár be egymással. Az egymást keresztező vágányok között a vasúti járművek átjárása nincs biztosítva.

Egyéb vágánykapcsolások

Ha nincsen szükség folyamatos haladással történő vágányváltoztatásra, helytakarékossági okokból létesíthetnek **fordítókorongot vagy tolópadot**. Ez a két módszer **csak üzemi járműmozgatásra használható**, és **kezelőszemélyzetet** igényel.



A **fordítókorong** sugárirányú vágányok között **biztosít kapcsolatot**, és alkalmas a vasúti jármű **megfordítására**. Jellemzően mozdonyszínekben, járműtelepeken lettek kiépítve. Budapesten – többek között – a Kőér utcai metró járműtelepen található fordítókorong.



A **tolópad** párhuzamos vágányok között **biztosít kapcsolatot**. Általában hosszabb mobilis vágányszakasszal rendelkeznek, mint a fordítókorongok. Tolópad kiépítésével jelentős **helymegtakarítás** érhető el. Budapesten a fogaskerekű vasút városmajori járműtelepén találhatunk tolópadot.

Vasúti pályafelügyelet

A vasúti pálya **minőségét folyamatosan szavatolni kell**, az esetleges pályahibákat, melyek a forgalmat veszélyeztetik, a **legrövidebb időn belül el kell hárítani**. A vasúti pályauzemeltető társaságok szervezik és irányítják a pályafelügyeleti tevékenységet. A **pályadiagnosztika** gyakoriságára, mélységére külön előírások vonatkoznak.

Kisiklás a váltón

Az alábbiak szerint történhet a váltón kisiklás:

- A vágányról a vonat egy vagy több kerekével lelép.
- Egy vagy több kerék a vágányról lelépett, később azonban ismét a vágányra került.
- A vonat kerékpárjai más-más vágányon haladnak tovább.

Az utóbbi esetet **aláváltásnak nevezzük**, ami a váltószerkezet, vagy a biztosítóberendezés hibájából, illetve emberi mulasztásból is eredhet. Ha kisiklás nem történik, de a szerelvény két irányba terelődött, akkor ezt **elterelődésnek** nevezzük.

A kisiklások elkerülése érdekében **a vágányutat folyamatosan figyelni kell mind a járműtelepen, mind a vágánykapcsolatos állomásokon**. A forgalmi vágányokon tapasztalat, hogy a váltófelvágás is kisiklással végződik, mert a villamos váltóhajtómű olyan erősen tartja a csúcssíneket, hogy nem engedi a könnyű első forgóvázal rendelkező vonatnak átállítani azt, ezért az első tengelyeivel a vonat kisiklik.

4. Műtárgyak

Vasúti műtárgyaknak nevezzük a vasúti pályához kapcsolódó olyan létesítményeket, amelyek a vasúti pálya tervezési akadályait küszöböli ki, valamint a vasút egyéb kiszolgáló feladatait látják el. A műtárgyak lehetnek:

- hidak
- alagutak
- átereszek
- földművekkel kapcsolatos műtárgyak
- utasforgalmat kiszolgáló műtárgyak

Hidak, alagutak, átereszek

Vasúti hidaknak nevezzük az olyan **műszaki létesítményeket**, amelyek **vasutat vezetnek át** valamilyen **akadály, természetes vagy mesterséges álló- vagy folyóvíz, közlekedési létesítmény, vagy völgy felett**. A hidak a következő részekből állnak:

- **hídfalazatok:** a hídfők és a pillérek összefoglaló neve
- **felszerkezet:** a hídpálya és az áthidaló szerkezetek közös megnevezése

A vasúti forgalommal kapcsolatban többféle funkciójú hidakkal találkozhatunk, például:

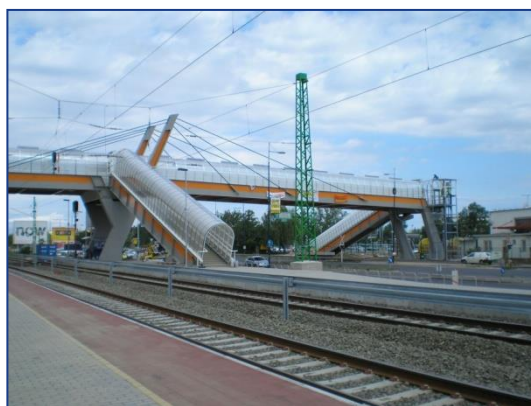
- vasutat átvezető híd
- közutat vasút felett átvezető híd
- közúti-vasúti híd
- gyalogos felüljáró
- közműhíd, jelzőhíd



Városi közlekedésben jellemző **alagutak**nak két fajtáját különböztetjük meg:

- **mélyvezetésű alagutak;**
- **kéreg alatti vezetésű alagutak.**

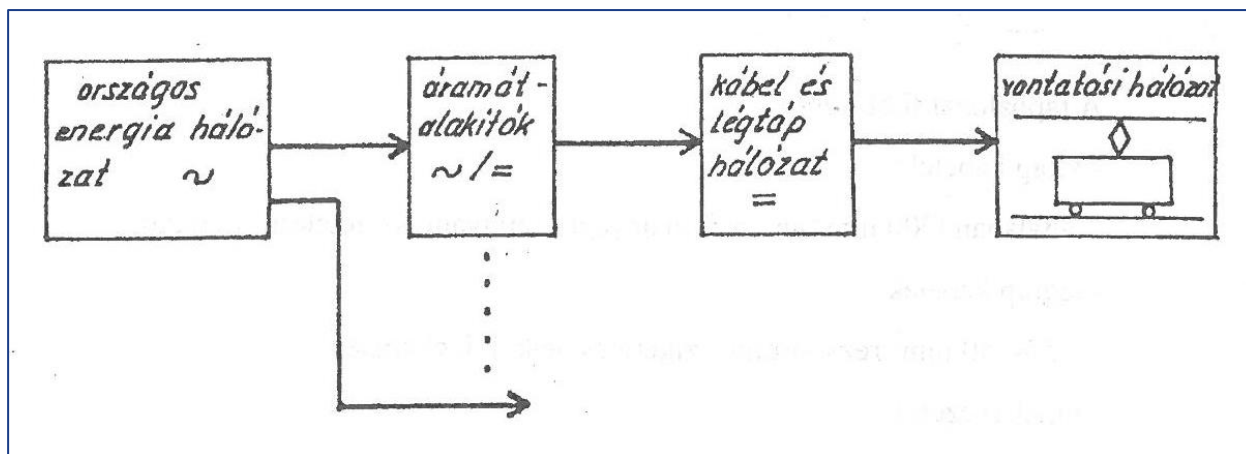
Átereszeknek nevezzük a legfeljebb 2 méter nyílású, **vízátvezetés céljára szolgáló műtárgyakat**. Leggyakrabban előre gyártott keretelemekkel készülnek.



5. Villamosított vasútvonalak energiaellátó berendezései

A villamos energiaellátás folyamata

A vontatáshoz szükséges **energiaellátás az országos energiaellátó hálózatról, transzformátorokon keresztül** történik, és saját tápkábel-hálózaton juttatják el a vasútvonalakig a vontatási energiát. Az áramkör zárásaként, a **negatív visszavezető elem maga a sín**.



Az energiaellátó hálózat elemei

Az országos, közepesfeszültségű, 10, illetve 20kV-os háromfázisú hálózatra áramátalakítókra csatlakozik a BKV. Az **áramátalakítók** alapvető feladata a **villamos-energia transzformálása, egyenirányítása, majd tápszakaszonkénti elosztása**. A különböző közlekedési ágak részére az alábbi feszültségek betáplálása történik:

- villamos, trolibusz és MFAV energiaellátására **600V** egyenáram;
- a metróvonalak energiaellátására **825V** egyenáram;
- a HÉV-vonalak energiaellátására **1000V** egyenáram;
- a fogaskerekű vasút energiaellátására **1500V** egyenáram.

A **kábel- és légvezeték-hálózat** biztosítja a **vontatási energia szállítást** az áramátalakító állomások és a villamos vontatású járművek között. Ennek részei:

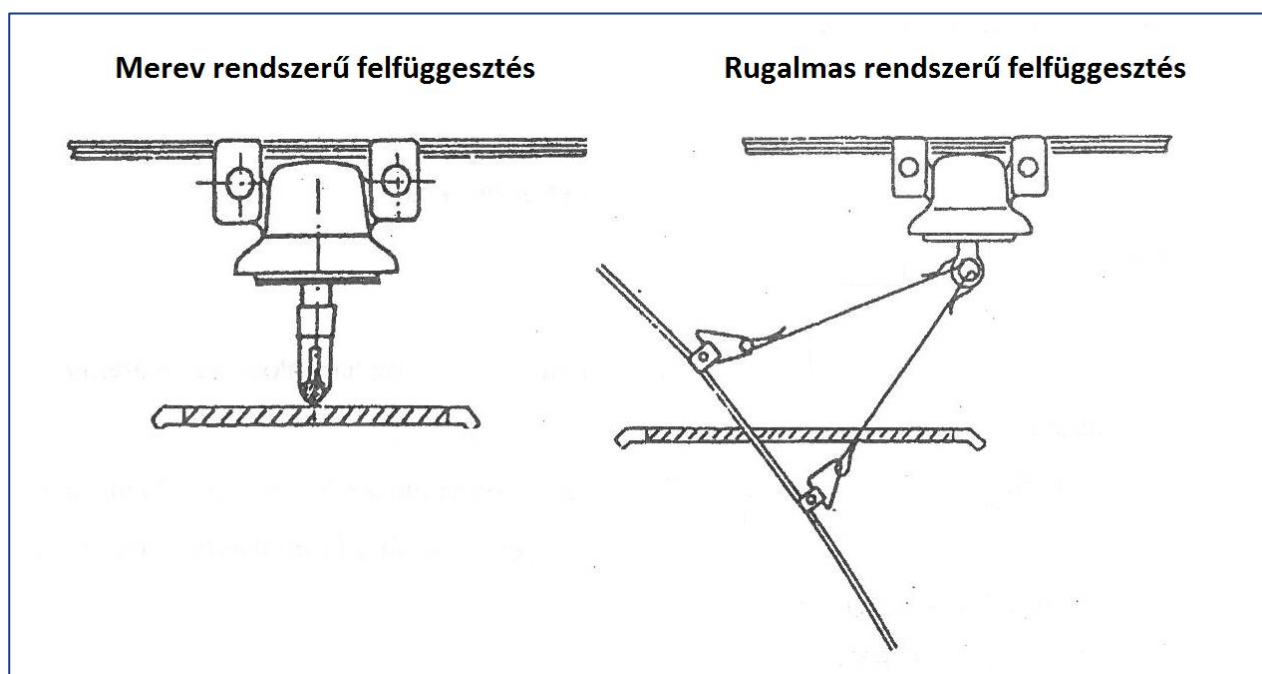
- **kitáp kábelek:** az áramátalakítótól induló földkábelek
- **légtáp kábelek:** szigetelés nélküli kábelek
- **munkavezeték:** szigetelés nélküli rézvezeték, ami az áramszedővel közvetlenül érintkezik
- **áramszedő „harmadik” sín:** a metróhálózat „munkavezetéke”, a metró járművek áramszedő papucsaival közvetlenül érintkezik
- **szakaszszigetelő:** két tápszakaszt a munkavezetéken elválasztó, szigetelő elem, lehetővé teszi az áramszedő sima áthaladását
- **pályasín:** áramellátási szempontból a vontatási áram visszavezetésére szolgál

- **szívópont:** a pályasín és a visszavezető kábel csatlakozási pontja
- **visszavezető kábel:** szigetelt földkábel, a vontatási áram visszavezetésére szolgál

A munkavezeték kialakítása, rögzítése



A *felsővezeték* áramszedővel ellátott járművek energiaellátását biztosító vezetékrendszer, mely a pálya vagy az úttest felett felfüggesztve helyezkedik el. *Harmadik sínes energiaellátás* esetén a **metró vágányok** mellett kiépítésre került energiaellátó rendszer, amely a metró járművek vontatási energiaellátását biztosítja.



Kialakítás szerint **merev, rugalmas és egyedi felfüggesztésű felsővezetékek** léteznek. **Merev rendszerű** felsővezetékek hátránya, hogy a felfüggesztési pontokban az áramszedő úgynevezett keményponttal találkozik, ez az áramszedőt nagy igénybevételnek teszi ki. **Rugalmas felfüggesztés** esetén ezeket a keménypontokat könnyítik.

Egyedi kialakítású felsővezeték-rendszer található a MFAV vonalon, itt a réz munkavezeték egy vas tartószerkezetben van rögzítve, az alacsony belmagasság miatt így elkerülhető a dilatációból adódó belógás.

A felsővezetékek porcelán-szigetelőkkel kerülnek rögzítésre a tartószerkezetekhez. Ezek speciális kialakítású elemek, épségüket rendszeresen ellenőrizni szükséges.

A **szakasszigetelők** beépítése elengedhetetlen, ezekkel az elemekkel lehet az áramellátási körzeteknek megfelelően a rendszert szakaszolni úgy, hogy az áramszedők folyamatos áthaladása biztosított. A szakasszigetelők alatt haladva a vontatást meg kell szüntetni, hogy ne jelentkezzen az áramszedőt és a felsővezeték egyaránt károsító elektromos ívhúzás jelensége. Léteznek olyan szakasszigetelők, melyek alatt elhaladva – bizonyos szabályok szerint eljárva – nem szükséges a vontatást kikapcsolni.

Harmadik sín rendszer esetén az alátámasztást és szigetelést a felsővezetékes



rendszerénél nagyobb méretű porcelánszigetelések látják el. Feladatuk a szigetelésen túl a teherviselés. A betáplálási szakaszolás a felsővezetékes rendszertől eltérően itt a **sín fizikai megszakítása** történik, a vontatást minden esetben meg kell szüntetni az áramszedő papucsok áthaladásának idejére.

6. Biztosítóberendezési ismeretek

Alapfogalmak

A biztosítóberendezési ismeretek sikeres elsajátításához, és a későbbi munkavégzéshez elengedhetetlen néhány fogalom meghatározása.

Jelző: olyan helyhez kötött, változtatható jelzésekű berendezések, melyek **utasítást adnak a vonat személyzete részére**. Ez **megállásra, elhaladásra, vagy sebességcsökkentésre** vonatkozó utasítás lehet.

Vágányút: a vágány azon kijelölt része, melyen az adott **vonat közlekedik**. **Biztosított vágányútnak** nevezzük azt a vágányutat, amely a **rendelkezésre álló berendezésekkel** (váltók, jelzők) **biztosítva van** a vonatveszélyeztetések elkerülése érdekében.

Vonatérzékelés: különféle műszaki eszközökkel megvalósított, a **vonatok viszonylagos helyét megadó berendezések információ-közlése**. Ezt az információt a biztosítóberendezések közvetlenül, a forgalomirányító személyzet pedig közvetve használja fel. A vonatérzékelés lehet pontszerű vagy folyamatos.

- **Pontszerű vonatérzékelés** esetén a vonatnak a pálya egy **adott keresztmetszetén** való elhaladását azonosítjuk.
- **Folyamatos vonatérzékelés** esetén a vonatnak egy **adott pályaszakaszon** való tartózkodását azonosítjuk.

Vonatbefolyásolás: különféle műszaki megoldások segítségével, a **vonat sebességének, illetve haladásának, a járművezetőtől független befolyásolása**. A vonatbefolyásolás lehet pontszerű vagy folyamatos.

- **Pontszerű vonatbefolyásolás:** a pálya mentén elhelyezett berendezés, **ami mellett elhaladva szükség esetén be tud avatkozni** a vonat mozgásába. Ilyen berendezés például az ÉD-metróvonalon használatos „autostop”, vagy a MFAV-on telepített pályamágnes, ami a hozzá tartozó jelző „megállj” állása esetén a járművön vészfékezést hajt végre.
- **Folyamatos vonatbefolyásolás** esetén **a pálya minden pontján képes a berendezés a vonat mozgásába beavatkozni**. A MÁV hálózatán kiépített EÉVB (egyesített éberségellenőrző és vonatbefolyásoló berendezés), illetve a különféle CBTC-rendszerek tartoznak ide.

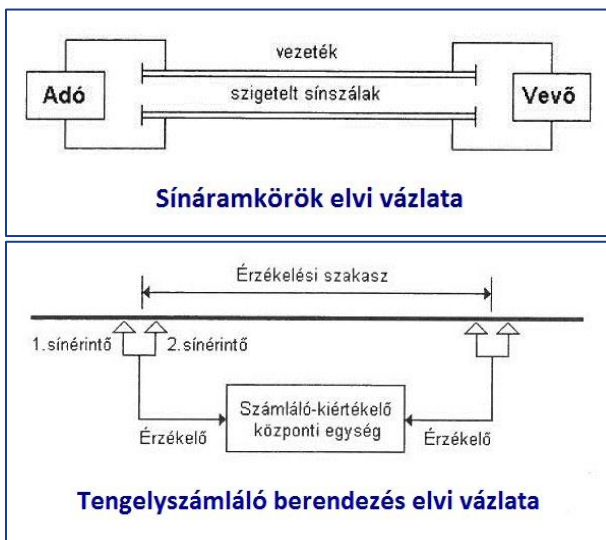
Állomás (biztosítóberendezés szempontjából): a vasútvonalak kitérőkkel, bejárati és kijárati jelzőkkel ellátott szakasza.

Térköz: a vasútvonalak adott szakasza, melyet mindkét oldalról, az azt fedező jelzők határolják.

Vonatérzékelés

A vonatérzékelés a biztosítóberendezések egy alapvető funkciója. A biztosítóberendezés a **vonatutolérést, foglalt vágányra járatást a vágányfoglaltságok alapján akadályozza meg**. Különböző technikai eszközökkel valósítható meg a vonatérzékelés, ilyenek például:

- sínáramkörök
- tengelyszámlálók
- infrakapuk
- vonatvégfigyelők
- GPS-azonosítás



Legelterjedtebb változata a **sínáramkör**, amivel pontszerű és folyamatos vonatérzékelés is megvalósítható. Működési elvének alapja, hogy a két sínzálalat, mint egy áramkör két pólusát, a vasúti jármű kerékpárja elektromosan összezárja. Ezt egy vevőberendezés érzékeli, és az ennek megfelelő kapcsolásokat végrehajtja. A kisfrekvenciás sínáramkör a folyamatos vonatérzékelés megvalósítására alkalmas, hatótávolsága 1,5-2 km. A különálló pályaszakaszok sínzálalait szigetelő anyaggal kell elválasztani egymástól. Pontszerű vonatérzékelésre a nagyfrekvenciás sínáramkörök használhatók, ezek hatótávolsága

néhány 10 méter. Nagyfrekvenciás sínáramkör használata esetén szigeteltsínek alkalmazása nem szükséges.

Tengelyszámlálók segítségével pontszerű vonatérzékelés hajtható végre. A tengelyszámláló a kerékpárok mágneses tulajdonságát használják ki. Egy tengelyszámláló két sínérintőből áll, és mindkét sínérintőnek azonos tengelyszámot kell rögzíteni.

Biztosítóberendezések célja, feladata

A biztosítóberendezések alapvető feladata a **vonatbalesetek elkerülése és a vonatközlekedés szabályozása**. Ezek a célok különböző funkciókkal valósíthatók meg:

- jelzők állítása, ellenőrzése
- váltók állítása, lezárása, ellenőrzése
- vágányfoglaltság-vizsgálat
- függőségek kialakítása
- kezelési parancsok, visszajelentések

Kiépítés szerint az alábbi csoportokat különböztethetjük meg:

- állomási biztosítóberendezés
- állomásközi biztosítóberendezés
- vonali biztosítóberendezés
- térközberendezés

Az állomási biztosítóberendezések az állomásokon elhelyezett váltók és jelzők között létesítenek kényszerkapcsolatot. A kényszerkapcsolat kétoldalú:

- jelző szabadra állítása **csak a váltó helyes állása és lezártága esetén** lehetséges;
- a vágányút feloldása csak akkor lehetséges, **ha a vonat végigjárta azt és a jelzőt ezzel „megállj” állásba állította vissza.**

Szerkezeti felépítés alapján, kronológiai sorrendben az alábbi típusok jelentek meg a vasúti közlekedésben:

- tisztán mechanikus
- mechanikus és villamos
- tisztán jelfogós
- jelfogós és elektronikus
- digitális, számítógép alapú

A biztosítóberendezések típusai

Tisztán mechanikus, mechanikus-villamos berendezések

A váltók állítása, ellenőrzése és lezárása a helyszínen, ember által történik. A lezáráshoz váltózár-kulcsot használnak, amelyet a biztosítóberendezés megfelelő foglatába helyezve a hozzá tartozó jelzők állíthatók. Korszerűbb berendezések esetén retesz-emeltyűkkel a berendezésről zárható a helyszínen beállított váltó. A jelzők állítása emeltyűkkel,



vonóvezetékek által valósul meg. Ezek a berendezések korszerűtlenek, nagy figyelmességet követel meg a dolgozóktól, ezáltal nagy a tévedés lehetősége.

Az elektronikus résszel kiegészített mechanikus berendezés vágányfoglaltság-figyelést, központi váltóállítást és lezárást, valamint fényjelző-kezelést tesz lehetővé. A váltók állítása és lezárása továbbra is vonóvezetékekkel történik. A mai vasúti forgalomhoz ezek a berendezések korszerűtlenek, a vágányút-beállítás nagy időráfordítást igényel.

Jelfogós berendezések

A legszélesebb körben elterjedt típus, amely ma is döntő többségben van jelen a vasúti közlekedésben. A váltók és jelzők szerkezeti függését jelfogók (relék) valósítják meg, az ilyen berendezések szolgáltatásai a mechanikushoz képest széleskörűek. A váltók villamos vezérlésűek, a jelzők pedig fényjelzők. Az újabb változatok tolatásjelzőket és tolató-vágányutakat is képesek kezelni, valamint vágányutak tárolását is megvalósítják.



Az ilyen berendezések főbb funkciói:

- kiválasztja a kijelölt vágányútban érintett váltókat és önműködően a megfelelő állásba állítja azokat
- a kijelölt vágányút részére oldalvédelmet biztosít, valamint megvizsgálja a védőszakaszok szabad voltát
- megakadályozza az egymást veszélyeztető vágányutak beállítását
- a vágányút kezdőpontjában álló jelzőt szabadra állítja
- a vonat elhaladásakor a jelzőt „megállj” állásba vezérli vissza, és a teljes elhaladás után oldja a vágányutakat

Jelfogós berendezéseknek több változata is készült. A Domino 55 berendezések a nagyvasúton jelenleg a legelterjedtebb berendezések. A Domino 67 az 55-ös változat kiegészített változata, tolatóvágányutakat is kezel. Budapesten a metróhálózaton elterjedt. A csomóponti, nagy vasútállomásokra tervezett változat a Domino 70, a kisállomásokra kifejlesztett változata a KA69.

Digitális berendezések

A digitális vezérlés alapja a kétcsatornás feldolgozás. A biztonsági vezérlő parancsokat két, különálló hardveres egység állítja elő, és a biztonsági összehasonlító egység csak akkor hajtja végre a vezérlést, ha a két parancs teljesen megegyezik. Ezen kívül többféle biztonsági követelmény is megjelent a számítógépes biztosítóberendezések terén. Szolgáltatásaik széleskörűek: az intelligens döntéstámogatástól az automatikus vonatvezérlésig széles palettája alakult ki a számítógépes berendezések funkcióinak.



Ellenőrző kérdések

- *Mit ért a vasúti pálya al- és felépítményén?*
- *Melyek a vasúti pálya főbb jellemzői?*
- *Mi az alépítmény feladata, részei, jellemzői?*
- *Mit ért vasúti műtárgyakon?*
- *Mi a felépítmény feladata, részei, jellemzői?*
- *Ismertesse a kitérők, keresztezések jellemzőit!*
- *Mit ért vasúti pályafelügyelet alatt?*
- *Ismertesse a villamosított vasúti pályák főbb energiaellátó berendezéseit!*
- *Ismertesse a villamos felsővezeték hálózat elemeit!*
- *Ismertesse a felsővezeték kialakítását, tartószerkezeteket, szakaszolókat, különféle szigeteléseket és szigetelők kialakítását!*
- *Melyek a villamos vontatás pályaelemei?*
- *Mi a biztosítóberendezés fogalma, rendeltetése?*
- *Melyek a biztosítóberendezés részei, csoportosításuk?*
- *Ismertesse a biztosítóberendezések fajtáit!*

VASÚTI FÉKBERENDEZÉSEK, FÉKTECHNIKAI ALAPISMERETEK

1. Fékezési alapfogalmak

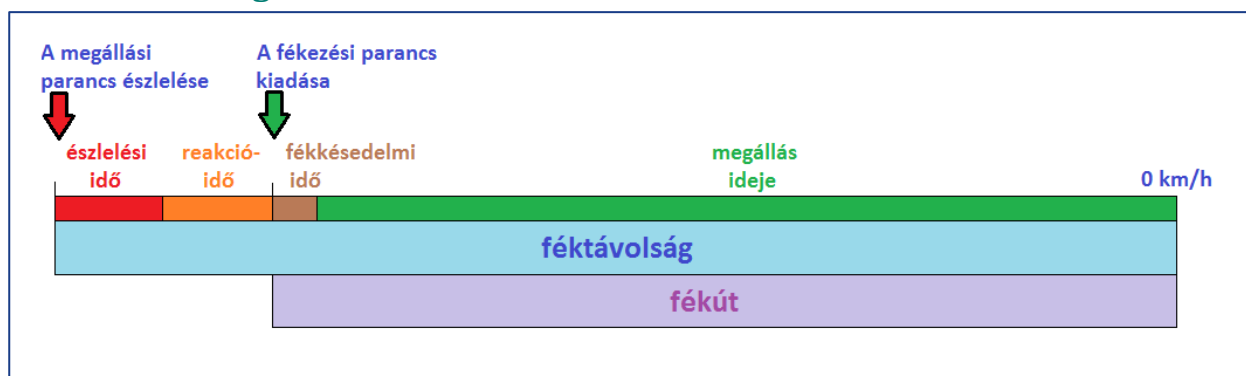
A fékezés feladata, lehetséges céljai

A **fékezés** lényege, hogy a **járműben felhalmozott mozgási energiát valamilyen más energiává átalakítjuk**, melynek következtében a jármű lelassul, végül megáll. A fékezésnek **különböző céljai** lehetnek, ezek a következők:

- **sebesség tartása** (lejtőn haladva a vonat felgyorsulása elleni védelem);
- **sebesség csökkentése** (egy adott sebességről kisebb sebességre);
- **jármű megállítása** (teljes lefékezés);
- **jármű állva tartása** (megfutamodás elleni védelem).

A fentiek alapján meg kell határozzuk a fékezőerő fogalmát: **a fékezőerő az az erő, amellyel a jármű mozgási energiáját más jellegű energiává alakítjuk**. Ez az energia lehet hő vagy elektromos energia. A továbbiakban ezzel az energiaátalakítással foglalkozunk.

Féktechnikai fogalmak



Azt a távolságot nevezzük **féktávolságnak**, amely a **fékezésre való felhívás észlelésétől a megállásig tart**. A **fékút** az a távolság, amely a **fékezés megkezdésétől a megállásig tart**. Tehát a **fékút** része a **féktávolságnak**, ezen kívül magában foglalja a járművezető reakcióidejét is.

Üzemi fékútnak nevezzük a vonat normál üzemi fékezés mellett a fékezés megkezdésétől a megállásig megtett távolságát, **vészfékút**nak pedig a vonat intenzív fékezése mellett ugyanazon távolságát. **Csökkentett fékút**nak nevezzük azt a távolságot, amelyet a vonat egy magasabb sebességi értéken megkezdett üzemi fékezés mellett az előírt sebességcsökkentés eléréséig megtesz.

2. Fékberendezések osztályozása

Rendeltetés szerint

A fékberendezés rendeltetése szerint megkülönböztetünk **üzemi és kiegészítő fékberendezéseket**. Az üzemi fékberendezések önmagukban használhatók a fékezés céljainak megvalósítására, a kiegészítő fékek viszont csak a hozzájuk tartozó üzemi fékberendezéssel együtt tudják kifejteni hatásukat.

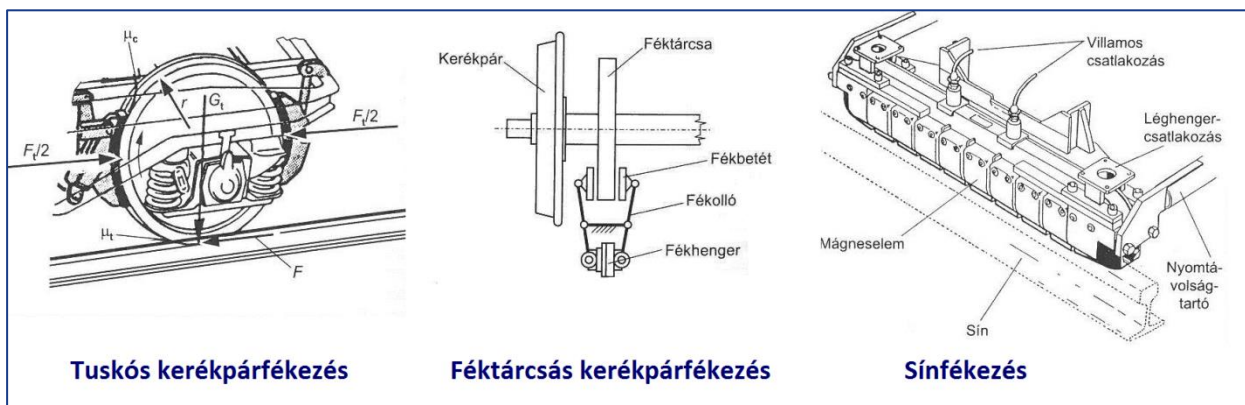
Fékerő kifejtésének módja szerint

Attól függően, hogy az energiaátalakításhoz szükséges fékezőerőt hogyan fejtjük ki, megkülönböztetünk **mechanikus, pneumatikus és villamos fékezést**. Mechanikus fékerőkifejtés esetén **kézi erővel** történik a fékezőerő kifejtése. Pneumatikus fékerőkifejtés esetén a **sűrített levegő munkavégző képességét** használjuk ki. Előnye, hogy **kis sebességnél is hatékonyan** alkalmazható, hátránya a **fékszerkezet gyors kopása**. A villamos fékezés esetén a fékerőt **valamilyen elektromos energiával működő berendezés** fejt ki (például a vontatómotorok generátorüzemben). Előnye, hogy lehetővé tehető a fékezés során keletkező **elektromos energia visszatáplálása** a hálózatba, valamint **kopásmentes fékezés** jön létre. Hátránya, hogy **áramköri hiba esetén a fékhatás megszűnik**, valamint **kis sebességnél hatástalan**, ezért megállításra nem alkalmas.

Fékerő kifejtésének helye szerint

Aszerint, hogy a vasúti járművön hol hatnak a fékezőerők, többféle fékezési módot különböztetünk meg:

- **kerékpárfékezést** (a kerékpárok közvetlen lassítása);
- **motorfékezést** (a fix tengelykapcsolat miatt közvetlenül hat a kerékpárookra, lényegében ez is egyfajta kerékpárfékezés, de a fékerő a motor forgórészére hat);
- **sínfékezést** (elektromágnesek segítségével).



Legfontosabb fékezési mód a **kerékpárfékezés**, ami történhet tuskós vagy tárcsás kivitelben, illetve elektrodinamikus motorfékkel. A tuskós és tárcsás fékezésnél nagy jelentősége van a súrlódási tényezőnek, hiszen itt két felület súrlódása során keletkezik hőenergia, ami a jármű lassulásához vezet. A súrlódási tényező általában állandó, de magas hőmérsékleten ez lecsökkenhet. Speciális műanyag fékbetétek alkalmazásával megőrizhető a súrlódási tényező.

Fékezés során nagy jelentősége van a **megfelelő fékezőerő megválasztásának**. Ha a megválasztott fékerő túl nagy, a **kerékpárok megállnak és csúszva haladnak**, emiatt növekszik a fékút, és keréklaposodás is fellép. A megválasztható maximális fékerő a kerék-sín közti tapadási tényező függvényében folyamatosan változik (pálya szennyezettsége, vizesedés, stb).

Fékszerkezetek működése szerint

Megkülönböztetünk **átmenő és nem átmenő fékberendezéseket**. Az átmenő fékberendezések lényege, hogy **egy helyről a vasúti szerelvény összes kocsija fékezhető**, mindenhol megjelenik a fékhatás. A nem átmenő fékek esetén a fékezés **csak egy kocsira, vagy kerékpárra hat**, ilyenek a különféle rögzítőfékek, vagy a motorfék is (kivéve, ha a motorfékezés fékáramának függvényében különböző megoldásokkal a szabadon futó kerékpárokat is fékezzük).

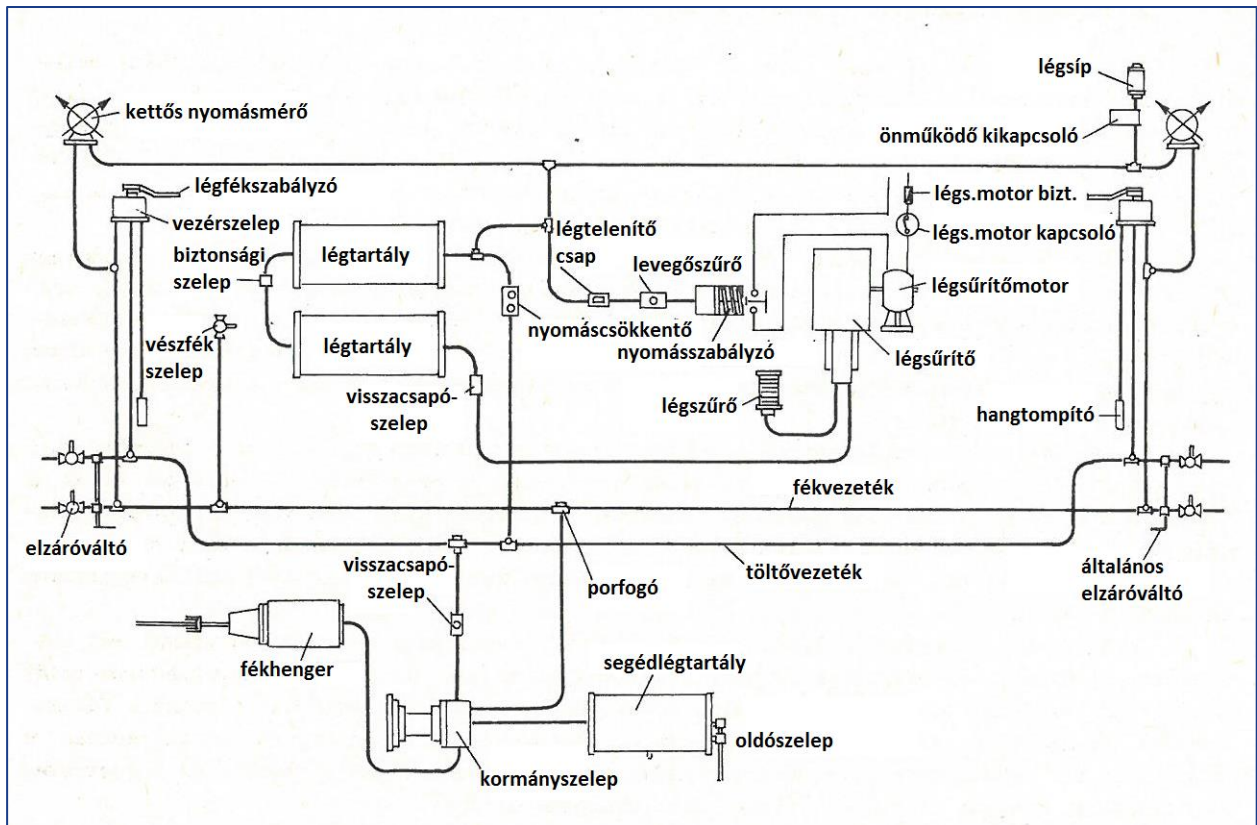
A vasút biztonsága érdekében megjelentek az **önműködő fékberendezések**, melynek lényege, hogy **a vonat szakadása esetén a fékberendezés a vonat minden részén működésbe lép**. Ennek különféle technikai megoldásai vannak, a legelterjedtebb a vonat teljes hosszán végighaladó magas nyomású levegős fékvezeték, melynek szakadásakor a sűrített levegő távozása működésbe hozza minden kocsin a fékberendezést.

Fékezési módok kiválasztásának szempontjai

Ismert, hogy milyen fékezési módokat alkalmazhatunk. Most megvizsgáljuk abból a szemszögből, hogy magának a fékezésnek milyen követelményeket kell kielégítenie, és ezeket hogyan tudjuk meglévő fékerő kifejtési módozatainkkal elérni.

A vizsgálandó szempontok a **biztonság** (mindig az első!), az **utazási kényelem**, a **sebesség** és a **pályaviszonyok**. A biztonságna akkor felel meg a vasúti jármű, ha fékberendezései egymástól függetlenül, azonos hatásfokkal működnek. Az utazási kényelemnek akkor felel meg a fékerő megválasztása, ha az nem befolyásolja azt, azaz rángatásmentes a fékezés. A vonat sebességét tekintve kis sebességnél légféket, nagy sebességnél elektrodinamikus féket alkalmazunk. Pályaviszonyok közül az állandó és változó tényezőkről is szót kell ejteni: állandó a lejtviszony, és változó a pálya szennyezettsége. Mindkettő fontos a megfelelő fékerő megválasztásánál.

A pneumatikus fékezés elve



A fékezés folyamata mindig erőátvitelt jelent. A pneumatikus fékberendezések esetén ez az **erőátvitel a sűrített levegő segítségével**, valamint a berendezés **mechanikai elemeivel** valósul meg. Erőátviteli közegünket, a sűrített levegőt elektromos energiával működő légsűrítővel állítjuk elő, majd egy zárt légrendszerben tároljuk, illetve felhasználását szabályozzuk. A légrendszer elemei közül most csak a töltő- és fékvezetékemléket említjük: **fékezés során a fékvezetékbe elengedjük a szabadba a sűrített levegőt, ennek hatására valósul meg a fékezés.** Attól függően, hogy mekkora nyomásra engedjük le a fékvezetékemléket, **a fékerő szabályozható.** Ha a fékezést oldani kívánjuk, akkor **a fékvezetékbe a töltővezetékemléken keresztül visszatöltjük a sűrített levegőt,** ennek hatására a fékezetttség megszűnik.

Fékezési alapműveletek

Két alapvető féktechnikai fogalommal találkoztunk: a **fékezés** és az **oldás**. A **fékezés** megvalósulhat **fokozatos vagy teljes fékezés**ként, ami a fékvezetési levegő fokozatos vagy teljes elengedését jelenti. Ennek hatására a fékhengerek fokozatosan, illetve teljesen megtelnek levegővel, létrehozva a megfelelő fékhatást.

Az **oldás a fékezetttség gyengítését, illetve megszüntetését jelenti**. A fékezéshez hasonlóan lehet **fokozatos vagy teljes** az oldás. Fokozatos oldás esetén a fékvezetéket fokozatosan töltjük vissza sűrített levegővel, míg teljes oldás esetén rögtön a teljes légnyomás visszakerül a fékvezetékbe. Ennek megfelelően távozik fokozatosan, illetve teljesen a fékhengerekben lévő sűrített levegő, ami a fékezést létrehozta.

Átmenő, nem átmenő fékberendezések

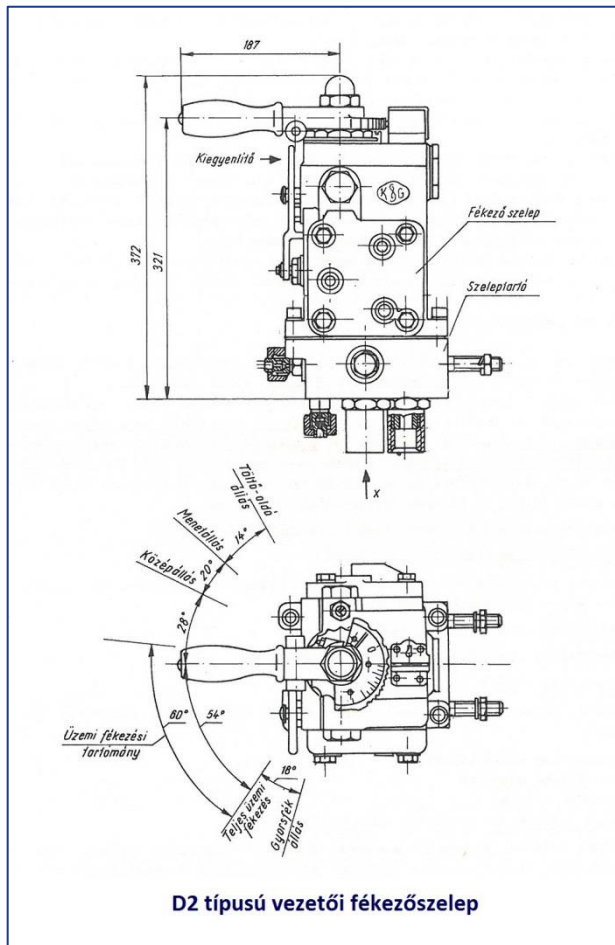
Az **átmenő, közvetett légfékrendszerek** nagy előnye, hogy **vonatszakadásakor, vagy a légrendszer bizonyos meghibásodásakor automatikusan működésbe lép**, ezért ezeket **önműködő légfékrendszereknek** nevezzük. Vonatszakadásakor a fékvezeteki levegő a légköri nyomásra csökken, ez kiváltja minden egyes kocsin a fékezetttséget. Légrendszeri hiba miatti fékezetttséget különböző oldó szelepekkel lehet megszüntetni. Manapság szinte kizárólag átmenő, közvetett légfékrendszert használnak.

A **nem átmenő fékberendezések csak azon a járművön fejtenek ki fékhatást, amelyiken működtették**. Nem átmenő pneumatikus fékberendezés már nem használatos, ilyen fékek jellemzően a kézi működtetésű rögzítőfékek.

A **közvetlen, nem önműködő légfékrendszer** (Böcker-fék) előnye a konstrukciós egyszerűség, viszont az ilyen rendszerek esetén **vonatszakadásakor a szerelvény részei nem képesek megállni**. Az ilyen rendszerű fékberendezéseknél **a fékezőszeleppel a fékhengereket működtető sűrített levegőt közvetlenül juttatjuk el**, ezért a fék oldását a légköri nyomásra való csökkentés jelenti.

3. Pneumatikus fékrendszerek

Fékezőszelepek



A vezetői fékezőszeleppel a fékberendezés levegőjének mozgását, ezzel a fékezési vagy fékoldási parancs kiadását hajtja végre. A levegő áramlása a tolattyún és a tolattyútükrön való kivágásokon át valósul meg. Kezelés szempontjából a hagyományos fékezőszelepek körpályán mozgó, síktolattyús szerkezetek.

A legegyszerűbb fékezőszelepek 5 állással rendelkeznek:

- véselfékezés
- szabályozott fékezés
- zárt állás
- utazó állás
- gyorstöltés

A véselfék pozíción a fékvezetéki levegő nagy keresztmetszeten távozik. Szabályozott fékezéskor kis keresztmetszeten távozik a

fékvezetéki levegő. Zárt állás esetén a fékvezeték és a töltővezeték egymástól és az atmoszférától is el van zárva. Utazó állás és gyorsított állás esetén a töltő- és fékvezetékek összenyitásra kerülnek, utazó állásban kis keresztmetszeten. Ennek célja, a tömítetlenségekből adódó légvesztés pótlása. Gyorstöltés esetén a két vezeték nagy keresztmetszeten kerül összekötésre.

A gyorsvasúti járműveken elterjedt a **D2-es típusú fékezőszelepek**. Az egyszerű, 5 állásos fékezőszelepnél több pozícióval rendelkezik, a **fékezés üteme jobban szabályozható**.

Újabb járműveken **elektropneumatikus fékezőszelepek** kerülnek beépítésre. A fékvezeték nyomását **számítógép vezérli**, ezzel a fékezési parancs kiváltásán felül **több funkcióval rendelkeznek** (pl. nyomásigazítás, megcsúszásgátlás).

Kormány szelepek – érzéketlenség, kimeríthetőség

Kormány szelep – a fékezőszeleptől eltérően – a vasúti szerelvény **minden kocsiján megtalálható**. Ezek hajtják végre a **nyomásjelfordítást**, tehát a fékvezeték nyomásának csökkenésére reagálva engedi a sűrített levegőt a fékhengerekhez. A kormány szelepek vezérlését végző nyomások alapján megkülönböztetünk **két- és háromnyomásos kormány szelepeket**.

A vasúti járművek sűrített levegővel működő rendszereinél előfordulnak tömörtelenségek, ez **légveszteséget** okoz. A jól működő, **kellően érzéketlen kormány szelepek a légveszteségekből eredő nyomáscsökkenésekre nem reagálnak befékezéssel**, ez az érték **0,005 bar/s** nyomáscsökkenési ütemet jelent.

A kormány szelep **érzékenysége akkor megfelelő, ha 0,1 bar/s** nyomáscsökkenési ütemre már befékez.

A kormány szelepek kapcsán definiálni kell a **kimeríthetőség** fogalmát. A kormány szelep, a fékező szelep töltés állásában nemcsak a fékvezeték, hanem a fékvezetéken keresztül a – fékezés esetén a fékhengereket levegővel ellátó – segédlegtartályokat is feltölti levegővel a következő fékezésre való felkészüléshez. Amennyiben **két fékezési parancs között nem telik el elegendő idő ahhoz, hogy a segédlegtartályok feltöltődjenek, a fékhatás egyre gyengébb lesz, végül a fékrendszer kimerül.** Ezt nevezzük **dinamikus kimeríthetőségnek**.

A kimeríthetőség a fék oldott állapotában is jelentkezhet. Ha a tömörtelenség nem haladja meg az érzéketlenségi határt, akkor a fékvezeték és azon keresztül a segédlegtartály is veszíthet a nyomásából. Ezt **statikus kimeríthetőségnek** nevezzük.

A **kétnyomásos kormány szelepek**nél a fék működését a töltővezetékben és a kormány szelep által feltöltött légtartályban (segédlegtartály) uralkodó nyomások határozzák meg.

A **háromnyomásos kormány szelepek** a töltő- és fékvezeték nyomásán felül az ún. kormány kamra nyomását is figyelembe veszi. Ezzel megakadályozható a statikus és dinamikus kimeríthetőség is.

Légsűrítők, légtartályok

A vasúti járművek légrendszerének **sűrített levegővel való ellátásáról motoros meghajtású légsűrítők gondoskodnak.** A légsűrítőket több szempontból is csoportosíthatjuk:

- **szerkezeti típusok** szerint:
 - dugattyús
 - rotációs
- **motor energiaellátása** szerint:
 - belsőégésű motorral meghajtott
 - nagyfeszültségű (500V felett) villanymotorral meghajtott
 - kisfeszültségű villanymotorral meghajtott
- **fokozatok száma** szerint:
 - egyfokozatú
 - kétfokozatú (csendes és rázásmentes járás)

A légsűrítőkkel előállított sűrített levegőt tárolni szükséges, ezt a feladatot alapvetően a **főlégtartályok** látják el. A különböző **segédlegtartályok** az adott rész-légrendszer feladatainak ellátását segíti elő.

Egyéb légrendszeri elemek

A beszívott, sűrítendő levegőt szükséges megszűrni a portól, szennyeződésektől, ehhez **légszűrőt** alkalmaznak.

A légsűrítőtől távozó sűrített levegő újabb légszűrőn, majd egy **olaj- és vízleválasztón** keresztül kerül a légrendszerbe. A vízleválasztás kiemelten fontos a légrendszer eltömődésének és károsodásának megelőzésére.

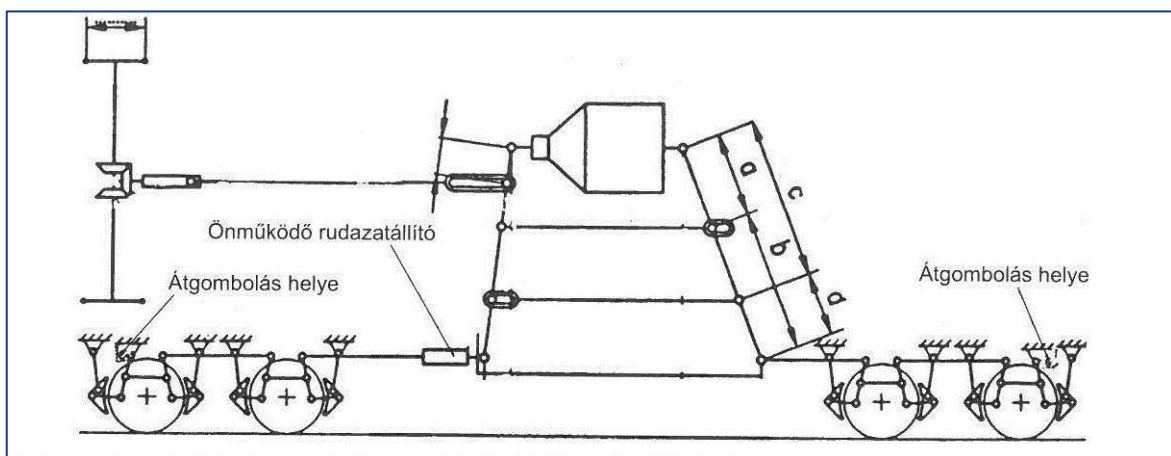
A levegő nyomását **biztonsági szelepek** ellenőrzik. Ha a levegő túllépi egy adott helyen az előírt nyomásértéket, a szelep működésbe lép, és az előírt érték alá engedi.

A **nyomáscsökkentők** biztosítják, hogy a légrendszer különböző részeihez a megfelelő nyomású sűrített levegő jusson.

A **visszacsapó szelepek** megakadályozzák, hogy a légáramlás a meghatározott iránnyal ellentétesen is megvalósulhasson.

A különböző **munkahengerekkel** a sűrített levegőben tárolt energiát mechanikai energiává alakíthatjuk. Ilyen munkahenger a **fékhenger** is, ahol a sűrített levegővel, a fékrudazaton keresztül fékezőerőt fejtünk ki a vasúti járműre.

Fékrudazat



A fékrudazatok valósítják meg a fékhengerekbe jutó sűrített levegő hatására a fékezőerő kiváltását a

- féktuskók futófelületnek, vagy
- fékbetétek féktárcsának való szorításával.

Mivel főként a fékbetétek kopó alkatrészek, a rudazat – a fék hatásfokának megtartása érdekében – állításra szorul. Kialakításkor önműködő rudazatállítót szerelnek be, ez a kopás mértékének megfelelően állítja be a szükséges helyzetbe a fékrudazatot és a fékbetéteket.

4. Mechanikus és villamos fékberendezések

Kézifékek, rögzítő fékek

A **rögzítő fékek** legfontosabb feladata a **jármű megfutamodásának megakadályozása**. Ezt használják a járművek össze- és szétcsatolásakor, huzamosabb ideig tartó járműtároláskor. Jellemzően kézi erővel működtethetők. **Nem átmenő fékberendezések**, tehát a vasúti kocsik egyénileg fékezhethők vele, és általában egy tengelyre vagy egy forgóvázra hatnak. Kialakítás szerint lehet **mechanikus, láncátteteles, illetve rugóerő-tárolós**.

Az elektrodinamikus fékezés elve

Mivel a vontatómotorok és a kerékpártengelyek között kényszerkapcsolat van, a motorok fordulatszámának csökkenése a kerékpárok, így maga a jármű lassulásához vezetnek. Az egyenáramú motorok tökéletesen alkalmasak arra, hogy **generátorként használjuk** őket, tehát a forgórész forgása következtében termelt elektromos áramot elhasználhatjuk. Ha ezt elhasználjuk, akkor a forgórész lassulni fog, hiszen a **mechanikai energia átalakul elektromos energiává, így a jármű lelassul**. Mivel kis sebességnél a motor fordulatszáma nem elég ahhoz, hogy elektromos áram termelődjön, ezért ez a fékezési mód **kis sebességnél hatástalan, kiegészítő féket kell alkalmazni**.

A fékezés során termelődő elektromos energiát **ellenálláson használjuk el**, korszerű járművek és korszerű áramellátási rendszer esetén lehetséges a **hálózatba való visszatáplálás**. Áramellátási rendszertől függően, ha nincs fogyasztó, ami a visszatáplálандó energiát elhasználja, akkor végső soron itt is ellenállásokon hővé alakítást kell alkalmazni.

Ellenőrző kérdések

- *Mi a vasúti fékberendezések feladata, csoportosításuk?*
- *Mi a fékezés célja, a fékezőerő?*
- *Mi a kerékpár-, illetve sínfékezés fogalma?*
- *Mitől függ a súrlódási tényező értéke?*
- *Ismertesse a fékezőerő kifejtésének változatait, legnagyobb értékét befolyásoló tényezőket!*
- *Ismertesse a különböző fékezési módok előnyeit, hátrányait!*
- *Melyek a fékezési módok kiválasztásának szempontjai és az együttműködésük kérdései?*
- *Melyek a fékszerkezetek osztályozásának alapvető szempontjai?*
- *Ismertesse az átmenő, nem átmenő, önműködő, nem önműködő fékek fogalmát és jellemző tulajdonságait!*
- *Ismertesse a fékezést és oldást, mint féktechnikai alaplőveletet!*
- *Mi az érzékenység, érzéketlenség fogalma?*
- *Melyek a fékberendezés kimeríthetőségének (statikus, dinamikus) kérdései?*
- *Mi a fékhatás terjedési sebessége?*
- *Ismertesse a fék önműködésének problémakörét!*

ÁLTALÁNOS VONTATÓJÁRMŰ ISMERET

1. Vontatási nemek, vontatójárművek

A vontató járműveket **mozdonyokra** és **motorkocsikra** szokásos felosztani azon közös jellemző alapján, hogy rendelkeznek vonóerő kifejtésére alkalmas gépészeti berendezéssel és ennek megfelelően hajtott kerékpárokkal/kerekekkel vagy a jármű haladását biztosító egyéb (pl. aerodinamikai, mágneses elven működő) szerkezeti elemekkel.

A **mozdonyok vontatási feladatok ellátására szolgáló** olyan vasúti járművek, amelyek a vonat továbbítására szükséges beépített **gépészeti teljesítménnyel rendelkeznek**, ugyanakkor utasok, vagy haszontéher befogadására **nem alkalmasak**. Csoportosításuk:

- **forgalmi rendeltetés** szerint: személyvonati, tehervonati és tolató
- **nyomtáv** szerint: normál (1435 mm); széles (>1524 mm); keskeny (600, 760 vagy 1000 mm)
- **pálya rendeltetése** szerint: fővonal (tengelyterhelés >16 kN) és mellékvonal (tengelyterhelés <16 kN)
- **vonóerő kifejtés** módja szerint: adhéziós, fogaskerekű és drótköteles (sikló)
- **energiaellátás** szerint: felsővezetékes és autonóm
- **alkalmazott erőgép** szerint: gőzüzemű, dízel, hibrid és villamos

A **motorkocsik** a mozdonyokhoz hasonlóan **saját erőforrással** rendelkeznek, ugyanakkor utasok befogadására is alkalmasak. A motorkocsi egy vagy több, saját hajtással nem rendelkező pótkocsit vontathat (ez lehet vezérlőkocsi is). Léteznek teherszállító motorkocsik is, ezek utasok helyett haszontéher befogadására vannak kiképezve.

A **motorvonat** motorkocsikból és pótkocsikból tartósan összekapcsolt szerelvényben közlekedő jármű. A motorvonat pótkocsijait mellékkocsiknak is szokásos nevezni. A motorkocsikon alkalmazott erőforrás szerint dízel, villamos, gázturbinás, ill. mágneses lebegtetésű motorvonatokat különböztetünk meg.

Gőzmozdonyok

Az első vasútvonal megnyitását követően több mint egy évszázadon keresztül a gőzmozdonyok voltak a vasutak meghatározó járművei. Három fő részből állnak: a **gőzt fejlesztő mozdonykazánból**, a gőz hőenergiáját **mechanikai munkává alakító gépezetből**, valamint az egész szerkezet



továbbítását végző futóműből. Kazánjaikban a gőz előállításához szükséges hőenergiát **változatos fűtőanyagokkal** állították elő: fa, hulladék, szén, kőolaj. A XX. század elején próbamenetek során sikerült a 200 km/h-s sebességet is elérni, viszont **hatásfok kifejezetten rossz** volt, a gőzmozdonyok fenntartási és kiszolgálási igénye magas volt.

Hazánkban 1873-ban készült el az **első nagyvasúti, normál nyomtávú gőzmozdony**. 1870-től **gőzmotorkocsik** építésével is kísérleteztek.

A gőzmozdonyok hatásfokának növelése érdekében **gőzturbinás mozdonyokkal** is kísérleteztek, ezek a kísérletek a dízel és villamos vontatás előretörése miatt feledésbe merültek.

Dízelmotoros járművek



A dízelmotoros járművek **energiaforrását** a benne elhelyezett **dízelmotor** jelenti. Ez **közvetlenül nem alkalmas a járművek kerékpárjainak meghajtására**, ezért **közvetítő berendezésre** van szükség, ami lehet **mechanikus, hidraulikus, vagy villamos rendszerű**. Hátrány, hogy a dízelmotoros járműveknek az **üzemanyagot is magukkal szükséges vinni**, és maga a motor akkor is üzemben van, ha a jármű néhány perces várakozásra kényszerül.



A dízelmotordonyok a hozzájuk kapcsolt **kocsik fűtési és világítási energia-ellátásáért** is felel.

A dízelmotordonyokat követően **dízelmotordvonatok** is megjelentek, amik az elővárosi, valamint a mellékvonali forgalomban beváltották a hozzájuk fűzött reményeket.

Villamos meghajtású járművek



Villamos-vontatás a vasúti vontatási nemek közül a legszínesebbnek mondható. **Mozdonyok és motorkocsik egyaránt** elterjedtek, különböző kivitelben, az adott célnak megfelelően. Európa szerte változatos megoldások jelentkeztek a villamos vontatás megvalósítására.

A nagyvasúton **egyenáramú és váltóáramú hálózatok** egyaránt elterjedtek. A legjellemzőbbek ezek közül:

- egyenáramú hálózatok:
 - **1500V** → ez a legnagyobb veszteségű hálózat
 - **3000V** → az 1500V-os hálózathoz kisebb veszteségű
- váltóáramú hálózatok
 - **15kV, 16 $\frac{2}{3}$ Hz** → a kísérleti 15 Hz-es hálózathoz hasonló, alacsony frekvenciás hálózat
 - **25kV, 50 Hz** → legkisebb beruházási igényű, az országos hálózatról ellátható hálózat



Városi vasutaknál jellemzően az egyenáramú vontatás terjedt el, a feszültség-értékek városonként és hálózatonként is eltérhetnek. Budapesten 600, 825, 1000 és 1500V-os vontatási feszültségekkel találkozhatunk.

A villamos-vontatás lelke a villanymotor, amelyeknek alapvetően két típusát különböztetjük meg: egyenáramú és váltóáramú aszinkronmotor. Egyenáramú motorokkal már csak régebbi járművekben találkozhatunk, az aszinkronmotorok fejlődése szükségtelenné tette a vontatáshoz használt egyenáramú motorok további használatát.

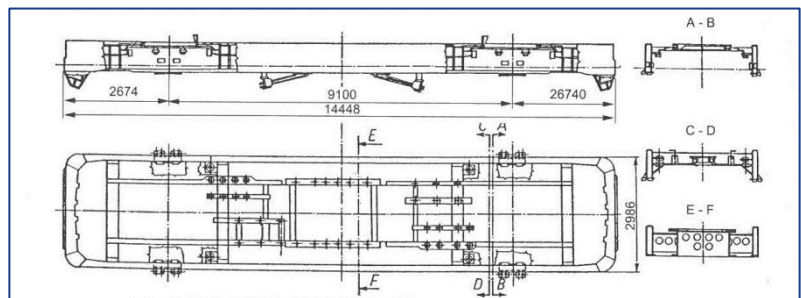
2. Alváz és mozdonyszekrény felépítése, vonó- és ütközőkészülék

A vasúti járművek egyik legfontosabb szerkezeti egysége a futó- és hordmúvekkal alátámasztott tartórendszer: a **vázszerkezet**. Ennek feladata a **jármű szilárdságának és merevségének biztosítása** a külső – statikus és dinamikus – erőhatások ellen, valamint az utasokból, a rakományból, és a belső szerkezeti elemekből adódó terhelések felvétele, elosztása és továbbítása a pálya felé.

Alvázak feladata, igénybevétele, kialakítása

Az **alváz** (más néven **főkeret**) a vázszerkezet **főegysége**, feladata a **mozdony terhelésének felvétele**.

Klasszikus felépítés szerint **hossztartókból**, a két végén **elhelyezett mellgerendák**-ból, valamint **közbenső hossz-, kereszt- és átlós merevítő-tartókból** épül fel.



A főkeret felépítését tekintve három típusú lehet:

- **lemezkeretes**
- **padlókeretes**
- **szelekrénykeretes**

A **lemezkeretes** kivitel a közbenső tartókkal a legmerevebbre kiképezhető főkeret típus, nagy dinamikus igénybevételek felvételére alkalmas (pl. tolatómozdonyok).

A **padlókeretes** kivitel közepes teljesítményű mozdonyokon alkalmazzák. Teljesen hegesztett, zárt, szelekrényes hossz- és kereszttartókból épül fel.

A **szelekrénykeretes** kivitel nagy teljesítményű, két vezetőfülkés, forgóvázas mozdonyok esetén alkalmazzák. Az oldalfalak magas rácsos tartók, a terhelést az alváz és a két oldalváz közösen veszik fel.

Alváz és mozdonyselekrény kapcsolódása, önfordó kocsiszelekrény

Hagyományos építési mód esetén az alváz és a mozdonyselekrény kapcsolata úgy készül, hogy a **szelekrényváz nem vesz részt a terhelések felvételében**, kiképzésénél fogva az alváz veszi fel a statikus és dinamikus terheléseket.

Modernebb, könnyű járművek építésénél **az alváz és a kocsiszelekrény egy egységet alkot, ezt önfordó kocsiszelekrénynek nevezzük**. Ebben az esetben az alváz mellett maga a szelekrényváz is részt vesz a terhelések felvételében, ebből adódóan a járművet könnyebb szerkezetűre lehet tervezni.

Vonó- és ütközőkészülékek

A vonó- és ütközőkészülékeket, egy **törőlemez közbeiktatásával rögzítik az alvázra**. Ütközés esetén ez a törőlemez **deformálódik**, majd **átszakad**, ezzel az ütközési energia egy részét felemészti. Ez a törőlemez **cserélhető**.

A vonókészülékeknek két fő típusa létezik: az **átmenő** és a **nem átmenő vonókészülékek**.

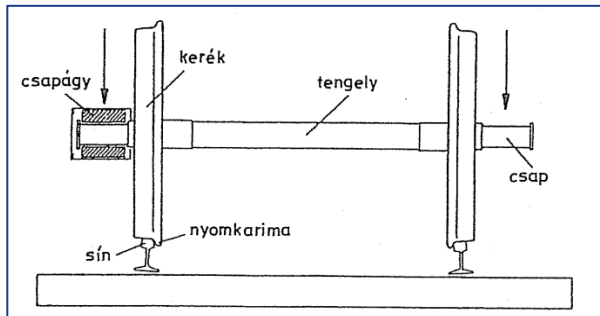
Átmenő vonókészülék esetén az alváz középső részén bekötött vonórúdon adódik át a kocsira a vonóerő. Előnye, hogy csak a hozzá tartozó kocsi továbbításához szükséges vonóerőt kell elviselnie; hátránya, hogy a szerelvény összes kocsiát egyszerre kell megindítani.

Nem átmenő vonókészülék esetén az alvázat és a vonókészüléket a teljes szerelvény továbbításához szükséges vonóerő terheli. Előnye, hogy az egyes kocsik a mozdonytól kiindulva fokozatosan indulhatnak meg, nem szükséges egyszerre indulni a kocsiknak.

3. Futóművek, hordművek

A futómű

A vasúti járművek **futóműve** maguk a kerékpárok összessége. A **vasúti kerékpár** az egymással szemben elhelyezkedő két **keréktárcsa**, és az ezeket mereven összekötő **tengely**. A kerekeken található a **nyomkarima**, ami a kényszerpályán történő vezetést valósítja meg, valamint a **futófelület**, amely a sínkoronán való gördülésért felel. Maga a vasúti kerék kúpos kialakítású, amely az ívekben való csúszásmentes gördülés megvalósítása miatt szükséges.



A futómű funkcióit tekintve **gördülő-, vezető-, hajtó- és tartószerkezet**. Mint **gördülőszerkezet**, lehetővé teszi a jármű gördülését, csúszásmentes haladását. Ez a futófelület segítségével valósul meg. **Vezető szerkezetként** biztosítja, hogy a jármű a vágány által meghatározott

kényszerpályán haladjon, ezért a kerekek nyomkarimája felel. Mint **hajtószerkezet**, lehetővé teszi a hajtó- és fékezőnyomaték átszármaztatását, ezáltal a kerék-sín kapcsolatban a kerületi vonó- és fékerő megjelenését. Hajtónyomaték, ezzel együtt a vonóerő kifejtése csak a hajtott forgóvázak esetén valósulhat meg. **Tartószerkezet** funkcióját tekintve a jármű súlyerejét adja át a pályának.

Vasúti kerékpárok jellemzői

A **kerékpárok** lehetnek **abroncsos**, valamint **monoblokk** kialakításúak. Előbbi esetén a futófelület és a nyomkarima – gumibetétek közbeiktatásával – egy abroncsként van rögzítve a tengelyre sajtolt keréktárcsára. A monoblokk kerék szerkezetét tekintve egy egységet alkot.

A vasúti kerékpár **csapágyazása** egyrészt az üzem közben fellépő **függőleges és vízszintes erőket közvetíti** a jármű és a kerékpár között, másrészt pedig **részt vesz a kerékpár vezetésében** is. A modern vasúti kerékpárok kizárólag **gördülő csapágyazásúak**, régi járműveken **siklócsapágyakat alkalmaztak**. A csapágyazás elhelyezkedése szerint beszélhetünk **külső, illetve belső csapágyazásról**. A vasúti kerékpár gördülő csapágyazása egy tengelycsapra szerelt csapágyak száma szerint egy vagy több – általában kettő – csapágyas lehet. A csapágyazásra különböző csapágyfajtákat használnak, általában **önbeálló hordógörgős, hengergörgős, kúpgörgős és mélyhornyú golyóscsapágyakat**. A megfelelő csapágyfajta kiválasztása a tervezőktől gondos elemzést igényel, ugyanis a csapágy szerkezeti kivitele kihat a hordmú ill. forgóváz konstrukciójára, befolyásolja a jármű fajlagos energia szükségletét indításkor és haladás közben, valamint determinálja a fenntartási feladatok esedékességét, tartalmát és ráfordításait.

Lehetséges kerékpár-meghibásodások

A kerékpárok elhasználódásából ered a **kifutás** és a **nyomkarima-élesedés**. A **kifutás** a futófelület **túlzott mértékű kopását** jelenti, szélsőséges esetben **ál-nyomkarima** is létrejöhet. A **nyomkarima-élesedés** a nyomkarima kopásából adódik, **nyomkarima-kenéssel megelőzhető**. Az élesedett nyomkarima egy nem tökéletesen simuló váltót **csúcs irányból felhasíthat**, ezért fokozottan figyelni kell a megelőzésre!

A jármű túlfékezéséből könnyen **keréklaposodás** adódhat. A túlfékezés miatt a kerékpár **megcsúszik, anyagveszteség és hőhatás lép fel**, ami a laposodás környékén **rideggé válást eredményez**. A meglaposodott kerékpár által okozott zaj, valamint a járműre és a pályára gyakorolt kedvezőtlen hatások mellett a laposodás környékén **további károsodás léphet fel hajszáltrepedések formájában**. A repedésekkel tűzdelt kerékpárok **további használata esetén kitöredezés** is előfordulhat, ez a kerékpár használhatatlanságát eredményezi.

Abronsos kerékpárok esetén előfordulhat az **abroncsok kilazulása**. Ekkor az abroncs és a keréktárcsa közti **zsugorkötés részlegesen megszűnik**. Jellegzetes „tünet” a keréktárcsa oldalán lévő rozsdás lefolyások, ami a bejutott víz miatt jelenhet meg. A meglazult abroncsok elfordulhatnak, **abroncselfordulás** esetén a járművet forgalomba adni nem szabad. A **keréktárcsák oldalára festett jelölésekből** állapítható meg ez a jelenség.

A hordmú

A **hordmú** a futómű és az alváz közötti erőátviteli láncban elhelyezkedő elemek összessége. Feladata a **jármű terhelésének közvetítése a futóműre**, a kerékpár hossz-, keresztirányú és függőleges **vezetése**, valamint a **rugózás és felfüggesztés** megvalósítása. A vasúti jármű hordmújának két alapvető fajtáját szokásos megkülönböztetni: az **egyszerű hordművet** és a **forgóvázat**. Előbbi kéttengelyes járműveknél, utóbbi pedig többtengelyes járműveknél nyer alkalmazást.

Forgóváz feladata, felépítése



A kettőnél több tengelyű vasúti kocsik esetén **forgóvázakat** alkalmaznak. Ez maga a **hordmú** és a **futómű összessége**. Funkciói szerint: **hordoz, alátámaszt, vágányon vezet**, illetve hajtott forgóvázak esetén **vonóerőt fejt ki**. Megkülönböztetünk **hajtott, illetve szabadon futó**

forgóvázakat. Mindkét típusú forgóvázon megtaláljuk a **hordművet** (forgóvázkeret), a **kerékpárokat** és a **fékberendezést**. Hajtott forgóváz esetén ezek kiegészülnek

vontatómotorral és hajtóművel. A forgóvázak különféle flexibilis kapcsolatokkal vannak rögzítve az alvázhoz.

A forgóvázak bizonyos pontjain szükséges a **rugalmas kapcsolat** kialakítása. A vasúti jármű hordrugó rendszere mellett mindig megtalálható egy **lengéscsillapító** rendszer is, amely a rugókon feltámaszkodó tömegekben tárolt lengési energia egy részét emészt fel, elkerülve ez által a **káros lengési amplitúdók kialakulását**. A lengéseket egyszerűbb esetben a csapágyvezetés súrlódó elemeivel, vagy a laprugó elemei közötti súrlódással is lehet csillapítani, a korszerű vasúti járműveken azonban a jármű lengéseit a külön e célra szolgáló lengéscsillapítók mérséklék. Működési elvüket tekintve a vasúti járműveken többnyire **súrlódásos, vagy hidraulikus** lengéscsillapítókat alkalmaznak.

Ellenőrző kérdések

- *Ismertesse a vontatási nemeket, és a vontatójárművek jellemzőit!*
- *Milyen jellegzetes szerkezeti elemek jellemzik a gőzmozdonyokat?*
- *Milyen jellegzetes szerkezeti elemek jellemzik a dízel meghajtású vontatójárműveket?*
- *Milyen szerkezeti elemek jellemzik a villamos meghajtású vontatójárműveket?*
- *Ismertesse az alváz és mozdonyszekrény felépítését!*
- *Ismertesse a vonó és ütközőkészülékek kialakítását!*
- *Mi a vasúti alvázak feladata, milyen az igénybevétele? Ismertesse a mozdony és motorkocsi alvázak kialakítását!*
- *Ismertesse a mozdonyszekrény kapcsolódásának módozatait az alvázhoz, milyen az önhordó és szerelt szekrény?*
- *Ismertesse a hagyományos és a központi vonó és ütközőkészülékek fajtáit és felszerelését a járműre!*
- *Mi a kerékpárok feladata, milyen az abroncsos és monoblokk kerékpárok kialakítása, méretei?*
- *Ismertesse a vasúti kerékpár üzemét, haladását a pályán, a terelőerőket, kisiklás elleni biztonság jellemzőit!*
- *Milyen a kerékpárok csapágyazása, siklócsapágy és gördülőcsapágy szerkezete?*
- *Melyek a kerékpárvezetések lehetséges módozatai, rugózás, rugófajták, lengéscsillapítás szükségessége és kialakítása?*
- *Melyek a gyakorlatban előforduló rendellenességek, meghibásodások a kerékpároknál és a hordműnél?*
- *Mi a forgóváz feladata, hogyan történik a kerékpárok bekötése a forgóvázba?*

ÁLTALÁNOS VONTATOTT JÁRMŰ ISMERETEK

4. Vasúti kocsik fajtái, felosztásuk, azonosításuk

A vasúti kocsik fajtái, felosztásuk

A vasúti vontatott járművek **saját erőforrással nem rendelkeznek**, vonóerő kifejtésére nem képesek. A vontatott járműveket három fő csoportba sorolhatjuk: nevezetesen a **személykocsik**, **teherkocsik** és **vasútüzemi kocsik** csoportjába.



A **személykocsik** utasok szállítására alkalmas vasúti járművek, melyek szerkezeti kialakítása követi a személyszállítás feladataiban megfogalmazott mindenkori elvárásokat. Méreteik, kialakításuk specializált, ami nagyban függ az utazás távolságától és időtartamától.



A **teherkocsik** teherszállításra, áruk szállítására alkalmas vasúti járművek csoportját jelentik. A teherkocsik nagyobb része általános kocsi kategóriájába, ezen belül pedig a fedett és nyitott osztályba, kisebb hányaduk pedig speciális, azaz egy szűkebb árucsoport vagy csak egyes árufajták szállítására alkalmas (például tartálykocsik, hűtőkocsik) kategóriába sorolható.

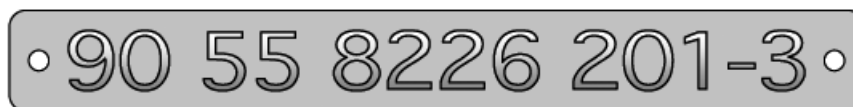


A **vasútüzemi célú kocsik** kategóriájába soroljuk azokat a járműveket, melyek szerkezeti kialakítása különleges rendeltetésű célokhoz igazodik. Ezen célok általában a vasútüzemmel kapcsolatosak, továbbá a pálya és jármű ellenőrzési, illetve fejlesztési feladatainak ellátását szolgálják. Ilyenek például a fűtőkocsik, felsővezeték vizsgáló

kocsik, mérőkocsik, de ebbe a kategóriába soroljuk a segély- és daru-szerelvényeket is.

A vasúti járművek azonosítása

Az országos pályahálózaton közlekedő vasúti járművekhez hasonlóan a helyi és elővárosi pályahálózatokon közlekedő járműveket is el kell látni az **egységes, 12 jegyű pályaszámmal**. Ez a következőképpen áll össze:



- 1-2. számjegyek: **forgalmi csererendszer kódszáma**
- 3-4. számjegyek: beállító vasút **országkódszáma**
- 5. számjegy: a **jármű felépítésére vonatkozó szám**
- 6-8. számjegyek: a **jármű sorozatszámát** jelölik
- 9-11. számjegyek: a **jármű sorozaton belüli sorszáma**
- 12. számjegy: **önellenőrző szám**

A **forgalmi csererendszer kódszáma** a helyi és elővárosi pályahálózatokon az alábbiak lehetnek:

- 90: vontatójármű (motorkocsi) esetén
- 50: vontatott jármű (pl. UV pótkocsi, HÉV PXXIII kocsi esetén)

A **magyarországi forgalomba állító vasutak kódszáma 55**.

Az 5. számjegy a helyi és elővárosi pályahálózatokon közlekedő vasúti járművek esetén azt jelzi, hogy a jármű felépítése szempontjából az adott kocsi milyen részét képezi a járműnek (pl. egytagú motorkocsi, csatolt vonategység valamelyik tagja, csuklós jármű adott csukló- és tengelyszámmal, stb.)

A járművek sorozatszáma konstrukciós jellemzők alapján kerül meghatározásra.

A jármű sorozaton belüli sorszáma rendszerint az adott jármű hagyományos, 2, 3 vagy 4 jegyű pályaszáma (4 számjegy esetén a 8. számjegytől kezdődik a sorszámozás).

Az **önellenőrző szám** kiszámítása a következő módon történik:

- a pályaszám számjegyeit 2-vel és 1-gyel felváltva megszorozzuk, 2-vel kezdve
- a kapott szorzatokat számjegyenként összeadjuk
- az összeg egyes helyi értékén található számot 10-re kiegészítjük
- amelyik számmal 10-re egészítettük ki, az lesz az önellenőrző szám

Pályaszám	5	1	5	5	3	9	5	1	0	0	1
Szorítószám	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Szorzat	10	1	10	5	6	9	10	1	0	0	2
A számjegyek összege:											
$1+0+1+1+0+5+6+9+1+0+0+2=27$											
$27+3=30$											
Az ellenőrző szám: 3											

5. A vasúti kocsik szerkezeti jellemzése

Kocsiszekrény

A vontatott járművek, különösen a személykocsik szekrényvázát célszerű **könnyűszerkezetként** kialakítani. A könnyű szerkezetek előnye, hogy **mérsékli az üzemeltetési költségeket**, ezzel növelhető a **gazdaságosság**.

Könnyűépítésű szerkezetek különféle módszerek alapján készülnek:

- alakkönnyű szerkezetek
- anyagkönnyű szerkezetek
- differenciált építési mód
- integrált építési mód
- szendvics építési mód

Az alakkönnyű szerkezeteknél az építőelemek olyan kiképzésűek, hogy a bennük ébredő igénybevételek felvételére a legelőnyösebb méretűek, alakúak legyenek. Az anyagkönnyű szerkezetek esetén nagy szilárdságú, kellő rugalmasságú anyagokat használnak.

A személykocsik az alábbi **főbb szerkezeti részekkel** rendelkeznek:

- **térhatároló szerkezetek**
 - padlózatok, padlóburkolatok
 - falak, falburkolatok
 - hő- és hangszigetelő rétegek
- **ablakok** (belső és külső, nyitható és fix)
- **feljáróajtók**
 - kézi működtetésű (esetleg reteszelve)
 - távműködtetésű (elektropneumatikus vagy villamos)
- **homlokajtók** (kocsik közötti átjáráshoz, menekítéshez)
- **átjáró szerkezetek** (kocsik közötti átjáráshoz)
- **jelzőszerelvények**
- **utaskényelmi berendezések**
 - ülések
 - fekvőhelyek
 - WC és mosdófülkék

A **teherkocsik** felépítménye változatos, az **adott szállítmányozási feladatnak megfelelő** kell legyen. Az alábbi alapvető kocscsoportokat különböztetjük meg:

- **nyitott kocsik**
- **fedett kocsik**
- **pőrekocsik**
- **tartálykocsik**
- **speciális kocsik**

A **nyitott és fedett kocsik** normál építésű, különböző oldalfal-magasságú kocsik. Kettő és négytengelyes kivitelben készülhetnek, normál és önürítő változatban.

A **pőrekocsik** oldalfal nélküli teherkocsik, kötegelt áruk (pl. sín, lemezelt vagy hengerelt áruk, gépek, konténerek) szállítására alkalmas járművek.

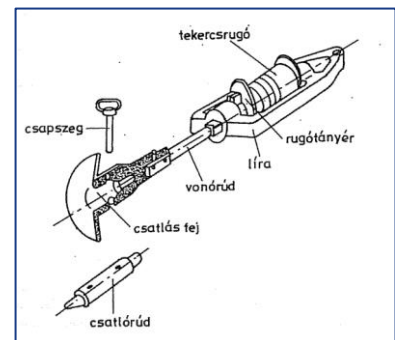
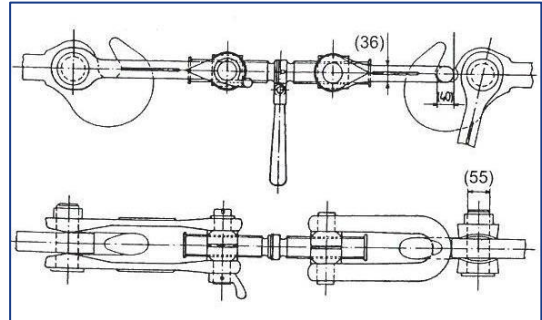
A **tartálykocsik** folyadékok, gázok és poranyag szállítására alkalmas járművek.

Kapcsolókészülékek, ütközőkészülékek

A **kapcsolókészülékek feladata a szerelvényben lévő kocsik egymáshoz kapcsolása és a vonóerő továbbítása.**

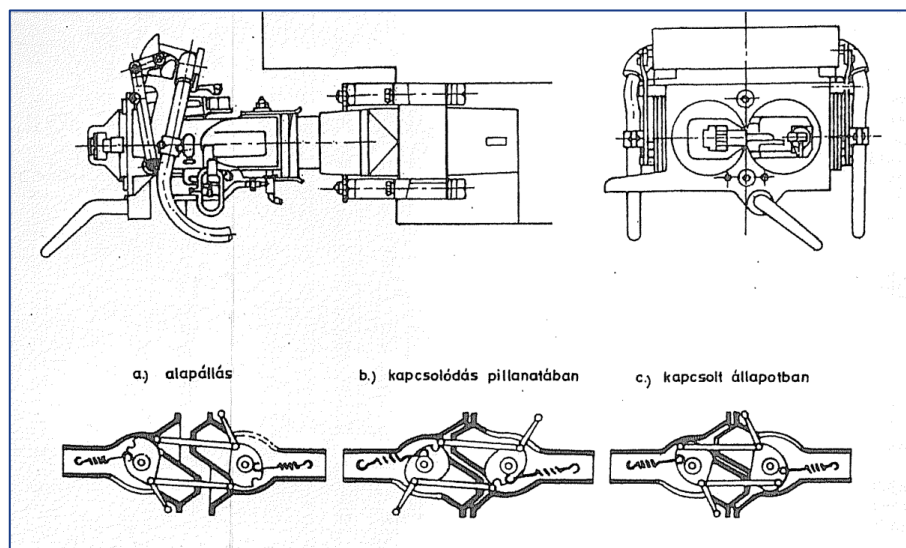
Általánosan elterjedt a hagyományos, kézi csavarkapcsos kapcsolókészülék. Ez a következő elemekből áll:

- vonóhorog
- főcsapszeg
- hevederek
- jobb és bal menetes orsó
- kengyel

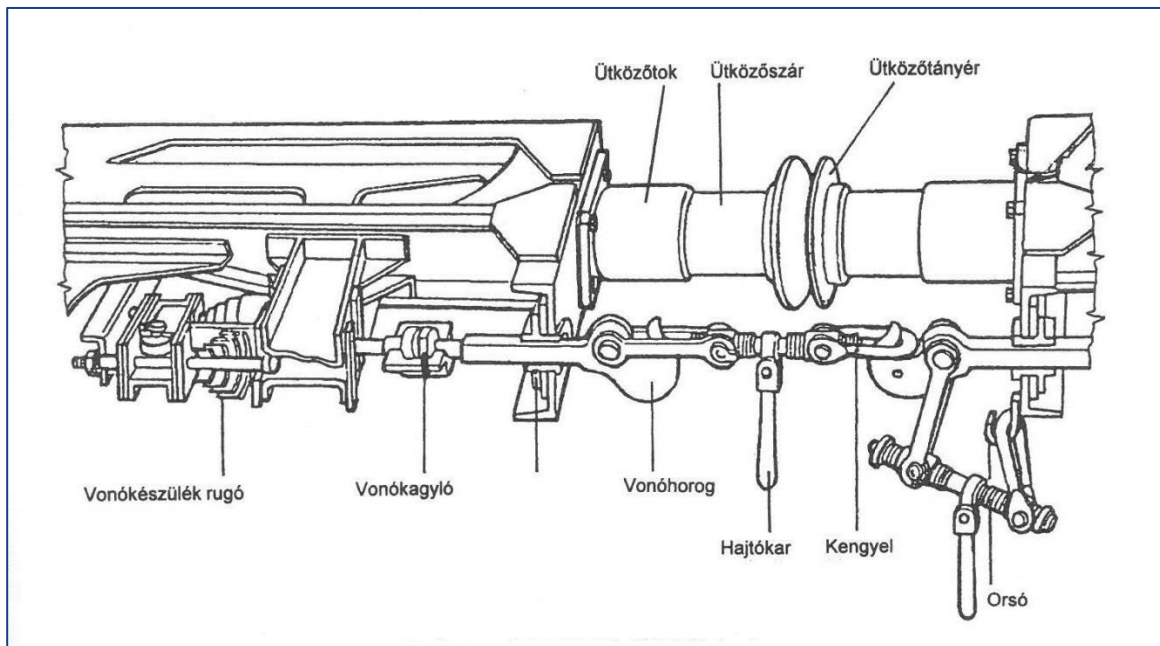


Hagyományos, kézi működtetésű vonókészülék városi vasutaknál régebben elterjedt formája az **Allemand-rendszerű vonó- és ütközőkészülék**. Ez létrehozza a járművek közti mechanikus kapcsolatot, közvetíti a vonóerőt, valamint csillapítja a hosszirányú lengéseket.

Léteznek **önműködő kapcsolókészülékek** is, melyek a mechanikai kapcsolat és vonóerő-továbbítás mellett elektromos és pneumatikus kapcsolatot is képesek létrehozni. Ilyen szerkezet a **Scharfenberg-kapcsolószerkezet**, amely főként motorvonatok jellemző tartozéka.



Az **ütközőkészülékek** feladata a **vasúti járművekre ható hosszirányú erők hatásának mérséklése**. Ehhez különféle elven működő rugókészülékeket használnak. Bizonyos kapcsolókészülékek (Allemann, Scharfenberg) az ütközőkészülékek feladatát is ellátják.



Az ütközőkészülékek szerkezeti anyagukat tekintve készülhetnek:

- hidraulikus kivitelben
- gyűrűrugóval
- különböző gumianyagokkal

Az ütközőkészülékek az alábbi részekből állnak:

- **ütközőtányér**
- **ütközőszár**
- **ütközőtok**

Ellenőrző kérdések

- *Ismertesse a vasúti kocsik fajtáit!*
- *Ismertesse a vasúti kocsik felosztását!*
- *Ismertesse a vontatott járművek feliratait és értelmüket!*
- *Ismertesse a vontatott járművek járműszekrény kialakításait!*
- *Ismertesse a vontatott járművek nyílászáró szerkezeteit!*
- *Ismertesse a vasúti kocsikon alkalmazott ütköző és vonókészülékeket!*
- *Ismertesse a vasúti kocsikon alkalmazott ütköző készülékek elemeit!*
- *Ismertesse a vasúti kocsikon alkalmazott vonókészülékek elemeit!*
- *Ismertesse az önműködő ütköző és vonókészüléket!*

ÁLTALÁNOS ÜZEMELTETÉSI ISMERETEK

1. Szemelvények a Vasúti törvényből

Vasúti pályahálózatok meghatározásai

A Vasúti törvény értelmező rendelkezései alapján megkülönböztetünk országos, térségi, elővárosi, helyi és saját célú vasúti pályahálózatokat. Ezeken felül léteznek egyéb pályahálózatok, melyek külön jogszabályban kerülnek meghatározásra.

Országos vasúti pályahálózat: térségi, elővárosi, helyi, illetve saját célú pályahálózatnak **nem minősülő vasúti pályahálózat**. Nem minősül országos vasúti pályahálózat részének a külön jogszabályban meghatározott egyéb vasúti pálya és tartozéka sem.

Térségi vasúti pályahálózat: térségi vállalkozói vasúti tevékenység céljára kijelölt vasúti pályahálózat, amely **legfeljebb három megyét érint, vagy hossza nem haladja meg a 400 km-t**.

Elővárosi vasúti pályahálózat: elővárosi közforgalmú vasúti **szolgáltatás céljára** kijelölt vasúti pályahálózat.

Helyi vasúti pályahálózat: a **helyi közforgalmú** vasúti **szolgáltatás** végzéséhez szükséges vasúti pályahálózat.

Saját célú vasúti pályahálózat: olyan vasúti pályahálózat, amelyen **kizárólag** a vasúti pálya és tartozékainak **tulajdonosa vagy használója érdekében** folyik **vasúti közlekedési** tevékenység.

Járművezetéshez szükséges dokumentumok

Az érvényes alapvizsgákat követően történik meg a járművezetésre jogosító dokumentumok kiállítása. A **járművezetéshez szükséges dokumentumok** az alábbiak:

- hatósági orvosi alkalmassági vizsgálat igazolása
- érvényes alapvizsgáról, időszakos vizsgákról szóló igazolások
- vasúti járművezetői igazolvány
- kiegészítő tanúsítvány
- időszakos oktatásokat igazoló lap

Mindezekon felül rendelkezni kell érvényes személyazonosító igazolvánnyal!

Vasúti munkavállalókkal szemben támasztott követelmények

Képzési követelmények: A vasúti közlekedés biztonságával összefüggő – külön jogszabályban meghatározott – munkakörök betöltése **hatósági alapvizsgálathoz kötött**. Alapvizsga a külön jogszabályban meghatározott **alapképzés elvégzése** esetén tehető. A vasúti közlekedés biztonságával összefüggő munkakört betöltő munkavállaló köteles külön jogszabályban meghatározott időközönként **időszakos oktatáson** részt venni és **időszakos hatósági vizsgát** tenni.

Egészségi követelmények: A vasúti közlekedés biztonságával összefüggő – külön jogszabályban meghatározott – munkakörök betöltése **egészségi alkalmassághoz kötött**. A vasúti közlekedés biztonságával összefüggő munkakört betöltő munkavállaló köteles a külön jogszabályban meghatározott esetekben **előzetes, időszakos, rendkívüli és záró egészségi alkalmassági vizsgálatokon** részt venni.

2. Vasútüzemben alkalmazott kommunikációs eszközök

A szolgálatot végző személyek, szolgálati helyek között elengedhetetlen a **megfelelő kommunikáció biztosítása**. Helyhez kötött szolgálati helyek **vezetékes telefonnal** való ellátása szükséges. Az olyan szolgálati helyeken, ahol a vasúti közlekedés biztonságával összefüggő munkaköröket látnak el, a telefonokon történt beszélgetéseket **rögzíteni szükséges**.

A járműveken, illetve a nem helyhez kötött szolgálat-ellátáskor **vonali rádiókészülék** szükséges. A járművezetők a rádió-hírközlő rendszeren keresztül a forgalomra vonatkozó szóbeli **utasításokat** kaphatnak, ha az hangrögzítő berendezésre van kötve.

3. Vasúti baleset

Rendkívüli esemény minden olyan zavar vagy akadály, amely a vasútüzem lebonyolítását akadályozta, illetve a vonatközlekedést kizárta. Ezek lehetnek:

- vasúti, közúti-vasúti balesetek
- vasúti, közúti-vasúti veszélyeztetések
- tűzesetek
- gondatlan vagy szándékos károkozó cselekmények
- forgalmi vagy műszaki nehézmények
- veszélyes áru ellenőrizetlen szabadba jutása
- elháríthatatlan külső okok (hatósági intézkedés, időjárási ok, stb.)

Vasúti baleset a vasút üzemével összefüggő olyan – nem szándékosan elkövetett – váratlan esemény, amely személy vagy személyek halálát vagy egészségkárosodását,

járművek kisiklását, ütközését, azok valamint áruk, pálya, építmények, berendezések, fuvarozott áruk rongálódását, vagy megsemmisülését okozta, illetve a vonatforgalom lebonyolítását akadályozta.

Rendkívüli események, balesetek **vizsgálatára jogosult szervezetek:**

- a vasúti pályaüzemeltető társaság belső ügyrendjében meghatározott szakterület
- a vasúti pálya üzemeltetését felügyelő hatóság: Nemzeti Közlekedési Hatóság
- független, állami szervezet: Közlekedésbiztonsági Szervezet

Ellenőrző kérdések

- *Ismertesse a vasúti járművek személyzeti kiszolgálására vonatkozó szabályokat!*
- *Ismertesse a vasúti járműveken történő munkavégzés feltételeit!*
- *Ismertesse a járművezetői engedély illetve a kiegészítő tanúsítvány megszerzéséhez szükséges vizsgákat!*
- *Ismertesse az Országos és a térségi pályahálózat fogalmát!*
- *Ismertesse az elővárosi pályahálózat fogalmát*
- *Ismertesse a helyi és a saját célú pályahálózat fogalmát!*
- *Ismertesse a közforgalmú vasúti személyszállítás fogalmát, módzatait!*
- *Ismertesse a vasútüzemben alkalmazott kommunikációs eszközöket!*
- *Ismertesse a vasútüzemben alkalmazott kommunikációs eszközök fajtáit!*
- *Ismertesse a vasútüzemben alkalmazott kommunikációs eszközök feladatát!*
- *Ismertesse a balesetvizsgálatra jogosult szervezeteket!*
- *Ismertesse a közlekedési baleset és a súlyos vasúti baleset fogalmát!*