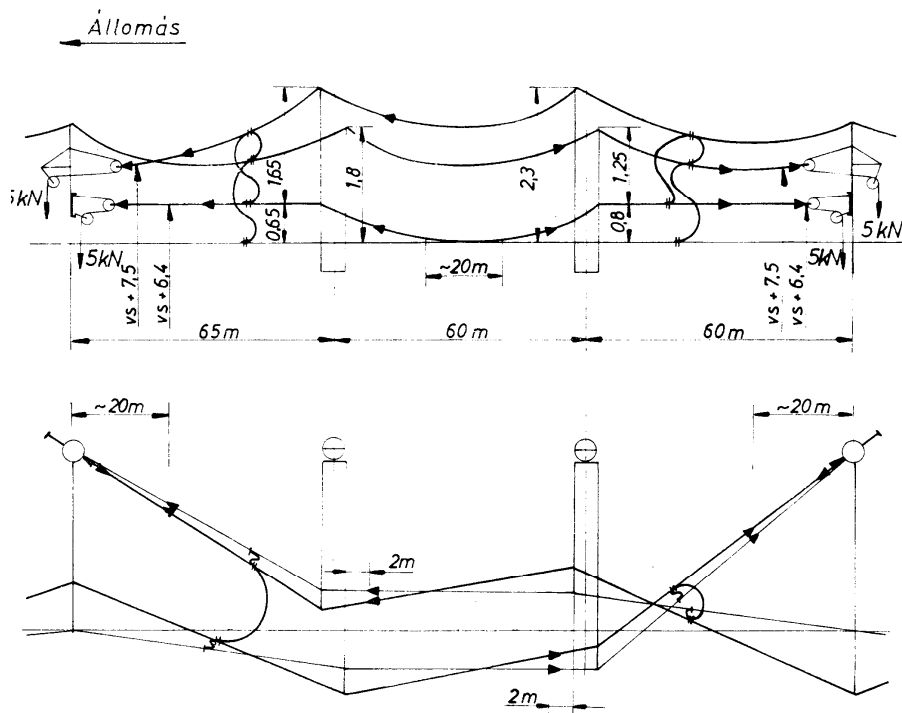


RÓNAI ENDRE

VASÚTI VILLAMOS FELSŐVEZETÉK

(kivonat)



2009.

Tartalomjegyzék

1.	Bevezetés	6
2.	Történelmi visszatekintés	7
3.	A villamos felsővezeték elmélete	8
3.1.	A váltakozó áramú felsővezeték feszültségviszonyai..	9
3.2.	A felsővezeték kialakításának elmélete	10
3.2.1.	A hosszlánc hőtágulása és belógása	11
3.2.2.	A függesztők hosszának meghatározása	12
3.2.3.	Pótkerékek.....	12
3.2.3.1.	A hosszlánc zúzomara- és jégterhelése	12
3.2.3.2.	A hosszlánc szélkifúvása	12
3.2.4.	A hosszirányú oszloptávolság meghatározása	13
3.2.5.	A felsővezeték és az áramszedő együttműködése .	13
3.2.5.1.	Áramszedés emelkedő és süllyedő vezetéknél	14
3.2.5.2.	Keménypontok	15
3.2.6.	A hosszlánc rugalmassága	16
3.2.7.	A hosszlánc lengései	17
3.3.	A hosszlánc kigyózása pályáívbén.....	18
3.4.	Megkerülő- és a tápvezetékek.....	19
3.4.1.	A belógási táblázat.....	20
3.4.2.	A megkerülő- és a tápvezetékek lengése.....	20
4.	A villamos felsővezeték rendszere és elemeinek méret.	21
4.1.	A felsővezeték általános elrendezése	21
4.2.	A hosszlánc.....	21
4.2.1.	A hosszlánc megfogása.....	25
4.2.2.	A hosszlánc villamos táplálása	27
4.3.	Felsővezeték tartó oszlopok	29
4.3.1.	Faoszlopok.....	29
4.3.2.	Vasoszlopok.....	30

4.3.3.	Betonoszlopok	32
4.4.	Az oszlopok típus- és méretválasztéka	34
4.5.	Gerendák	36
4.6.	Az oszlopok elhelyezése	36
4.7.	Az oszlopok alapozása	37
4.7.1.	Ideiglenes oszlopok alapozása	38
4.7.1.1.	Faoszlopok.....	38
4.7.1.2.	Ideiglenes vasoszlop alapja	38
4.7.2.	Betonalapok	39
5.	A tervezés megkezdése és a készítendő tervek	42
5.1.	Feszítési tervek.....	42
5.2.	Keresztszelvény rajz.....	44
5.3.	Keretállás elrendezési vázlat	45
5.4.	Terhelési táblázat.....	45
5.5.	Földelési terv.....	46
5.6.	Egyedi tervek	47
5.7.	Műszaki leírás	47
5.8.	Talajmechanikai szakvélemény	48
5.9.	Felmérési táblázat, költségvetés	48
6.	Az alap- és oszlopméretezés alapelvei	48
6.1.	Az oszlopok méretezése.....	49
6.1.1.	Egyedi tartó oszlopok méretezése.....	49
6.1.2.	Csoportos felerősítéssel szerelt hosszlancok tartóoszlopainak méretezése	51
6.1.2.1.	A keresztmező méretezése	51
6.1.2.2.	A gerendák méreteinek meghatározása	52
6.1.2.3.	A KR és az L oszlopok méretezése	53
6.2.	Az alapok méreteinek meghatározása	54
6.2.1.	Hasábalapok méretezése	55
6.2.2.	Lépcsős alapok méretezése	56
7.	A felsővezeték építéséhez használt anyagok	57
7.1.	Dúcoló anyag	57
7.2.	A beton.....	57

7.3.	Vasanyagok	58
7.3.1.	Betonacélok	58
7.3.2.	Szerkezeti acélok.....	59
7.3.3.	Vasöntvények	59
7.4.	Színes- és könnyűfém szerelvények	59
7.5.	Acél huzalok, sodronyok.....	61
7.6.	Alumínium-acél sodronyok	61
7.7.	Réz- és bronz huzalok, sodronyok	61
7.8.	Szigetelők	62
8.	A felsővezeték kivitelezési technológiája	64
8.1.	Az oszlophelyek kitűzése.....	64
8.2.	Oszlopalap-gödrök ásása	66
8.2.1.	Ágyazat támasztó készítése	66
8.2.2.	Kézi- és gépi gödörösás	66
8.2.3.	Az alapgödrök dúcolása	69
8.3.	Betonalapok készítése.....	71
8.3.1.	A betonról általában	71
8.3.2.	A betonkeverék készítése és bedolgozása	72
8.3.3.	Betonozás télen	72
8.3.4.	A beton bedolgozása nyári hőségben	73
8.3.5.	A beton utókezelése	73
8.3.6.	A felsővezeték tartó oszlopok alapozása.....	73
8.3.6.1.	Az oszlopkihúzás	76
8.4.	Az oszlopok felállítása	77
8.4.1.	Ideiglenes vasoszlopok állítása	77
8.4.2.	Végleges oszlopok állítása	77
8.4.3.	Tőcsavaros oszlopok	78
8.4.4.	Betonoszlopok	79
8.4.5.	Vaszlop felállítása cölöpalapra	79
8.5.	A gerenda felszerelése	80
8.5.1.	Az alátámasztások.....	80
8.5.2.	A gerenda beemelése	81
8.6.	Az irányosodrony szerelése.....	82

8.7.	Megkerülő- és táp-, valamint a kapcsolóvezeték szerelése.....	83
8.8.	Tartószerkezetek, függesztők készítése, szerelése ..	85
8.9.	A hosszláncok szerelése	86
8.9.1.	Kihorgonyzások szerelése.....	86
8.9.2.	Tartósodrony és munkavezeték szerelése	87
8.9.2.1.	A tartósodrony felszerelése	87
8.9.2.2.	A munkavezeték felszerelése	88
8.9.2.3.	A hosszlánc beszabályozása.....	90
8.10.	Szakaszszigetelők, szakaszolók szerelése	95
8.11.	Túlfeszültség elleni védelem.....	97
9.	A felsővezeték kiegészítő létesítményei	97
10.	Üzemi áram-visszavezetés és érintésvédelem	98
11.	Korrózió elleni védelem	99
12.	A kivitelezés ellenőrzése.....	100
	Felhasznált irodalom	101

1. Bevezetés

Magyarországon a Pest-váci vasútvonalon 1846-ban indult meg a forgalom, természetesen gőzvontatással. Ennek 125. évfordulóján, 1971-ben készült el a Budapest-Nyugati pu. - Vác - Szob - országhatár vasútvonal villamosítása. Ekkor a villamosított vonalhossz 918 menetrendi km volt, míg e sorok írásának évében a hazai villamosított vasútvonalak összes hossza már meghaladja a 2500 menetrendi km-t.

A villamos vontatásnál a vontató járművet villamos motorok hajtják, amelyek a szükséges energiát a pálya mentén elhelyezett vezetékről áramszedőjük útján nyerik.

A munkavezeték, mely alatt mindig a vontató jármű áramszedőjével közvetlenül érintkező vezetéket értjük, lehet légvezeték, vagy áramvezető sín. Az utóbbi rendszerint a vágány mentén szigetelőkönyer elhelyezést és az áramot a mozdonyról kinyúló, rugónyomással a sínhez szorított karon elhelyezett áramszedő saru segítségével adja át a mozdonynak. Ez csak kisebb feszültség szinteknél alkalmazható, de ott is biztosítani kell, hogy az avatatlanok ne közelíthessék meg.

A munkavezeték leggyakoribb kiviteli formája a légvezeték: a pálya felett, a vágányok hossz tengelye irányában kifeszített, rendszerint keményre húzott vörösréz profil-huzal. Az áramot a mozdony-tetőn elhelyezett és a munkavezetékhez rugó-, olaj-, vagy sűrített levegő nyomással odaszorított áramszedő veszi le.

A használt áram neme szerint megkülönböztetünk egyenáramú, váltakozó áramú, valamint vegyes rendszereket. Ez utóbbiaknál a vontató motorokat más áramnemmel táplálják, mint ami a munkavezetéken rendelkezésre áll.

A gazdaságossági megfontolások mellett a vontatási rendszerek közötti választást még sok más, nem, vagy csak nehezen számszerűsíthető szempont is befolyásolja. Ezek közül a legfontosabbak a következők:

- létszám-megtakarítás: a villamos vontató járművek karbantartásához, üzemeltetéséhez kevesebb élőmunka szükséges, mint a gőz-, vagy akár a dízel üzemhez;
- egységes vontatási rendszer: a vasút kapacitására növelő hatással van, ha valamely tranzit útvonalon, vagy vasútvonalak egy-egy csoportján azonos vontatási rendszer működik;
- a környezet védelme: igen fontos döntési tényezővé vált, a levegő szennyezés, a zajhatás, valamint a talajszennyezés tekintetében egyértelműen a villamos vontatás mutat jelenős előnyöket.

A villamos vontatás a kiszolgáló létesítmények jelentős változtatása nélkül teszi lehetővé nagyobb teljesítményű mozdonyok üzembe állítását, s ezáltal az üzemi kapacitás bővítését (további beruházások pl.: második vá-

gány építése, állomások vágányszámának növelése stb. maradhat el, vagy későbbi időpontra halasztható).

Bár a helyhez kötött berendezések elvileg egymáshoz hasonló elemekből épülnek fel, a beruházási költségeik mégis jelentős eltéréseket mutatnak. Jelentős hatással van rájuk a villamos vontatás rendszere. E rendszereket a felsővezeték áramneme szerint nevezték el. Eszerint megkülönböztetünk:

- egyenáramú,
- 16 2/3 Hz-es váltakozó áramú,
- 50 Hz-es, ipari frekvenciájú, egyfázisú és
- 50 Hz-es háromfázisú

villamos vontatási rendszereket. Ebből nem következik természetesen az, hogy a felsővezeték és a vontató motor áramneme azonos, hiszen az 50 Hz-es felsővezetékéről üzemelhetnek olyan mozdonyok amelyeknek többfázisú indukciós motoros hajtásuk van, ill. olyanok amelyek egyenáramú vontató motorokkal vannak ellátva. Ekkor a mozdonyon helyezik el az áramátalakító berendezést.

Mindezt az tette lehetővé, hogy a félvezető technika ma már képes elfogadható méretű és nagy teljesítményű átalakítókat gyártani. Ezzel vált ugyanis lehetővé, hogy az egyfázisú, ipari frekvenciájú táplálás mellett a vontató járművekben a vasúti vontatásnak legjobban megfelelő egyenáramú soros-, vagy legújabban ahhoz hasonló vontatási jelleggörbét biztosító, de annál lényegesen kisebb karbantartás igényű, szabályozott háromfázisú rövidrezárt aszinkron motorokat építhessenek be a mozdonyokba, villamos motorkocsikba.

2. Történelmi visszatekintés

A technika fejlődése tette lehetővé a múlt század második felében a villamos motor létrejöttét. Ezt, mint vontató motort először az 1879-ben rendezett berlini világkiállításon mutatta be a Siemens cég. Az első „mozdony” mindössze 3 LE (kb. 2,2 kW) teljesítménnyel rendelkezett és három kicsi, mai pályakocsinak megfelelő, kocsit vontatott. Ennek a „villamos vasútnak” a feszültsége 150 V volt.

A sikeres próbák után sorra helyezték üzembe a világ nagyvárosaiban a közúti villamos vasutakat.

Az első nagyvasúti villamos vontatású vonalat Svájcban létesítették 1899-ben. Ekkor már javában dolgoztak a magyar mérnökök is a villamos vontatás elméleti és gyakorlati problémáinak megoldásán. Kandó Kálmán (1869-1931) 1894-ben szerkesztett egy, a későbbiekben sokáig gyártott aszinkron motort. Majd 1895-ben kísérletekbe kezdett a háromfázisú áramnak vontatási célú alkalmazásával felmerülő problémáinak vizsgálatára. A kísérletek sikere után lehetőség nyílt a gyakorlatban történő alkalmazásra

is. Az olaszországi Valtellina vasútvonal villamosítására meghirdetett pályázatot a GANZ gyár nyerte meg. Itt alkalmazták először a 1902-ben 3000 V feszültségű, háromfázisú 15 Hz frekvenciájú villamos felsővezeték rendszert. Mivel itt az energia-hozzávezetés háromfázisú, két egymástól elszigetelt munkavezetékre van szükség. A harmadik fázisvezetőként a vasúti síneket használták fel. A kettős egymástól elszigetelt felsővezeték vezetése különösen a vágánykeresztezések, váltók felett igen bonyolult, ezért a gyakorlatban nem váltotta be a hozzáfűzött reményeket, azonban számunkra technikatörténeti szempontból mégis becses, mert elvi kidolgozója Kandó Kálmán, megalkotója pedig a GANZ gyár volt.

Az adott körülmények között itt még a 15 Hz-es frekvenciát alkalmazták. Az 50 Hz később lett Európában szabványos frekvencia és az ebből való könnyebb átalakíthatóság miatt vezették be egyes vasutaknál a(z $50/3=$) $16\frac{2}{3}$ Hz-es frekvenciát.

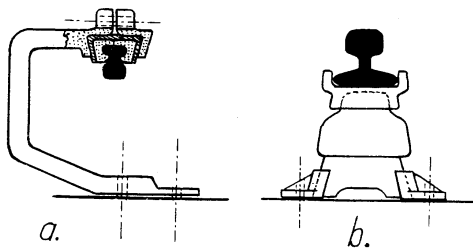
A $16\frac{2}{3}$ Hz-es vontatás alapvetően azért alakult ki, mert az egyfázisú vontatási rendszerben - megfelelő egyenirányító hiányában - indukciós motorok alkalmazására volt szükség. A fellépő kommutációs nehézségek miatt azonban az 50 Hz alkalmazása elképzelhetetlen volt. A frekvencia harmadolásával már olyan vontató motorokat tudtak készíteni, amelyek az indítási nehézségektől eltekintve már megfelelőek voltak.

Az egyfázisú 50 Hz-es rendszer, amely Magyarországon az 1920-as években a Valtellina vasútnál szerzett tapasztalatok alapján született, Kandó Kálmán azon zseniális meglátásán alapult, hogy a vasút-villamosítás beruházási költségeinek csökkentése, az energia-átvitel gazdaságossága és az üzembiztonság javítása csak az országos villamos energia ellátó hálózatra támaszkodva, a villamos energiát a legkisebb átalakítással felhasználva oldható meg. A sikeres próbák után 1929-ben született döntés a Budapest Keleti pu. - Komárom - Győr - Hegyeshalom vonal e rendszerben történő villamosításáról. A munka 1932-ben készült el Komáromig, majd 1934 októberében Hegyeshalomig felvették a villamos üzemet. A sors különös kegyetlensége, hogy Kandó Kálmán nem érthette meg ennek időpontját.

A további villamos üzemfelvételre azonban a történelmi események miatt 1950-es évekig kellett várni. Ezután felgyorsult a vasút-villamosítás és ma már a magyar vasúthálózatnak több, mint 30 %-a villamosítva van.

3. A villamos felsővezeték elmélete

Az állomáson átalakított villamos energiát közvetítő vezeték a különleges vasúti üzemhez illeszkedik. Ez a vezeték az esetek kis részében a pályatesthez közel van elhelyezve, ekkor harmadik, **villamos vezetősínes** (az első hazai villamosnál alkalmazott néven: alsóvezetékes) rendszerről beszélünk, döntő többségében azonban a vágányok felett, mint **felsővezeték** van kifeszítve.



3.1. ábra Vezetősínek

A vezetősínek rendszerek leg-egyszerűbb kivitelénél az áramvezető sínt szigetelőkre helyezik, s azt a jármű áramszedője felülről súrolja (1.b. ábra, ld. a budapesti metró áramvezető sínje). A harmadik sínt úgy is elrendezhetik, hogy az áramszedő alulról, vagy oldalról érinti (1.a. ábra, ld. a berlini S-Bahn alsóvezetéke). A szabadban kiépített áramvezető sínt a megérintés elleni védelem végett szigetelőanyagból készült elemekből készült fél-burkolattal látják el.

A **mechanikai szempontok** a villamos vezetősínnél kevésbé fontosak, mint a felsővezeték esetén. Az alkalmazott feszültség meghatározza a szigetelési szintet és a feszültség alatt álló, illetve a földpotenciálon lévő szerkezeti elemek között megtartandó távolságot.

A felsővezetéknek a pályára engedélyezett legnagyobb sebességnél is biztosítania kell a jármű számára a kifogástalan áramszedést még akkor is, ha a hőmérsékletváltozás hatására a felsővezeték hossza megváltozik, vagy ha szél, zúzmara, vagy jégterhelés hatására a szabványos helyzetéből elmozdul. Kellő szilárdsággal kell rendelkeznie az áramszedő által okozott igen jelentős igénybevétellel szemben is.

A vezetéknek **villamos szempontból** úgy kell kialakítva lennie, hogy a fellépő feszültségesés a legnagyobb terhelésnél se lépje túl a megengedett értéket. Ezt a terhelő áram nagysága és jellege, valamint a felsővezeték impedanciája (ellenállása) szabja meg. Elvileg a menetrend figyelembe vételével az összes terhelési változatra meghatározható a feszültségesés, de ezt a hosszadalmas számítást csak a vezeték rendszerének kialakításakor, vagy alapvető megváltoztatásakor végzik el a főbb alapadatok (pl.: munkavezeték, vagy visszatérő vezeték keresztmetszetének) meghatározására.

3.1. A váltakozó áramú felsővezeték feszültségviszonyai

Váltakozó áram esetén a feszültségesést jelentősen befolyásolja a terhelő áram értékén kívül még a fázisszög, továbbá az áramkör ohmos ellenállása mellett az induktív ellenállásnak a frekvenciával arányosan növekvő nagysága is.

Az áramkör ohmos ellenállásának értéke elméletileg nem azonos az egyenáram és a váltakozó áram esetén. Az egyenáram ugyanis a vezető keresztmetszetét egyenletesen tölti ki, míg a váltakozó áramú „áramfonalak” az egymásra gyakorolt induktív hatás miatt a vezető felülete felé szorúlnak ki, s a keresztmetszet belső magja kevesebb áramot szállít, így a vezető ohmos ellenállása megnövekszik. Az áram "kiszorulása" a periódus-

szám növekedésével fokozódik. E jelenség skinhatás néven ismert, de részletes tárgyalása a tanfolyam tárgykörét meghaladja.

A felsővezeték és a sín ohmos ellenállása a váltakozó áramú áramkör impedanciájának csak egyik része. A másik összetevő az induktív ellenállás.

Az induktív ellenállás értéke az áramkör egyes vezetőinek geometriai alakjától és térbeli elrendezésétől függ és a frekvenciával egyenes arányban változik. A vontatási áramkörben még befolyással bír a szomszédos vágányok felsővezetékének árama, a talaj vezetőképessége, illetve az áramkör hossza is. A talaj vezetőképességétől függ a visszafolyó áram megoszlásának aránya a vágány és a talaj között. Ennek, s ezáltal az áram útjának ismerete nemcsak az áramkör impedanciájának megállapításához, hanem a földre fektetett kábelek befolyásolás elleni védelmének meghatározásához is szükséges.

Az elvégzett kísérletek alapján megállapítható, hogy az 50 Hz-cel villamosított vasútvonalon a tényleges sínáram csak a betáplálási pont és a mozdony mindenkor helyének közelében, a végpontoknál, egyezik meg a felsővezetékben folyó áram értékével.

A tényleges sínáram tehát csak a táplálási szakasz kezdő és végpontján azonos a felsővezeték áramával. Az áram a kezdő és a végponttól 4 - 5 km távolságra már kb. 50 %-ra csökken és ez az érték a továbbiakban közel állandó marad. Az ellenkező irányba induló áramok 5 - 6 km megtétele után viszont teljesen elhagyják a síneket.

3.2. A felsővezeték kialakításának elmélete

A nagyvasúti felsővezeték alatt jelenleg kizárólag a hosszlánc-rendszerű felsővezeték kialakítást értik. Az első felsővezeték rendszereket még ún. keresztlánc felfüggesztéssel készítették. Ez az egymástól legfeljebb 30-40 m távolságban a vágány(ok) felett keresztben kifeszített huzalra, vagy sodronyra rögzített munkavezeték(ek)ből állt. A közlekedő vonat sebessége általában nem haladta meg a 40 km/h-t. A közúti villamosok felsővezetékének igénytelenebb szakaszain máig alkalmazzák ezt a rendszert.

Az egyszerű hosszlánc-rendszerű felsővezeték a vágány felett vezetett **hossztartó-sodronyra függesztőkkel** rögzített **munkavezeték**.

A leggyakrabban használatos egyszerű hosszlánc rendszerénél a tartósodronyra csak egy munkavezeték van felfüggesztve. Ha a tartósodrony anyaga bronz, amelynek vezetőképessége a rézhez közel áll, azt párhuzamosan kapcsolt áramvezetőként fogják fel és a vezető keresztmetszet számításánál minden esetben figyelembe veszik. A nagy terhelésű szakaszon éppen a hosszlánc vezetőképességének javítása végett kell a bronz tartósodronyt alkalmazni.

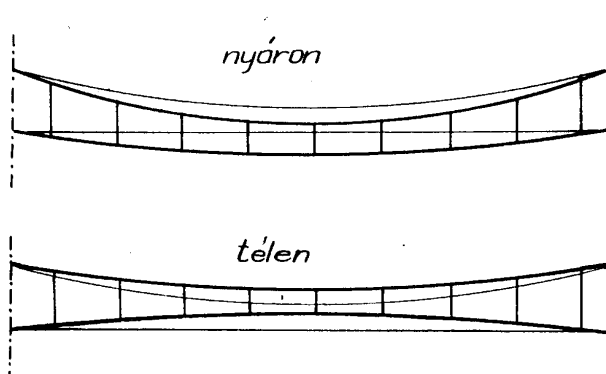
A horganyzott acél tartósodrony fajlagos ellenállása mintegy hétszerese a bronznak, keresztmetszete viszont a munkavezeték keresztmetszetének csak a fele, így a benne folyó áram a munkavezeték áramának csak mintegy 7 %-a. A számításokban ezt a kis értéket általában nem veszik figyelembe.

Ha még nagyobb keresztmetszetekre van szükség, a bronz tartósodronyra egy, ugyancsak bronz segéd tartó-sodronyt függesztenek fel, vagy szükség esetén kettős munkavezeték is alkalmazhatnak. Így keletkezik az összetett hosszlánc rendszer, amellyel gyakorlatilag csak az egyenáramú 1500 V-os és 3000 V-os villamos vontatásra berendezkedett vasutaknál találkozhatunk.

3.2.1. A hosszlánc hőtágulása és belógása

A két szomszédos megfogási pont között a hosszlánc a saját súlyának hatására egy, a cosinus-hiperbolikus függvénnyel leírható, láncgörbe alakot vesz fel.

A munkavezeték a vágány járósíkjá felett azonos magasságban kell tartani, a magasság hirtelen megváltoztatását, nagymértékű belógást nem szabad megengedni. A belógás értékének csökkentését az egy folyóméterre jutó tömeg csökkentésével, a feszítőerő növelésével, vagy az oszloptávolság csökkentésével lehet elérni. Mivel a szállítandó energia nagyságát a vontatási terhelések határozzák meg, itt lényeges könnyítésre, keresztmetszet csökkentésre nincsen lehetőség. A feszítőerő megnövelését a beépített anyagok szilárdsági tulajdonságai egyértelműen meghatározzák. Tehát a belógás nagyságát csak a megfogási (felfüggesztési) pontok közötti távolság változtatásával befolyásolhatjuk. A munkavezeték-belógás csökkentésének legegyszerűbb módja a felfüggesztések számának növelése. A munkavezeték felett futó tartósodronyhoz megfelelő hosszúságú függesztők segítségével rögzítik a munkavezetékét.



3.2. ábra A hőmérséklet hatása

A munkavezeték vágány-járósíkkal párhuzamos vezetéséhez szükséges függesztő hossz megválasztása azonban csak egy bizonyos hőfokra lehet eredményes. Ennél nagyobb hőfok esetén mind a tartósodrony, mind a munkavezeték alacsonyabban helyezkedik el, „belóg”, kisebb hőfoknál pedig magasabban fog elhelyezkedni, „felkap”.

Ezt a hőfokváltozás okozta hatást egy állandó feszítő erőt adó szerkezettel kiküszöbölik, illetve a lehető legkisebbre tudják csökkenteni. Eközben figyelembe veszik azt is, hogy az acél tartósodrony és a réz munkavezeték hőtágulási együtthatója különböző.

Azonos környezeti feltételek mellett az állandó feszítő erőhöz állandó belógás tartozik. A hőmérséklet befolyását a vezeték hosszváltozását követni tudó feszítő szerkezettel tudjuk megszüntetni, illetve csökkenteni. Ez lehet rugó-, vagy súlyfeszítés. A felsővezetéknel a hosszváltozást követő, állandó feszítő erőket biztosító szerkezetet **utánfeszítő berendezésnek** nevezik.

Egyes esetekben az utánfeszítés csak a munkavezetékét feszíti, a tartósodrony ekkor rögzítetten van kihorgonyozva (félkompenzált hosszlánc). A korszerű felsővezeték esetén azonban, a munkavezetékét és a tartósodronyt is utánfeszítéssel szerelik (kompenzált hosszlánc). A feszítő szerkezet(ek)nek ez esetben biztosítani kell a tartósodronynak és a munkavezetéknek az egymástól független hosszváltozását.

3.2.2. A függesztők hosszának meghatározása

A tartósodrony belógásának ismerete fontos a függesztők méretének meghatározásához, és a **szerkezeti magasság** bevonásával a függesztők hossza kiszámítható.

A szerkezeti magasság alatt azt a függőleges távolságot értjük, amelyet a hosszlánc megfogási pontjánál mérünk a tartósodrony és a munkavezeték között.

3.2.3. Póttehek

A felsővezeteki hosszlánc helyzetét az önsúlyon kívül még két, nem elhanyagolható járulékos terhelés is befolyásolja. Ezek egyike a zúzmara (jég-) teher, a másik, pedig a szélkifúvás.

3.2.3.1. A hosszlánc zúzmara- és jégterhelése

A zúzmara és a jég általában 0 és -5°C hőmérsékleti tartományban rakódik rá a vezetékre. Értelmezésünk szerint a zúzmara viszonylag laza szerkezetű, durva felületű pára lecsapódás, a jég pedig a vezetékre fagyott csapadék (pl. ónos eső), sima felületű és kemény.

A vezetékre rakódó zúzmara- és jég pótteher számítására szabvány előírások vonatkoznak.

3.2.3.2. A hosszlánc szélkifúvása

Míg a zúzmara teher függőleges irányú pótteheret jelent, addig a felsővezetékre ható szélkifúvás vízszintes pótteherként hat. A szélerő szá-

mításánál figyelembe kell venni a helyi viszonyokat, de a gyakorlatban a szabványok, vagy más előírásokban megadott képletekkel számítják ki a szélterhelést. A szélterhelést a számításokban egyenletesen megoszlónak, irányát vízszintesnek kell tekinteni.

3.2.4. A hosszirányú oszloptávolság meghatározása

A hosszirányú oszloptávolság számítási módszerének bemutatása előtt meg kell ismerkednünk a munkavezeték-kígyózás fogalmával.

A munkavezeték a kopástól a lehetőségekhez képest meg kell védeni, ezért az áramszedő csúszó-saruját a munkavezetéknel lágyabb anyagból kell készíteni. Ugyanakkor az áramszedő saru egyenletes kopása is fontos, ezért a munkavezeték a vágány felett, a vágánytengelyhez képest, jobb-bal irányba kitérítve, **kígyózással** kell vezetni. Ezáltal elérhető az áramszedő saru közel egyenletes kopása, mert ennek hiányában a vezeték hornyot koptatna a saruba és az így keletkezett horonyban futó vezeték az áramszedő rángatja, sőt el is szakíthatja.

A munkavezeték kígyózásának legnagyobb megengedett értéke ± 400 mm, de az új építésű és a felújítás alá vett vonalakon 1995 óta bevezetésre került a ± 300 mm-es kígyózású felsővezeték.

A legnagyobb oszloptávolság egyenes pályán, kompenzált hosszlánc és ± 300 mm-es kígyózás esetén 80 m. A jelenleg érvényes szabvány előírása szerint a felsővezeték építésben alkalmazható legnagyobb oszloptávolság 75 m ami megfelel mind a még meglévő ± 400 mm-es, mind a bevezetett ± 300 mm-es kígyózásnak, valamint a használatban lévő és a bevezetni tervezett áramszedő szélességnek egyaránt.

3.2.5. A felsővezeték és az áramszedő együttműködése

A villamos felsővezeték „kitalálása” óta a tervezők és a kivitelezők folyamatosan arra törekcsenek, hogy villamos ívmentes áramszedést biztosítsanak, mivel az üzemzavarok kb. egyharmad része a felsővezetékkel kapcsolatos okokra, hibákra vezethető vissza. Már kismértékű felsővezeték hibák, lejtésváltozások kisebb-nagyobb ívek keletkezését okozzák. Az ívek beégésekhez vezethetnek, ezek „eredménye” pedig vezetékszakadás, vagy áramszedő törés is lehet.

Az előzőekben részletesen foglalkoztunk a villamos vontatáshoz szükséges egyik elem, a felsővezeték tulajdonságaival. A komplex szemlélet kialakítása végett meg kell ismerkedni a felsővezetékkel érintkező áramszedő azon tulajdonságaival, amelyek az áramszedés minőségére közvetlen befolyással bírnak. Természetesen itt csak a felsővezetékkel szemben támasztott követelményeket és a felsővezeték minőségéből adódó áramszedési nehézségeket tudjuk tárgyalni.

Először a munkavezeték magasságának megváltozásából eredő áramszedési problémákkal, majd ezt követően az ún. keménypontokkal foglalkozunk.

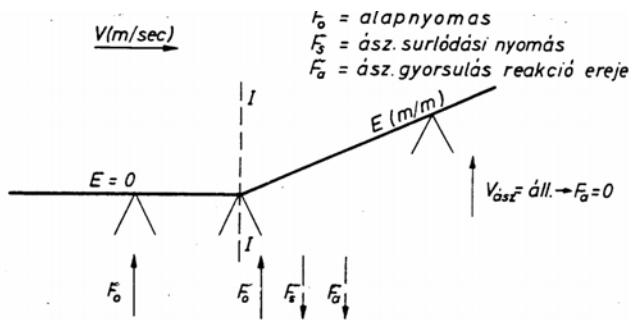
3.2.5.1. Áramszedés emelkedő és süllyedő felsővezetékénél

A munkavezeték vízszintes vonalvezetésének megváltozását, esését, vagy emelkedését az áramszedőnek követnie kell. Az áramszedő függőleges mozgását előidéző erőnek az áramszedő tömegét kell felgyorsítania.

A villamos mozdony v [m/s] sebességgel halad át az $I-I$ keresztmetszeten (ábra). Ettől a ponttól kezdve az $F_{fel} = F_0 - \Sigma F_s$ [N] erő az áramszedő saru(k)ra redukált tömeget felfelé kezdi gyorsítani. A gyorsítás ellen az áramszedő redukált tömegéből eredő reakcióerő, az F_a [N] hat.

Mivel az F_0 statikus nyomóerő és a ΣF_s csapsúrlódási erők, illetve az áramszedő redukált tömege állandó értékűnek vehető belátható, hogy az

áramszedőt a felsővezetékhez szorító erő csak az a gyorsulástól függ.



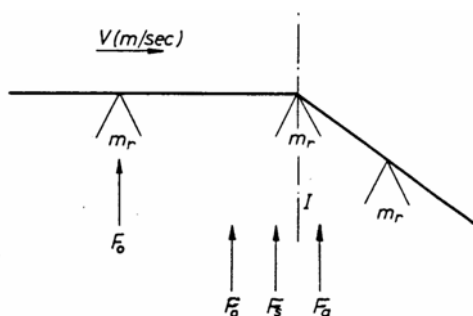
3.3. ábra Emelkedő vezeték

Ebből az következik, hogy az áramszedőknek a lehető legkisebb tömegű, kis csapsúrlódással bíró szerkezeteknek kellene lenniük. Ennek természetesen határt szab az a mechanikai igénybevétel, amelynek a

mostoha körülmények között működő áramszedőknek ellent kell állnia.

A fentiekhez hasonlóan írható le az esésben lévő munkavezetékre vonatkozó egyenlet:

Ebben az esetben az áramszedő nem tudja elhagyni a munkavezetékét. Ha az $F_0 - \Sigma F_s$ maradé erő nem elegendő a lefelé mozgó m_r tömegnek a lejtő végén történő megállítására, nem tudja a tömeget felfelé gyorsítani, akkor az áramszedő el fogja hagyni a vezetékét.

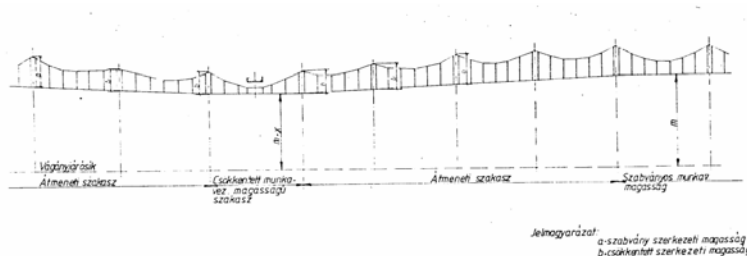


3.4. ábra Süllyedő vezeték

amíg az áramszedő m_r tömege a lefelé haladás egyenletes sebességét el nem éri. Ezután az $F_a = 0$ értéke miatt a F_0 statikus nyomóerőt csak a ΣF_s csapsúrlódási erő növeli.

A 100 km/h-nál nagyobb sebességek tartományában az F_0 statikus nyomóerőhöz még egy *aerodinamikus* növekmény is hozzáadódik, de ezt a mi számításainkban nem jelöljük külön, így az F_0 ezt a többleterőt is tartalmazza. Mivel ez az erő a vágány-járósíkkal párhuzamos felsővezetéken való áramszedésnél is jelen van, elnevezzük alap-nyomóerőnek. Az aerodinamikus komponens a sebesség növekedésével arányosan növekszik. Könnyen belátható, hogy a nagyobb sebességgel való közlekedésnél a munkavezeték kopása is növekedni fog. Ennek csökkentését az áramszedő megfelelő kialakításával lehet elérni.

A leírtak alapján következtetni lehet arra, hogy minden munkavezeték magasság változási szakasz kezdetén és végén csak akkor lehet állandó áramszedő nyomást biztosítani, ha az F_a állandó értékű. Ez csak állandó a gyorsulás mellett lehetséges. Ehhez az állandó vonatsebesség mellett a munkavezeték magasságának egy számításokkal meghatározott változását kellene biztosítani.



3.5. ábra A hosszlánc lejtésváltozása

A jelenleg érvényes előírások szerint a munkavezeték magassági vonalvezetésének változtatásakor az alábbi, a vontató járművek sebességétől függő lejtésátmeneteket kell biztosítani, a felsővezeték süllyesztésekor illetve

emelésekor egyaránt:

100 km/h sebességig	1:200
120 km/h sebességig	1:250
140 km/h sebességig	1:300
160 km/h sebességig	1:400

A hirtelen lejtésváltozásokat elkerülése végett a lejtős részek találkozásánál (négy helyen) a munkavezeték kétszeres mértékű, 1:400, 1:500, 1:600, vagy 1:800 arányú átmeneti lejtéssel kell kialakítani.

3.2.5.2. Keménypontok

A folyamatos és jó minőségű áramszedés további feltétele a felsővezeték egyenletes tömegeloszlása.

A megemelt munkavezeték egy állandó (ön)súllyal terhelt kötél görbe szerint helyezkedik el, amelyet kötélirányú, esetünkben vízszintes feszítőerővel terhelünk.

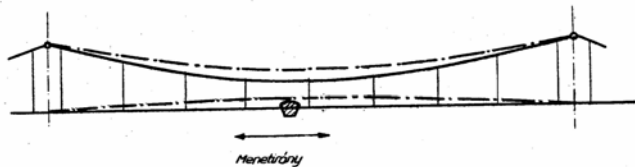
Az eddigiekben ideálisan rugalmas kötélszerű munkavezetékét tételeztünk fel. A valóságban azonban a munkavezeték az $l/2$ hosszban már nem az ideális önsúllyal terhelt kötélként viselkedik. A munkavezetékén lévő tömegpont megemelésénél, illetve az áramszedő süllyedésénél - aszerint, hogy tömegek hogyan aránylanak egymáshoz - gyorsító erő lép fel, amely a tömegpont előtt ugrásszerűen megnövekszik és a munkavezetékre ütés-szerű, hajlító igénybevételt fejt ki. A gyorsulás növekedése akkor kezdődik, amikor az áramszedő a tömegpont előtt arra a helyre érkezik, ahol a munkavezeték alakváltozására már nem a belógási görbe, hanem a vezeték hajlító merevsége a mérvadó.

A felsővezetési gyakorlatában ezt a tömegpontot *keménypontnak* nevezzük. Keménypontokat képeznek a munkavezetékre, vagy a munkavezetékbe szerelt, vagy beépített szorítók, oldalkarok, szakaszszigetelők, munkavezeték toldások, stb.

3.2.6. A hosszlánc rugalmassága

A korszerű felsővezeték kialakításának egyik döntő szempontja a hosszlánc rugalmassága. A hosszlánc rugalmasságát a vezeték megemelésének és a megemelkedést okozó erőnek a viszonyával határozzák meg, jele e , dimenziója $[mm/N]$.

Az áramszedő az oszlopköz elején a mezőközépig emelkedőbe fut, majd innen a következő megfogási pontig a nagyobb erővel ellenálló vezetékot igyekszik megemelni. Ez előzőekből már tudjuk, hogy a munkavezeték emelés és süllyedés a keménypontokhoz hasonló

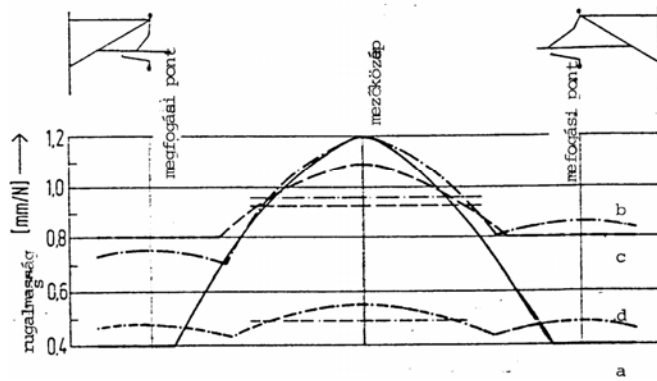


3.6. ábra A munkavezeték megemelése

hasonló dinamikus erőket hoz létre, amelyek a nagysebességű áramszedést jelentős mértékben befolyásolják.

A felsővezeték csak korlátozott mértékben engedi meg a munkavezeték megemelését a megfogási pontoknál. A munkavezeték megemelése kis és közepes sebességeknél a felsővezeték rugalmasságával és az áramszedő nyomással arányos. Az egyenletesebb áramszedő futás elérése érdekében a növekvő jármű sebesség esetén az áramszedő nyomását növelni kell, ugyanakkor a

felsővezeték rugalmasságának lehetőleg egyenletesnek és kis értékűnek kell maradnia.



3.7. ábra Különböző hosszláncok rugalmassága

A megfogási pontoknál a mérhető rugalmasság a hosszlánc kialakításától függ. Az felsővezeték építés korai szakaszában szerelt Y - nélküli hosszláncok esetén a megfogási pontoknál mért rugalmassági értékek a középpontban mért értékeknek

mintegy 30-50 %-át teszik ki. Ezeknél a hosszláncoknál megfelelő Y - sorony alkalmazásával a rugalmasság 90 %-kal növelhető.

Az ábrán:

a: hagyományos hosszlánc, $v = 100 \text{ km/h}$ -ig

b: rugalmas hosszlánc $v = 160 \text{ km/h}$ -ig

c: rugalmas hosszlánc $v = 160 - 200 \text{ km/h}$ -ig

d: nagy sebességre alkalmas hosszlánc $v=250 \text{ km/h}$.

Minél kisebb mértékben változik az e értéke az megfogási ponttól való távolság függvényében, tehát minél kevésbé emelkedik és süllyed a lassan haladó jármű áramszedője, annál kevésbé ingadozik a munkavezeték és az áramszedő közötti kontakt-erő. Ebből kiindulva különleges jelentőséggel bír a rugalmasság egyenletessége, ha különböző áramszedő nyomásra kell számítani.

Az alacsony sebesség tartományban az áramszedő nyomóerejének középértéke és a hosszlánc rugalmassága határozzák meg a munkavezeték megemelésének mértékét. A sebesség növelésével a statikus megemeléshez hozzáadódik a menetsebességgel együtt növekvő rész, amely viszont a felsővezeték dinamikus jellemzőitől függ.

3.2.7. A hosszlánc lengései

A felsővezetékkel foglalkozó és a karbantartó szakemberek a gyakorlatban sokszor találkoznak olyan hosszlánc lengésekkel, amelyet a felsővezetékre ható szél okoz.

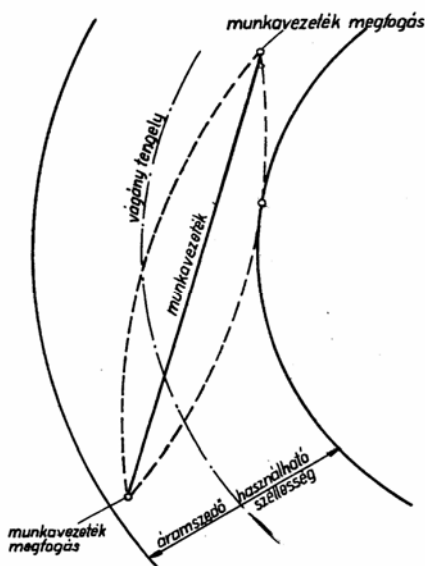
Magyarországon az uralkodó széláramlás Észak-nyugat - Dél-keleti irányú. A domborzati viszonyok miatt kialakultak ún. szélcsatornák, amelyekben a széljárás gyakorisága és hatása fokozottan érvényesül. Ilyen pl. A korábbi földtani korokban keletkezett „Ős-Duna”-völgy, de természetesen találkozunk különlegesen széljárta helyekkel a Nagyalföld területén is.

Míg a viharos erejű szél a felsővezetéknek a korábban tárgyalt „szélkifúvását”, a tervezett (és szerelt) helyzetétől való kitérést eredményezi, addig a viszonylag kis sebességű szél, vagy szélledek a hosszlánc lengését idézik elő.

A lengések a hosszlánc egy elméleti hossz tengely-vonalához képest keletkeznek. Kiváltó okuk még nincsen teljesen tisztázva. Lehet, hogy egy áthaladó áramszedő indítja meg a lengések sorát, de az is lehetséges, hogy az a vezetékről leszakadó légörvények miatt keletkező rezgések hatására indul meg. A lengések amplitúdója kezdetben kicsi, majd egyre növekszik, megfigyeltek már közel fél méteres amplitúdójú lengéseket is.

A lengés amplitúdója az oszloptávolság és a hosszlánc alkotóelemeinek függvényében változik. A lengés irány lehet függőleges, vízszintes, vagy a hosszlánc, egy elméleti tengelye körül forgó. A lengések a mező közepén lesznek a legnagyobbak, míg a megfogási pontoknál 0 amplitúdójú állóhullámok keletkeznek. Az egymást követő oszlopközök lengései egymást erősíthetik. Ha a lengésszám a rendszer önlengés-számát eléri, akkor fellép a rezonancia jelensége. A rezonanciás lengések erősödése a hosszlánc valamelyik elemének szakadását okozhatja, ezért annak elkerülésére, megelőzésére kell törekedni. A megelőzés egyik lehetősége az oszlopkiosztás változtatossá tétele. A több, egymást követő azonos oszloptávolság a hosszláncot rezonanciára hajlamossá teszi, ezért az új építésű felsővezetéknel egymást követő, háromnál több azonos méretű oszlopközt nem szabad tervezni.

3.3. A hosszlánc kigyózása pályáivben



3.8. ábra Szélkifúvás

balra történő kigyózás esetén az ív középpontja felé fúvó szél esetén nagyobb az áramszedő esélye a munkavezeték elhagyására. Ez nagyon veszélyes, mert áramszedő törést okozhat. Az ábrából az is kitűnik, hogy az ellenkező irányú, az ív középpontja felől fújó szél kevesebb veszélyt okozhat.

A pályáívekben nem szabad elfeledkeznünk a túlemelés kérdéséről. Az ívben haladó mozdonynál az ív külső oldalán lévő sínszál megemelése miatt az áramszedő saru közepe a vágány középsíkjától az ív középpontja irányába tolódik el. A munkavezeték oldalirányú megfogása helyének megállapításánál az áramszedő saru ezen elmozdulását is figyelembe kell venni.

A 18. ábra betűinek jelentése a következő (a méretek [mm]-ben):

a a vágány nyomtávolsága,

m a vágány túlemelése,

c a munkavezeték megfogás távolsága az áramszedő saru közepvonalától,

i az áramszedő saru közepvonalának eltolódása

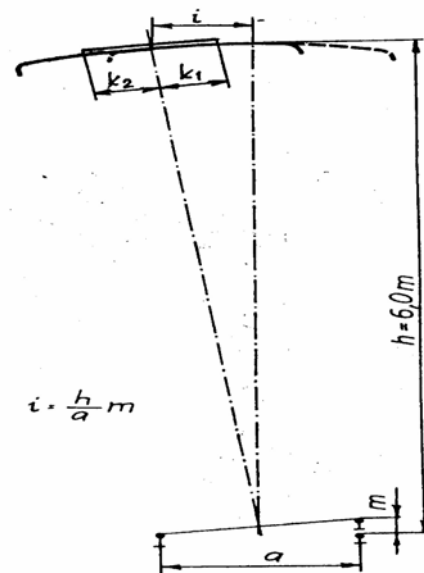
Részlet a tervezői segédletként használatos táblázatból:

Pályáív sugara	Nyomtávolság	Túlemelés	Munkavezeték
----------------	--------------	-----------	--------------

A hosszlánc általános tárgyalása során már megismertük a felsővezeték kialakításának szempontjait, az oszlopok egymástól való távolságnak elvi meghatározását..

Elméleti megfontolásokból is egyértelmű, hogy pályáívekben nem lehet az egyes szakaszra megállapított oszloptávolságokkal számolni, mert ekkor a munkavezeték az áramszedő elhagyná. Különös gonddal kell ügyelni arra, hogy a munkavezeték az ív belső oldalán ne lépjen ki az áramszedő hasznos félszélességének nyomvonalából.

A bonyolult matematikai számítást itt mellőzve az ábra alapján vizsgáljuk meg a kérdést. Az ábrán látható, hogy a jobbra-



3.9. ábra Az áramszedő helyzete pályáívekben

R [m]	a [mm]	m [mm]	eltolódása i [mm]
...	1435		
1200		127	530
1100		128	540
1000		120	500
900		125	520
800		131	550
700		122	510
600		130	540
...			
250	1440	78	330
200	1450	62	260

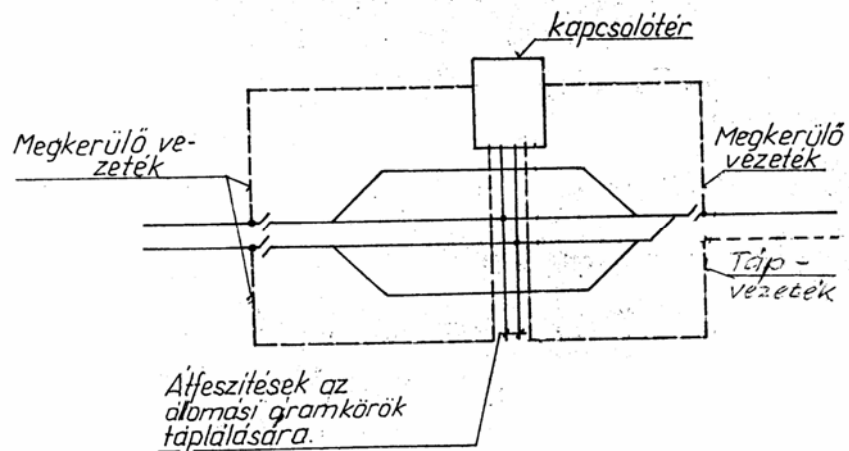
3.4. Megkerülő- és tápvezetékek

A felsővezetési berendezésekre vonatkozó elméleti vizsgálataink után, az elméleti megfontolások lezárásaként, foglalkoznunk kell a **megkerülő és tápvezetékekre** vonatkozó alapelvekkel.

A villamos felsővezeték folyamatos energiaellátásának biztosítása végett az egyes állomások áramköreinek és az állomások utáni vonalrészeket villamos energiával

a megkerülő vezetékeken keresztül látják el. A megkerülő vezetékek az állomás két végén a felsővezetéken létesített villamos szakaszolásokat kötik össze.

Az egyvágányú vasútvonal nyíltvonali szakaszain a felsővezeték ki kell egészíteni, mintegy a második vágány pótlásaként, egy „vonali megkerülő vezetékkel”. Ennek egyik feladata - az állomáshoz hasonlóan - a tápszakasz további (mögöttes) részeinek ellátása a hosszlánctól függetlenül, annak kiesése esetén is. Másik feladata pedig az impedancia csökkentése.



3.10. ábra Megkerülő- és tápvezeték

A megkerülő- és a tápvezetékek villamos méretezését a szabadvezetékekre vonatkozó szabványok előírásai szerint kell elvégezni, ezért ez itt nem kerül részletes tárgyalásra.

3.4.1. A belógási táblázat

A vezetékek belógási normál értékeinek és a pótteherre vonatkozó számítását elvégezték és az eredményeket táblázatokban foglalták össze.

Az alábbi táblázatban a 150/25 mm²-es ACSR sodrony „hőfokra állításához” készült belógási táblázatából láthatunk egy részletet. A vezeték húzófeszültsége $\sigma_{max} = 40 \text{ N/mm}^2$.

Hőfok [°C]	oszlóptáv [m]	-5°+ jég	-25	-20	-15	-10	-5	0	+5	+10	+15	+20	+25	+30	+35	+40	+45
...	...																
-5 °C	74	1,34	0,85	0,92	0,99	1,06	1,13	1,20	1,27	1,33	1,39	1,45	1,51	1,57	1,62	1,68	1,73
	72	1,26	0,78	0,85	0,92	0,99	1,06	1,13	1,20	1,26	1,32	1,38	1,44	1,49	1,55	1,60	1,66
+ pót- te- her	70	1,20	0,72	0,79	0,86	0,93	0,99	1,06	1,13	1,19	1,25	1,31	1,37	1,42	1,48	1,53	1,58
	68	1,13	0,66	0,72	0,79	0,86	0,93	1,00	1,06	1,12	1,18	1,24	1,30	1,35	1,41	1,46	1,51
e- se- tén	66	1,06	0,60	0,66	0,73	0,80	0,87	0,93	1,00	1,06	1,12	1,18	1,23	1,29	1,34	1,39	1,44
	64	1,00	0,54	0,61	0,67	0,74	0,80	0,87	0,93	0,99	1,05	1,11	1,17	1,22	1,27	1,32	1,37
	62	0,94	0,49	0,55	0,62	0,68	0,75	0,81	0,87	0,93	0,99	1,05	1,10	1,16	1,21	1,26	1,31
	60	0,88	0,45	0,50	0,56	0,62	0,69	0,75	0,81	0,87	0,93	0,99	1,04	1,09	1,15	1,19	1,24
	58	0,82	0,40	0,45	0,51	0,57	0,63	0,70	0,76	0,82	0,87	0,93	0,98	1,03	1,08	1,13	1,18
	56	0,77	0,36	0,41	0,46	0,52	0,58	0,64	0,70	0,76	0,82	0,87	0,92	0,98	1,03	1,07	1,12
-25 °C	54	0,72	0,33	0,37	0,42	0,48	0,54	0,59	0,65	0,71	0,77	0,82	0,87	0,92	0,97	1,02	1,06
	52	0,68	0,30	0,35	0,39	0,45	0,50	0,56	0,62	0,67	0,73	0,78	0,83	0,88	0,93	0,97	1,02
e- se- tén	50	0,64	0,28	0,32	0,37	0,42	0,47	0,53	0,59	0,64	0,69	0,74	0,79	0,84	0,89	0,93	0,97
	48	0,60	0,26	0,30	0,34	0,39	0,44	0,50	0,55	0,61	0,66	0,71	0,75	0,80	0,84	0,89	0,93
...	...																

3.4.2. A megkerülő- és a tápvezetékek lengése

Korábban már foglalkoztunk a felsővezeték szél okozta lengésének kérdéskörével. A megkerülő- és a tápvezeteket, mint szabadvezeteket fokozottan vizsgálni kell az fellépő lengési jelenségek szempontjából. Ezek a vezetékek szerkezeti okokból, gyakran egymáshoz, a hosszlánchoz, vagy valamely föld-potenciálon lévő műtárgyhoz csak igen közel helyezhetők el, pl. a vágányok feletti átfeszítések vezetékai, térvilágítási fényvető tornyok mellett haladó vezetékek. Ebben az esetben fennállhat a vezetékek össze-lengésének, vagy a tartószerkezethez való közellengésnek a veszélye.

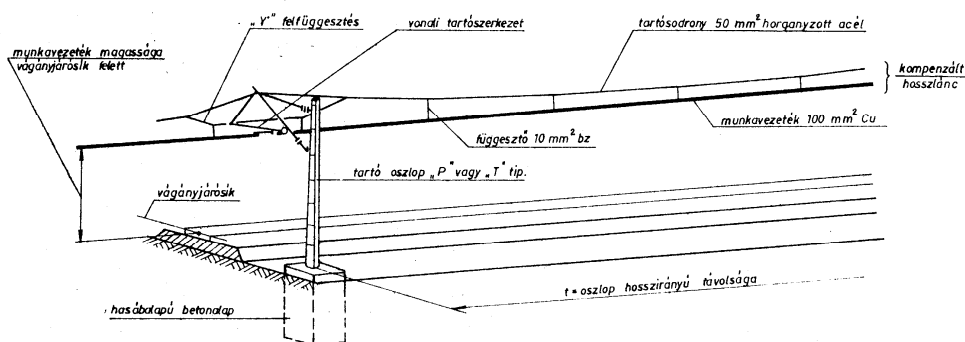
4. A villamos felsővezeték rendszere és elemeinek méretezése

4.1. A felsővezeték általános elrendezése

A villamos felsővezetékkel szemben vontatási szempontból támasztott egyetlen követelmény az, hogy tegye lehetővé a pályára megengedett legnagyobb sebességgel való villamos vontatást. Legyen egyszerű kialakítású és kis karbantartás igényű.

A felsővezeték kialakítás rendszerét a hosszlánc megfogási típusai szerint két fő csoportra oszthatjuk:

- az egyedi megfogási pontokkal és
- a csoportos felerősítéssel (megfogási, alátámasztási ponttal) szerelt hosszláncok.

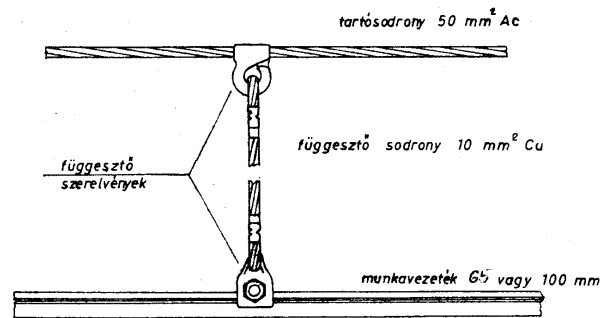


4.1. ábra A hosszlánc

4.2. A hosszlánc

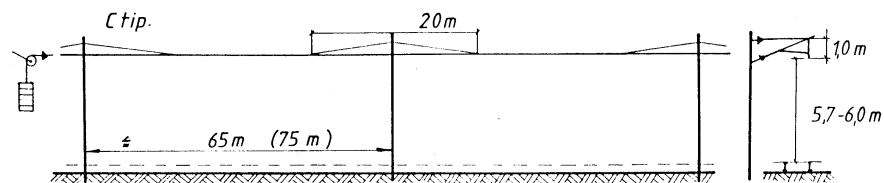
Az előző fejezetekben már megismerkedtünk a felsővezeték hosszláncával, amely a mai korszerű felsővezetéknel minden esetben kompenzált és rugalmas. A kompenzáció alatt azt értjük, hogy mind a munkavezeték,

mind a tartósodrony állandó értékű húzóerővel van utánfeszítve a hőfokváltozás okozta vezetékmozgások kiegyenlítése, kompenzálása végett. A hosszlánc 50 mm^2 keresztmetszetű nagyszilárdságú acél, vagy bronz tartósodronyból, 100 mm^2 , 80 mm^2 , vagy 65 mm^2 keresztmetszetű körszelvényű hornyolt elektrolitikus, vagy ötvözött vörösréz munkavezetékéből és a kettőt összekötő, a munkavezeték a tartósodronyra felfüggesztő 10 mm^2 keresztmetszetű bronz sodronyból készített függesztőkből áll.



4.2. ábra Függesztő

Az után-feszítés húzófeszültsége a tartósodronynál $\sigma_{ts}=0,2 \text{ kN/mm}^2$, a munkavezetékénél pedig mindig $\sigma_{mv} = 0,1 \text{ kN/mm}^2$. Az ún. rugalmas hosszláncoknál a megfogási pontok tömegéből eredő keménypontok hatásának csökkentése érdekében Y - sodronyt (röviden Y-t) építenek be.



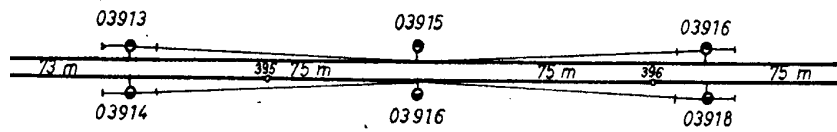
4.3. ábra A C - típusú hosszlánc

Egyes mellékvágányokon csak munkavezetékéből álló ún. *tartósodrony nélküli hosszláncokkal* is találkozhatunk. Ezeknél a hosszláncoknál a munkavezeték belógásának csökkentése végett 20 m hosszú *segédsodronyt* szerelnek a megfogási pontra szimmetrikus elrendezéssel.

A tartósodronnyal szerelt hosszláncok szerkezeti magassága minden esetben 1800 mm , a tartósodrony nélküli hosszláncoknál a segédsodrony megfogási pontjánál pedig 1000 mm .

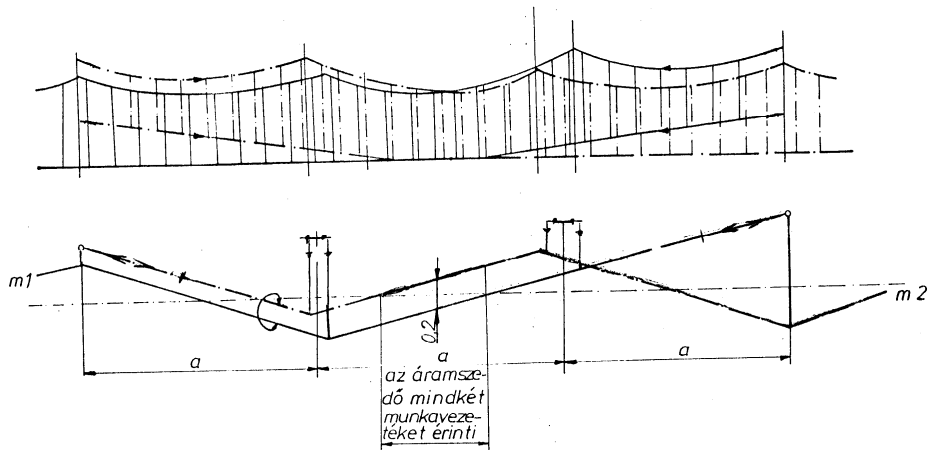
A hosszlánc hőtágulás miatti hosszváltozását „kézben tartani”, az utánfeszítő szerkezet által követni, csak úgy lehet, hogy meghatározzuk a hosszlánc legnagyobb megengedett hosszát. A számítások és a gyakorlat alapján ezt 1500 m -ben maximalizálták. A hosszlánc nagy hőtágulása miatt azokat középen rögzítik. Az így két félhosszláncre osztott szakasznak nemcsak a hőtágulásból eredő mozgását korlátozzuk és az utánfeszítő berendezés hatását is meghatározottá tesszük, hanem egy esetleges vezeték szakadásakor csak az érintett fél-hosszláncot kell helyreállítani. A hosszlánc közepének rögzítését **fixpontnak** nevezzük.

A nyílt vonalak, de az állomási vágányok hossza természetesen a



4.4. ábra A fixpont

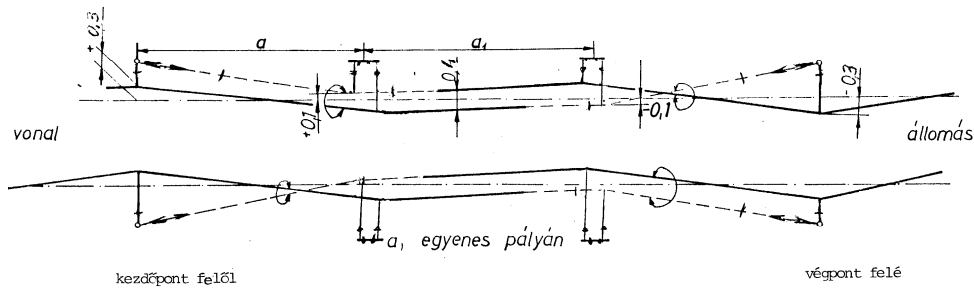
hosszlánc így meghatározott hosszának többszöröse, ritkán annál kevesebb. A több egymás után következő hosszlánc találkozásánál ún. **mechanikai szakaszolást** építenek ki, amelynek elfogadott neve **vonali szakaszolás**. Ennél a szakaszolás típusnál az egymást követő hosszláncokat vilamosan összekötik. A hosszláncok csatlakoztatása úgy történik, hogy a villamos mozdony energiaellátása, a folyamatos áramszedés biztosított legyen.



4.5 ábra Vonali szakaszolás

A mechanikai (vonali) szakaszolást három oszlopközben építik ki úgy, hogy a középső oszlopközben kb. 20 m hosszon az áramszedő mindkét hosszlánc munkavezetékét érintse. Ezen a szakaszon a két hosszlánc között 200 mm távolságot kell biztosítani, hogy az ellentétes irányú vezetékmozgást semmi ne akadályozza. Ezzel a szakaszolás típusal természetesen nemcsak nyílt vonalon, hanem olyan állomási vágányok felsővezetékénél is találkozunk, amelyek hossza az 1500 m-t meghaladja.

A vonali és az állomási felsővezeték hálózat találkozásánál, mivel az állomás felsővezetéke a vonalítól villamosan mindig el van választva (ld.

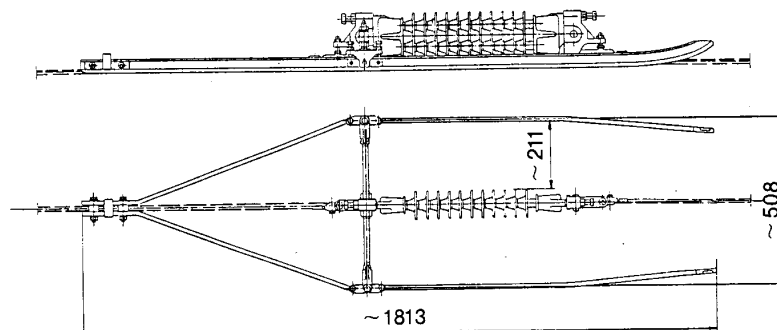


4.6. ábra állomás előtti szakaszolás

még a 4.4. fejezetet). Itt egy **villamos-** más néven **állomás előtti szakaszolást** létesítenek. A villamos (állomás előtti) szakaszolást három oszlop között úgy építik ki, hogy a középső oszlop között kb. 20 m hosszban az áramszedő mindkét hosszlánc munkavezetékét érinti. Ezen a szakaszon a két hosszlánc között legalább 400 mm távolságot tartanak a biztos villamos és a mechanikai elválasztás végett.

Az állomás előtti szakaszolást a vonal felől a bejárat jelző fedezi, mivel a szakaszolás középső oszlopja a vonal felől nézve bejárat jelző mögött helyezkedik el. A szakaszolást az állomás felől a tolatási határjelző fedezi. A villamos balesetek megelőzése érdekében az állomáshoz közelebb eső szakaszolási középszlop tartószerkezetei állomási, a vonal felőli középszlop tartószerkezetei pedig vonali áramkörhöz tartoznak.

A felsővezeték villamos szétválasztására nemcsak az állomás-vonal találkozásánál, hanem az állomási áramkörök, vagy nyíltvonal kiágazások (iparvágányok, deltavágányok) áramköreinek elválasztásánál is szükség van. Ezek a helyeken a nagysebességű váltókapcsolatok kivételével nincs elegendő hely a három oszlopközös villamos szakaszolás kiépítésére. Az áramkör villamos- és a hosszlánc mechanikus elválasztását ún. szakaszszigetelő beépítésével oldják meg.



4.7. ábra Korszerű szakaszszigetelő

A szakaszszigetelő tehát egyrészt biztosítja az felsővezeték áramköreinek villamos szétválasztását, másrészt pedig lehetővé teszi az áramszedőknek a pályára engedélyezett sebességgel történő áthaladását. A feladat

maradéktalan kielégítése végett a szakaszszigetelővel szemben mechanikai és villamos követelmény rendszert állítunk fel, amelynek teljesítését széleskörű vizsgálatokkal kell igazolni. A követelményeket részletesen a 8.8.4. fejezet tárgyalásakor tekintjük át.

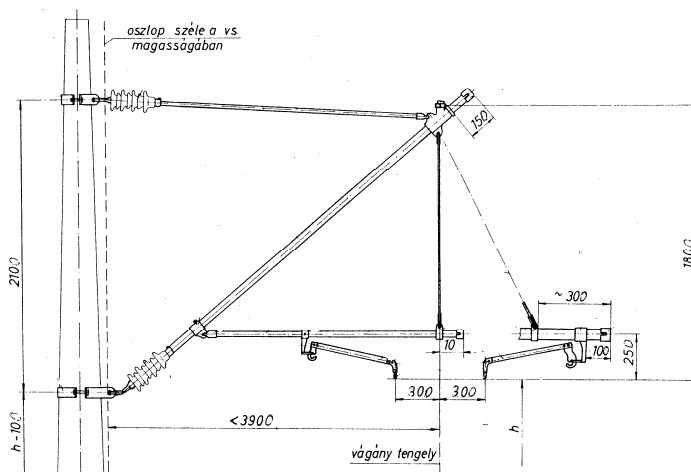
A jó áramszedés végett igen fontos a munkavezeték vágány-járósík feletti magasságának, és a helyi magasságváltozások meghatározása és korlátok közé szorítása.

A munkavezeték névleges magassága a vágány-járósíkja felett két-vágányú pályán mind állomáson, mind nyíltvonalon 6,00 m; míg az egyvágányú, tápvezetékekkel ellátott pálya nyíltvonali szakaszain a vonali tápvezetékhez való megfelelő biztonsági távolság betarthatósága végett 5,70 m. Az útátjárók felett, a közúti közlekedés biztonsága végett, ezeken a pályaszakaszokon is 6,00 m munkavezeték magasságot kell tartani. Ezekről a magassági méretektől - kivételesen indokolt esetekben felfelé legfeljebb 6,15 m-ig, lefelé pedig 5,05 m-ig szabad eltérni. A legalsó határértéket a felsővezeték műtárgyak alatti átvezetése esetében szabad csak alkalmazni, mert az alacsony felsővezeték (munkavezeték) magasság szállítási korlátozásokat okoz és ez a vasút számára érzékeny veszteséget jelenthet.

4.2.1. A hosszlánc megfogása

Az egyedi megfogási pont elnevezése a szakmai gyakorlatban: *tartószerkezet*. A tartószerkezet úgy van kialakítva, hogy a hosszlánc hőtágulási mozgását a beépített csuklókkal követni tudja miközben a vezetékek vízszintes és függőleges helyzete elvben nem változik. Főbb elemei a következők:

- *főkar*, amely vastag falú, hidegen húzott, horganyzott acélcsőből készül a terheléstől és a tartószerkezet nagyságától függő mérettel, 3,9 m oszlop-vágánytengely távolságig a cső névleges átmérője 5/4" (külső átmérője ~43 mm), 3,9 m-en felül 2" (külső átmérője ~60 mm),
- *feszítőhuzal*, amely 8 mm átmérőjű, horganyzott lágycső acélhuzalból készül az egyenes pálya mellett, illetve az íves pálya külső oldalán álló oszlopokra kerülő tartószerkezeteknél,



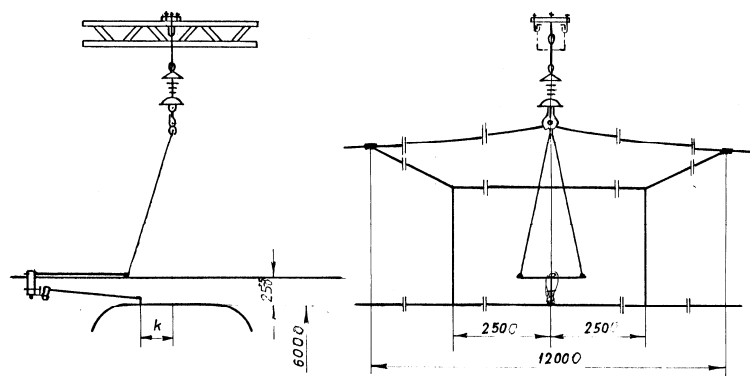
4.8. ábra Tartószerkezet

- *támasztókar*, amelynek feladata a főkarnak az íverővel szemben való megtámasztása, vastag falú, hidegen vont, horganyzott acélcsőből készül az $R < 1000\text{ m}$ sugarú íves pálya belső oldalán álló oszlopokhoz. A cső névleges átmérője 3/4" (külső átmérője ~27 mm),
- *segédkar*, amely szintén horganyzott acélcsőből készül, a kigyózás irányától függő mérettel, külső kigyózású tartószerkezetnél 5/4"-os, belső kigyózásúnál 3/4"-os méretű csőből,
- *oldalkar*, amely megfelelő csatlakozó elemekkel ellátott sajtolt U-alakú alumínium profilrúdból készül, hossza általában 800 mm,
- *szigetelők*, amelyek porcelánból, üvegből, vagy műanyagból készülhetnek, részletes tárgyalásukra a későbbiekben kerül sor,
- *rögzítő- és csatlakozó elemek*, amelyek általában vas-, vagy alumínium öntvények,
- *csuklós tartóbakok*, amelyek hegesztett acélszerkezetek.

Mint a leírtakból is kitűnik a főkar, a feszítő huzal, a támasztókar és a segédkar hosszmérete és egyes esetekben az átmérője is az oszlop-vágánytengely távolság függvényében változik. A tartószerkezet gyártásának egyszerűbbé tétele érdekében a vágánytengely távolság 50 mm-ként növelésével kiszámított, ill. megszerkesztett tartószerkezet mérettáblázatokat készítettek. Ezek a táblázatok általánosan elterjedtek, de ma már minden egyes tartószerkezet méreteit a felmért oszlop - vágánytengely távolság alapján számítógéppel határozzák meg.

A csoportos megfogási pont, vagy felfüggesztés, amelynek a gyakorlatban elfogadott megnevezése: *csomópont*, főbb elemei a következők:

- *függesztő huzal*, amely horganyzott acélhuzalból készül, anyaga és átmérője megegyezik a tartószerkezet feszítő huzalával, hosszát a helyi adottságok határozzák meg,



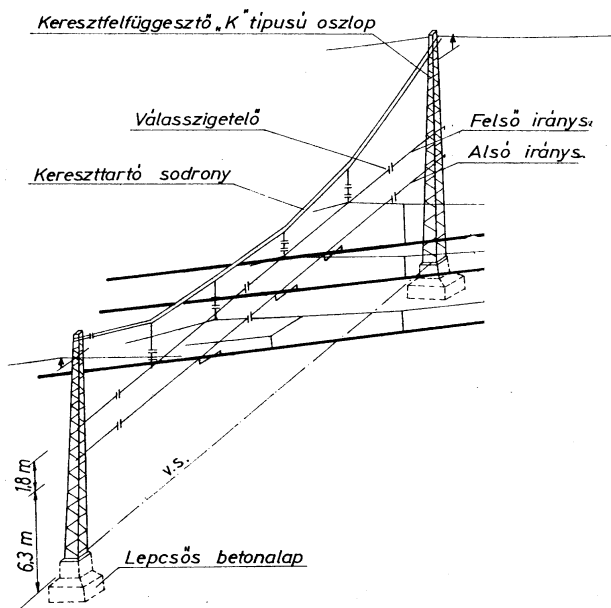
4.9. ábra A csomópont

- *szigetelő*, amely porcelánból, üvegből, vagy műanyagból készülhet,
- *iránysodrony himba*, amely megfelelő csatlakozó elemekkel ellátott horganyzott acélcsőből készül, a cső névleges átmérője 3/4", hossza 1000 mm, a cső két végére rögzített elemek készülhetnek alumíniumból, vagy vasöntvényből,

- *oldalkar*, amely megfelelő csatlakozó elemekkel ellátott sajtolt U-alakú alumínium profilrúdból készül, hossza általában 1200 mm,
- *rögzítő- és csatlakozó elemek*, amelyek általában vas, vagy alumínium öntvények.

A tartószerkezeteket oszlopokra szerelik fel, amelyek készülhetnek fából, betonból, vagy acélból. A felső-vezeték tartó oszlopokat az ideiglenesen állítottak kivételével anyaguktól függetlenül mindig beton alapozással állítják fel.

A csoportos felfüggesztésnél minden esetben acéloszlopokat alkalmaznak. Az egyik típusnál a szélső vágányok külső oldalán (ritkábban a vágányok között) felállított oszlopok között kifeszített acélsodronyra



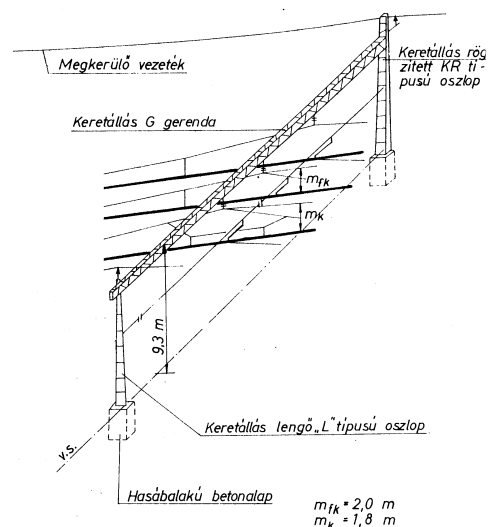
4.10. ábra A kereszttartó

relve. A gerendákat terhelésük, hosszuk, típusuk szerint **felkötéssel**, vagy anélkül szerelik. A munkavezeték kigyózásának beállítására, és a hosszlánc vízszintes erőinek az oszlopra való átadására az irányodrony hivatott.

A meghatározásban az oszlopra vonatkozó többes szám azért került zárójel közé, mert a helyszíni adottságok miatt gyakran szükséges egy rácsos tartóoszlopra ún. konzolos gerendát felszerelni. Ebben az esetben a rácsos tartóoszlop egyik, vagy mindkét oldalára felkötéssel rögzített és az oszlophoz csuklóval csatlakozó gerendát szerelnek. A hosszlánc fel-

függesztik fel a csomópontokon keresztül az egyes vágányok hosszláncait. Az így épült felsővezeték **keresztmezős rendszernek** nevezik. A munkavezeték és a tartósodrony vágánytengelyhez viszonyított helyzetét az irányodronyon lehet beállítani és rögzíteni.

A másik típust **keretállásos**, vagy **portál rendszernek** nevezik. Ennél a hosszláncok, csomópontok a szélső vágányok mellett, 5-6-nál több vágány áthidalása esetén a vágányok között, felállított acél oszlopokra szerelt rácsos acélszerkezetből készült **gerendákra** van felsze-



4.11. ábra A keretállás

függesztése azonos a fent leírtakéval.

4.2.2. A hosszlánc villamos táplálása

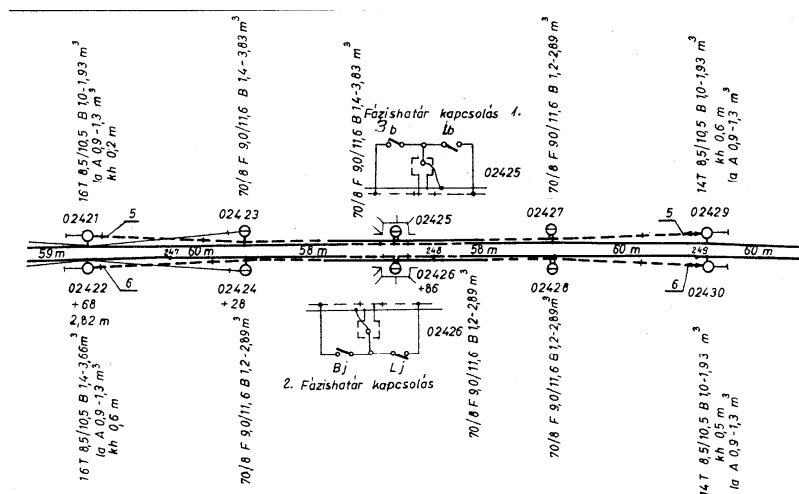
A villamos felsővezeték hálózatot - mint tudjuk - a vontatási transzformátor állomások (alállomások) látják el villamos energiával. A szomszédos alállomások transzformátorai a 120 kV-os országos hálózat egyenletes terhelése végett különböző fázisokra csatlakoznak. Az felsővezeték egyes táplálási szakaszait tehát más-más fázis-feszültséggel táplálják, tehát azokat közvetlenül összekötni nem szabad. A felsővezeték egyes táplálási szakaszait a hosszláncba beépített **fázishatár** választja el egymástól.

A fázishatár kialakítása történhet légszigeteléssel, vagy a külön erre a célra készített fázishatár szakaszszigetelővel.

A fázishatárt mindig a fixpont közelébe kell telepíteni, hogy a vezeték hőtágulási mozgása minél kevésbé zavarja a

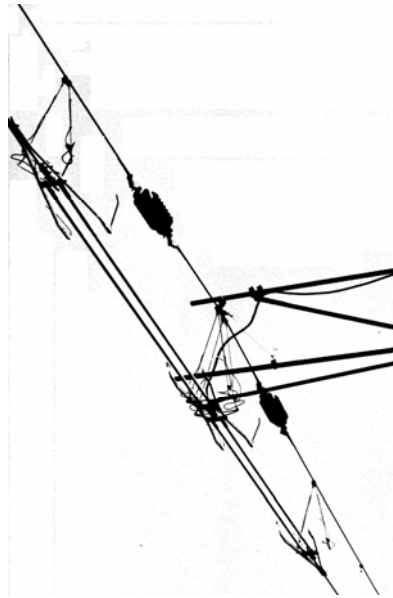
bonyolult vezetékrendszer működését. A fázishatár négy oszlopközre (öt oszlop) terjed ki. A két irányból a fázishatár középhez közeledő hosszláncot fokozatosan kiemelik és a középső oszlopnál, az oszlop mindkét oldalán a hosszláncba beépített szigetelők (kettős szigetelés!) biztosítják a táplálási szakaszok *villamos* elválasztását. Ezen a szakaszon természetesen áramszedő nem érintheti ezt a kiemelt, és szigetelőkkel megszakított felsővezetékét, ezért az áramszedő vezetésére egy rövid, segédhosszláncot szerelnek fel, amely mintegy 50 - 60 m hosszon átveszi az áramszedő vezetését. Ez a segédhosszlánc a rendes üzemi körülmények között feszültségmentes.

Az alállomások transzformátorait és azok védelmét úgy méretezik, hogy szükség esetén át tudjanak táplálni a szomszédos szakaszra is. Ezt a fázishatáron elhelyezett áthidaló szakaszolókkal, az ún. fázishatár kapcsolóval lehet elvégezni. A fázishatár kapcsoló lényegében két, megfelelően összeépített szakaszolóból áll. A szakaszolók a fázisok véletlen összekapcsolásának megelőzése végett kézi működtetés esetén mechanikus, motoros működtetés esetén villamos reteszeléssel vannak ellátva. Ezzel a fázishatár kapcsolóval helyezhető feszültség alá a fent említett segédhosszlánc is akkor, ha egy villamos mozdony megállásra kényszerül alatta. A segéd-



4.12. ábra A fázishatár

hosszláncot mindig arra a feszültségre kell kapcsolni amelyik *felé* a mozdony halad. A táplálási szakaszok összekötése esetén a mechanikus reteszszelést bontani, a villamos reteszszelést pedig „bénítani” kell.



4.13. ábra Fázishatár szakaszszigetelő

A fázishatár szakaszszigetelővel létesített felső-vezeték elválasztásnál a hosszláncba egy, megfelelő szigetelő egységekkel, áramszedő vezető szánkókkal és ívöltő szarvakkal felszerelt, a pályára megengedett áramszedő áthaladási sebességre alkalmas egységet építenek be, lehetőleg úgy, hogy szigetelés közepe oszlopnál, a hosszlánc megfogási pontjánál (tartószerkezetnél, csomópontnál) legyen. A fázishatár-szakaszszigetelő lényegesen rövidebb, mint a légszigetelés, ezért mozdony elakadásra itt nem kell számítani. Az esetleg két felfüggesztett áramszedővel közlekedő mozdony fáziszárlatot okozhat, ezért

a két áramszedővel való közlekedés itt nincs megengedve. A fázishatár-szakaszszigetelő középpontját a biztos villamos elválasztás miatt általában földelni kell.

4.3. Felsővezeték tartó oszlopok

4.3.1. Faoszlopok

A villamos felsővezeték tartó oszlopai anyaguk szerint készülhetnek fából, vasból (acélból), vagy betonból.

A *faoszlopokat* hazánkban csak a villamos vontatás kísérleti időszakában alkalmazták a felsővezeték tartására. Más, jó minőségű faanyagban gazdag országokban, pl. Norvégiában, Svédországban, Új-Zélandon, stb., a felsővezetékét faoszlopokkal építik. A faoszlopok előnyei (súlya kicsi, szállíthatósága, kezelhetősége könnyű) eltörpülnek a hátrányai mellett. Ezek:

- viszonylag rövid élettartam,
- korlátolt méretek, kis szilárdság,
- villámcsapással, tűzzel szembeni érzékenység.

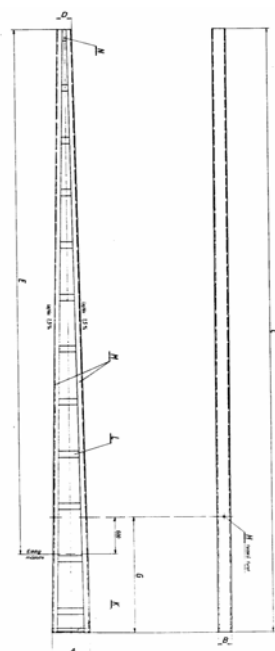
Emiatt a faoszlopokat ma már kizárólag csak ideiglenesen állítják fel felsővezeték tartóoszlopként, pl. ha baleset miatt sérült oszlopot kell kiváltani. Oszlopnak, elvben, minden egyenes növéssű kellő magasságú és keresztmetszetű fa felhasználható. Hazánkban - viszonylagos olcsóságuk miatt - kizárólag fenyőféléket használunk. A faoszlopok élettartamának növe-

lése, a gombák okozta korhadás, a rovarok pusztítása ellen az oszlopokat vegyi anyagokkal átítatják, „telítik”.

A faoszlopokat méreteik és szilárdságuk miatt csak egyedi tartóoszlopként használhatjuk. Nagyobb terheléseknél, kihorgonyzásoknál lehorogonyzott ikeroszlopokat alkalmazunk.

4.3.2. Vasoszlopok

Az idomacélból készült, vagy egyszerűen *vasoszlopok* választéka két alaptípusra osztható. Az egyik típus az ún. tartó oszlopokat foglalja magába. Ezek az oszlopok különleges műszaki intézkedések nélkül csak egy irányba, a terhelési főirányba terhelhetők, a másik terhelési irányba csak jóval kisebb teherbíró képességgel lehet számolni. Hazai viszonylatban ide tartoznak a *T* és az *L* oszloptípusok, amelyek egymással szembe fordított és megfelelő hevederekkel összefogott, melegen hengerelt *U*-acélból készülnek.



4.14. ábra A *T* oszlop

– a megfelelő felületvédelemmel ellátott és gondosan ápoltt oszlop élettartama gyakorlatilag korlátlan,

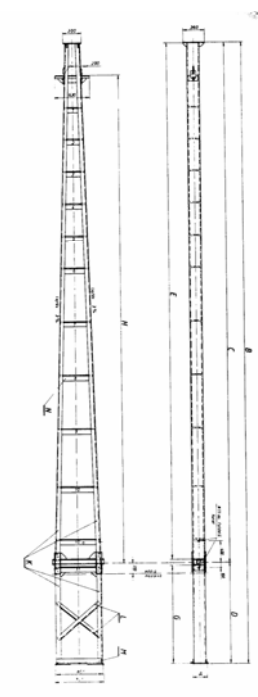
- bármely felmerülő terhelési esetnek megfelelően alakítható ki,
- külső behatásokra (villámcsapás, tűz, vihar, stb.) nem érzékeny,
- esztétikus megjelenésű, karcsú rácsos vas-szerkezet.

A vasoszlopok hátrányai a következők:

A másik típuscsaládhoz tartoznak a hazai oszlopok közül az *F*, a *K*, a *KR* és az *MKR* típusok. Ezek az oszlopok fő és mellék terhelési irányokkal rendelkeznek. A mellék terhelési irány az *F* oszlopoknál a főirány ~60 %-a, *K* és *KR* oszlopoknál pedig ~75 - 78 %-a. Ezeket melegen hengerelt szögacélokból készítik, régebben szegecseléssel, manapság hegesztéssel.

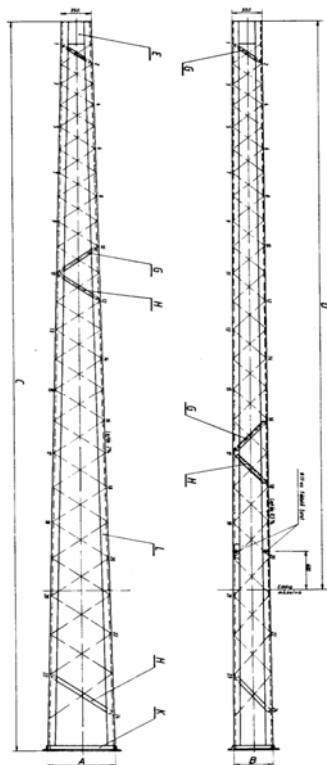
A vasoszlopok előnyei a következők:

- a megfelelő felületvédelemmel ellátott és gondosan ápoltt oszlop élettartama gyakorlatilag korlátlan,



4.15. ábra Az *L* oszlop

- drága az előállításuk,
- a nagy oszlopok tekintélyes súlyuk miatt csak daruval állíthatók fel,
- az oszlopot korrózió ellen költséges eljárással meg kell védeni és a védőréteget időnként fel kell újítani.



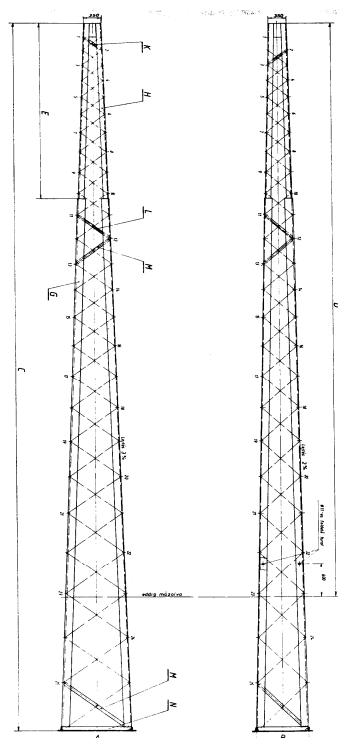
4.16. ábra Az *F* oszlop

Általában az oszlopokat terhelés főirányuknak megfelelően a vágánytengelyre merőlegesen állítják fel. E szabály alól kivétel az *L* és az *F* oszlop, amelynek fő terhelési iránya a vágánytengellyel párhuzamos. Ha a *T*, a *K*, vagy a *KR* oszlopokat valamely műszaki okból úgy állítják fel, hogy terhelhetőségi fő irányuk a vágánytengellyel párhuzamos lesz, akkor *lapjára állított oszlopról* beszélünk.

Az oszlopok fejszélességének és övhajlásának ismeretében bármely oszlop esetén kiszámítható a vizsgált keresztmetszetben az oszlop fő- és mellékirányú mérete, pl. egy 11 m hosszú *T* - oszlop aljának mérete 530 mm, és csúcsától 9,30 m-re lévő befogási síkban 479 mm.

Az acéloszlopok teljes hosszán végigfutó U vagy szögvas elemet övvasnak nevezzük. Az övvasakat a rácsrudak fogják össze. Az U-vas oszlopok vízszintes rácsrúdjaikat hevedereknek is nevezik. Az oszlop csúcsánál az övvasakat összefogó nagyobb méretű hevedert fejlemeznek nevezik, míg az oszlop alsó végét szögacélból készített keret, az oszloptalp zárja le.

Az egyes oszloptípusok fejszélessége és az oszlopövek hajlása különböző és a típusra jellemző érték. A használatos oszloptípusoknál ezt a következő oldalon látható táblázat adja meg:



4.17. ábra A *K* oszlop

Az acéloszlopok állandó méretei:

oszloptípus	fejszélesség [mm]	*) övvasak hajlása [%]	
		főirány	mellékirány
T oszlopok	200 x U	3	0
L oszlopok	300 x 360	0	6
F oszlopok	350 x 350	1	4
K oszlopok	350 x 350	4	6
KR oszlopok	500 x 500	5	3

*) A táblázat az egymással szemben lévő két övvas együttes összetartási értékét adja meg. Az egyes oszlopöveknek függőleges irányhoz viszonyított dőlése a táblázati érték fele.

4.3.3. Betonoszlopok

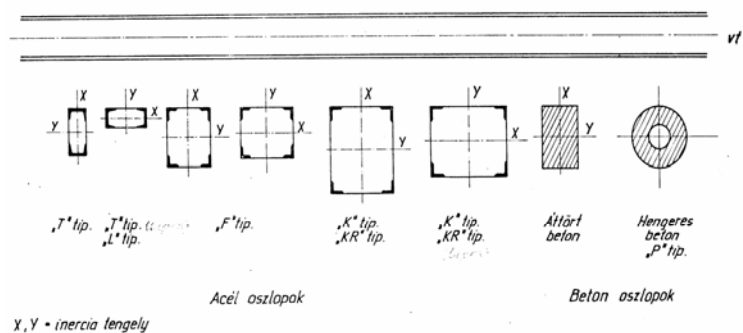
A különféle gyártási technológiával készült *betonoszlopok* közül a felsővezeték tartóoszlopaként a hazai gyakorlatban csak az ún. *előfeszített vasbeton oszlopokat* alkalmazzák. Ezek lehetnek négyszög, vagy kúpos, körgyűrű keresztmetszetű oszlopok. A négyszög keresztmetszetű oszlopok terhelési mellékiránya kb. a főirány 50 %-a, míg a körgyűrű keresztmetszetűeknél természetesen nem különböztethetünk meg terhelési fő, vagy mellékirányt.

A betonoszlopok előnyei:

- az előállításuk olcsó,
- teherbírásuk, rugalmasságuk nagy,
- nem rozsdásodnak, felületvédelemre általában nincs szükség, karbantartást nem igényelnek,
- élettartamuk hosszú,
- környezeti károkozókra (villámcsapás, tűz, stb.) nem érzékenyek.

A betonoszlopok hátrányai:

- nehezek, tömegük a velük azonos teherbírású vasoszlopokénak 3-4-szeresét is elérheti,
- ebből eredően szállításuk, kezelésük nehéz, emelőgépet igényel,
- sérülékeny, a betonoszlop érzékeny a hajlításra, ütésre, megrepedhet, vagy el is törhet,



4.18. ábra Az oszlopok terhelési irányai

- a megsérült oszlop vasalása korrodálódik és ezáltal az oszlop szilárdsága csökken,
- egyes esetekben a talajvíz összetételére érzékeny, betonkorrózió léphet fel.

A négyszög keresztmetszetű feszített betonoszlopok hagyományos betonelem gyártási technológiával készülnek. Az oszloptól elvárt teherbíró képessége szerint kialakított sodronykötél pászmákat lágyacél kengyelekkel összefogva, az oszlop alakjának megfelelő vaslemezről készült formába helyezik és az előírt húzóerővel megfeszítik, majd a betonozó formát képlékeny betonnal kitöltik. A szükséges betontömörséget vibrátoros tömörítéssel érik el. A beton megszilárdulása után a feszítőerőt oldják, s a kész oszlop a formából kivehető.

Az oszlop típusjele: *B*. A felsővezeték építésénél eddig két típus került kipróbálásra, a B 11/2-es és a B 11/4-es. A típusjel utáni első szám az oszlop teljes hosszát, a törtvonal utáni pedig a csúcshúzó erő értékét kN-ban adja meg.

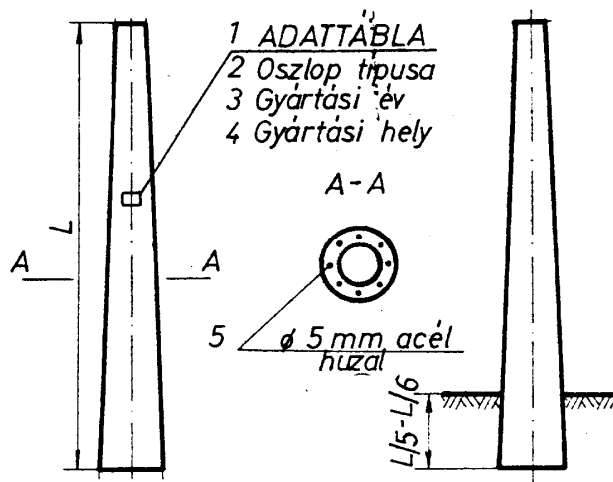
A kör keresztmetszetű előfeszített betonoszlopokat ún. centrifugál öntésű technológiával készítik. Az oszloptípustól függően a sodronykötél pászmákat még kiegészítik különféle betonacél elemekkel, majd a körben, egyenlő távolságban elhelyezett vasalást lágyacél huzallal, egyenletes menetemelkedéssel körülcsévélik. Az így összeállított szerkezetet az oszlop méretének megfelelő erős acéllemez formába helyezik és az előírt húzóerővel megfeszítik. A csőszerű betonozó formába az előírt képlékeny betonmennyiséget betöltik.

A szükséges tömörség elérése végett a feltöltött formát forgató gépbe helyezik és kb. 600 fordulat/perc-cel az oszlop méretétől függő, megfelelő időtartamig forgatják. A forgatás után a „csőben” összegyűlt cementiszapot kiöntik. Ezután a formát a benne lévő oszloppal együtt a beton kötésének gyorsítása végett hőkezelő kemencébe helyezik, ahol $\sim 80^{\circ}\text{C}$ -on 8-9 órát tölt el. A kemencéből való kivétel után a feszítőerőt oldják, s a kész oszlopot a formából kitolják. Ezt követően a külső hőmérséklettől függő időtartamig zárt helyen hűl le az oszlop, majd a külső tárolóban elhelyezve fejeződik be a beton kötése.

A centrifugál öntésű betonoszlopok jele *P* amely a bevezetése óta meggyökeresedett elnevezése a centrifugálási, „pörgetési” eljárásból származik. Az eddig alkalmazott P oszlopok méreteit a táblázatban láthatjuk:

5.4. Az oszlopok típus- és méretválasztéka

A felsővezeték tartó oszlopokat rendeltetésük és méreteik szerint csoportokba sorolják. Az egyszerű tartóoszlopok jele: *T*. Terhbiró képességüket az övvasak mérete határozza meg, ez lehet 100, 120, 140, 160, 180 és 200 mm-es gerincmagasságú *U* acél. A hevederek távolsága 1,0 m. Tervjelölésük szerint: 10 *T* ... 20 *T*-s oszlop.



4.19. ábra A *P*-típusú oszlop

A keretállások egyszerű tartóoszlopa, amely a gerenda hőtágulását a beépített csuklószerkezete által lehetővé teszi, a *lengőoszlop*, típusjele: *L*. Két fő típusa a 160 és a 200 mm-es gerincmagasságú *U* acélból, szögacél vízszintes rácsozattal (hevederekkel) készül. Tervjelölésük: 16 *L*, 20 *L*. Különleges esetben hosszlánc, vagy fixpont kihorgonyzás is kerülhet lehorgonyzott lengő oszlopra, de azokat az oszlopokat överősítéssel készítik és a tervjelölésük is megváltozik, LH-ra, illetve LR-re. Ebben az esetben azonban csak „ál-lehorgonyzásról” van szó, mert a lehorgonyzás nem az oszlophoz, hanem az oszlopra kifutó vezetékhez csatlakozik. Az oszlop a kihorgonyzásból származó vízszintes erőt nem vesz át, csak a függőleges többletterhelést kell felvennie.

A *feszítő* oszlopok fő felhasználási területe - nevüket is innen kapták - a hosszlánc kihorgonyzása, típusjelük *F*. Ebből eredően fő terhelési irányuk a vágánnyal párhuzamos. Övvasuk 70, 80, 90, 100, 120, vagy 140 mm-es szelvényű szögacél, rácsozatuk szabályos, ferdén álló szögvasakból készül. Tervjelölésük az övvas méretét tükrözi, s így abban a szögacél-nak a szelvény méretsorozatán belüli vastagsága is szerepel: 70/8 *F* ... 100/10 *F* ... 140/14 *F*.

A *kereszttartó* oszlopok a több vágány felsővezetékét tartó kéttámaszú kötélpoligon tartására hívatottak, típusjelük *K*. Fő terhelés irányuk a vágányra merőleges, de gyakran szükséges a vágánnyal párhuzamos irányú kihorgonyzó erők felvétele is. Kialakításuk, típusválasztékuk ezt lehetővé teszi. Övvasuk 90, 100, 120, 140, vagy 160 mm-es szelvényű szögacél, rácsozatuk szabályos, ferdén álló szögvasakból készül. A tervjelölésük az övvas méretét tükrözi, s így abban a szögacél-nak a szelvény méretsoroza-

tán belüli vastagsága isszerepel: 90/9 K ... 120/10 K, és 120/12 K ... 160/14 K, 160/16 K.

A *keretállás rögzített* oldali tartóoszlopához mereven kapcsolják a több vágányt áthidaló gerendaszerkezetet. Szükség esetén a gerenda köz-benső „alátámasztását”, a gerendafelkötést is tartja. Típusjele: *KR*. Fő terhelés irányuk a vágányra merőleges, de gyakran szükséges a vágánnyal párhuzamos irányú kihorgonyzó erők felvétele is. Kialakításuk, típusválasztékuk ezt lehetővé teszi. Övvasuk 80, 90, 100, 120, és különleges esetben 140 mm-es szögacél, rácsozatuk szabályos, ferdén álló szögvasakból készül. A gerendák felerősítésének magasságában keretszerű erősítő rácsrudakat építenek be az övszárak közé. A tervjelölésük az övvas méretének felel meg, s így abban a szögacélnak a szelvény méretingsorozatán belüli vastagsága is szerepel: 80/8 KR ... 120/12 KR.

A KR sorozaton belül különlegesség az ún. mini KR oszlop, amely nem téglalap, hanem négyzet keresztmetszetű talppal van kialakítva. Egyetlen típus van használatban, amelynek tervjele: 70/7 MKR.

A vasoszlopok típusválasztékát néhány éve a külföldön általánosan alkalmazott alapcsavarra, vagy más néven tőcsavarra állított oszlopokkal bővítettük. Bevezetésére a betonlap készítés és az oszlopállítási időbeli szétválasztása miatt került sor. Ez esetben az oszlopok nincsenek közvetlenül bebetonozva az alapba, hanem alapcsavarokat helyeznek el a betonozáskor és oszlopokat későbbi időpontban ezekkel rögzítik le.

Az alapcsavaros oszlopállítási előnyei a következők:

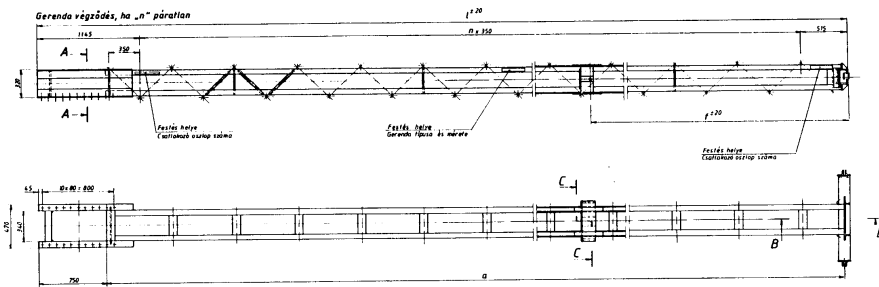
- az alapbetonozás előre, az oszlopállítási munkától függetlenül elkészíthető, az időjárási körülmények könnyebben figyelembe vehető, a téli betonozás elkerülhető,
- az oszlopállítási a beton kötése után, az időjárástól függetlenül bármikor elvégezhető,
- a felsővezeték szerelését az oszlop felállítása (és lerögzítése) után azonnal meg lehet kezdeni.

A tőcsavaros oszlop befogási síkjában az övvasakra egy-egy, a csavaroknak megfelelő fúratokkal ellátott talplemezt hegesztnek. A megfelelő szilárdság biztosítása végett az övvas-talplemez kapcsolatot bordákkal erősítik és a talplemezeket egymással összekötik. A talplemez fúratainak átmérője és száma az oszlop típusától és a csavarok méretétől függ.

Az oszlopok egyéb főbb méretei azonosak a megfelelő alaptípusával. A tőcsavaros oszlopok tervjele: a •C, így megkülönböztetünk: *TC, FC, KC, KRC*, stb. oszloptípus sorozatokat.

5.5. Gerendák

Nem az oszlopok kategóriájába tartozik, de szerkezeti kialakításánál fogva itt ejtünk a keretállás vízszintes tartóeleméről, a *gerendáról* is. A gerenda rácsos acélszerkezet, amely az őt tartó egyik oszlophoz mindig mereven, a másik oszlophoz pedig, ha az lengő oszlop, akkor mereven, ha az KR oszlop, akkor görgős alátámasztással kapcsolódik. A lengő oszlophoz való merev kapcsolódást az oszlopnak a már említett csuklós kialakítása teszi lehetővé.



4.20. ábra G 300-as gerenda

A gerenda hosszváltozását a másik esetben a görgőkre való támaszkodás engedi meg. A gerenda vízszintes oldalai hevederlemez, függőleges oldalai pedig ferde rácsozattal készülnek. A teherbírás igény függvényében változhat szerkezetének magassága: 300 mm-re, vagy 450 mm-re, továbbá övvasainak mérete lehet 60x60x6 mm-es egyenlőszárú szögacél, vagy 65x100x7 mm-es L-acél.

A felsorolt paraméterek megváltoztatásával a gerenda típusok széles választékát lehet létrehozni. A két alaptípust a gerenda szerkezeti magasságával határozzák meg, tervjelölésük G 300 és G 450. Amíg a G 300-as sorozat övvas mérete minden esetben 60x60x6 mm, a G 450-es típusok övvasa a terhelési kívánalmak függvényében mindkét megadott idomacélból is készülhet. A változatok sorát tovább bővíti a felkötéssel, ill. anélkül készített gerendák sora, továbbá a lengő, vagy görgős alátámasztáshoz való kiképzés és esetleg a lengő oszlopon túlnyúló konzollal készült gerenda, a már említett egy tartóoszlopos gerenda, vagy a kettős keretállások ún. csuklós gerendakapcsolatának megfelelő kialakítás.

4.6. Az oszlopok elhelyezése

A gerendákkal foglalkozó kis kitérő után folytassuk az oszlopokkal kapcsolatos ismereteink bővítését. Az egyes oszloptípusoknak a vágányhoz viszonyítva kitüntetett felállítási helyzetük van. Általános esetben a fő terhelés irányának megfelelően (ld. ábra) állítják fel őket. Az ettől való eltérést számítással kell igazolni, és a terven külön elő kell írni. Erre példa a „lapjára állított” oszlop, amelynek külön rajzjele is van.

A villamos felsővezeték építésben az oszlop hosszát a következők szerint adjuk meg:

- a *teljes hossz*, az oszlop két vége közötti távolság;
- a *hasznos hossz*, a vágány-járósík feletti oszlopmagasság;
- a *szabad hossz*, az alapbetonból, kiálló teljes oszlopmagasság.

A fentiek felhasználásával a felsővezeték építési tervein az oszlopok típus és méretadatait az alábbiak szerint kell megadni.

Pl.:	T oszlop esetén:	12T 8,8/11,5
	P oszlop esetén:	P600 8,3/10,5
	F oszlop esetén:	100/10F 9,8/11,6
	K, KR oszlop esetén:	120/12K 13,5/16,0 és 70/7MKR 10,0/12,0 stb., de
	L oszlop esetén:	16L 8650.

Az adatok közül az első számjegy az övacél méretét jelenti, a betűjel az oszlop típusát jelöli (ez alól kivétel a P oszlop), a tört számlálója az oszlop hasznos hosszát és a nevezőben lévő szám pedig az oszlop teljes hosszát adja meg. Az L oszlopoknál a típusjel utáni szám a gerendatám csuklópont feletti magasságát jelenti. A csuklópont vágány-járósík feletti magasságát a tervdokumentációban kell megadni, ez általában 200 - 300 mm.

Az oszlop hasznos hosszát úgy kell megállapítani, hogy a szabványos szerkezeti magasság mellett a munkavezeték vágány-járósík feletti magassága az adott helyen előírt értékű legyen.

4.7. Az oszlopok alapozása

A felsővezeték általános kialakításának tárgyalása során, amelyet „fent” a hosszlánccal kezdtünk, eljutottunk „le” a talajhoz, az oszlop alapjához. Az alapozás célja az oszlopnak a talajban való rögzítése. Ezért az alapozást úgy kell elkészíteni, hogy az oszlop állékonysága biztosítva legyen, tehát az oszlop a rá ható erők következtében meg ne mozduljon. Műszaki ismereteink szerint többféle megoldás is lehetséges, amit az oszlop anyaga, alakja, méretei és szerkezete, illetve a talaj minősége határozhat meg. Az alapozásra a felsővezeték építési költségének jelentős hányadát kell fordítani, ezért annak helyes megtervezésénél és elkészítésénél nemcsak statikai, hanem gazdasági szempontból is különös gondossággal kell eljárni. Már tudjuk, hogy az ideiglenesen állított oszlopok kivételével mindig *betonalapozást* alkalmazunk. Ennek oka az, hogy a beton alap:

- statikailag könnyen méretezhető,
- a különféle talajminőséghez különleges intézkedések nélkül illeszthető (méret és típus változtatással),
- megvédi a vasoszlopot a korróziótól.

4.7.1 Ideiglenesen állított oszlopok alapozása

Ideiglenes oszlopként faoszlopot, vagy *T* típusú oszlopot használnak. Rácsos oszlopokat ideiglenes oszlopnak csak rendkívüli esetben állítanak fel. Az ideiglenes oszlopokat földbe, vagy csekély szilárdságú, ún. szerelő betonba ágyazva állítják fel.

4.7.1.1. Faoszlopok

A faoszlopot, mint ideiglenes oszlopot mindig közvetlenül a földbe állítják, ezért, mint már említettem valamely konzerváló anyaggal telíteni kell, mert a rovarok és a gombák a natúr faoszlopot hihetetlenül rövid idő alatt tönkre teszik. A korhadáshoz nedvesség jelenléte is szükséges, mert a gombák a faanyagot csak felduzzasztott állapotban tudják megtámadni. A korhadás legelőször és a legnagyobb mértékben ott jelentkezik, ahol a fa a legnedvesebb. Ezért a faoszlopot betonba állítani nem szabad, mert a betonnal körülvett rész a beszivárgó és távozni nem tudó nedvesség hatására idő előtt elkorhad, ami annál is inkább veszélyes mert nem ellenőrizhető. A nedvesség még úgy is elősegíti a faanyag pusztulását, hogy az időjárási körülmények miatti kiszáradásból - nedvesedésből eredően kisebb-nagyobb felületi repedések keletkeznek, amelyeken keresztül a gombák az oszlop belsejébe hatolhatnak. Ez leginkább a talajfelszín közelében, az alatt és fölött kb. 500-500 mm hosszon következik be. Ez a kb. 1 m-es szakasz a faoszlop legveszélyeztetettebb része.

A hosszabb idő (egy év) óta álló faoszlopokat az egy év letelte után, majd fél évenként meg kell vizsgálni, hogy a fent említett egy méteres befo-gási szakaszban nincs-e veszélyes rongálódás.

A faoszlopokat felállításuk előtt próbaterhelésnek kell alávetni. Ez különös jelentőséggel bír a használt oszlopoknál, mert a vizsgálatok költsége bőségesen megtérül azzal, hogy megbízható szilárdságú oszlopot építünk be és ezáltal balesetet, vagy üzemzavart előzhetünk meg.

A faoszlopba sínszeget beütni, abban fúratokat készíteni - az ikeroszlopok összefogásának kivételével - tilos! A faoszlopra kerülő szerelvényeket bilincsekkel kell rögzíteni.

A faoszlopok gödreinek mélysége az oszlop teljes hosszának 1/6-od része, de legalább 1,5 m (a talajszinttől számítva).

4.7.1.2. Ideiglenes vasoszlop alapja

Az ideiglenesen állítandó vasoszlopok alapgödreinek mélységét ugyanúgy állapítjuk meg, mint a faoszlopok esetében. Tehát az oszlop hosszának 1/6-od része, de legalább 1,5 m.

Az oszlop próbaterhelésével nem kell foglalkoznunk, mert az legyártott oszlop a kiszámított terhelésnek megfelel.

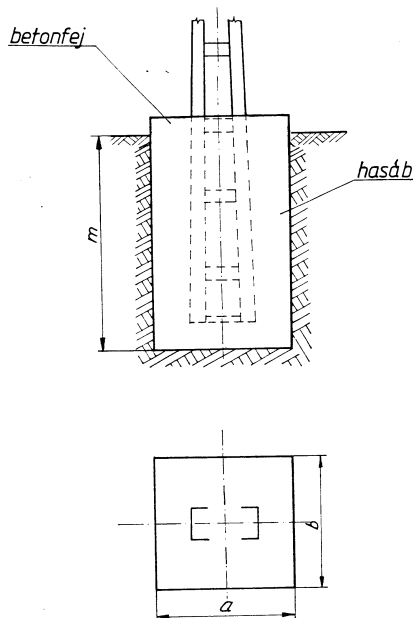
4.7.2. Betonlapok

A betonlap méretezésére később még röviden visszatérünk. A felsővezeték tartó oszlopok alapozására hazánkban eddig csak ún. monolit beton tömbalapokat használtak. Ezeknek két nagy csoportját különböztetjük meg:

- a befogott-, vagy hasáb alapokat és
- a súly-, vagy lépcsős alapokat.

A hasáb- és lépcsős alapokon kívül ismert még a lemezalap és a cölöp alapozás. Alkalmazásukat különleges talajmechanikai körülmények indokolhatják, ismertetésükre külön fejezetben fogunk sort keríteni.

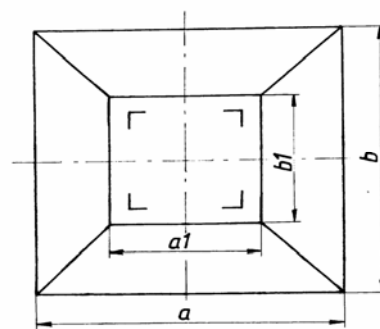
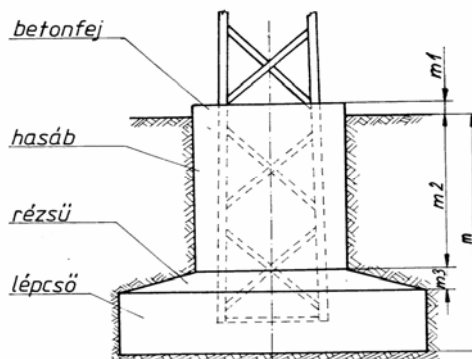
A hasáb alap az oszlopra ható erők felvételét a talajba való befogása által biztosítja. Az oszlopra ható vízszintes irányú erőkkel az alap oldalára ható talaj reakció erő tart egyensúlyt. A függőleges irányú súlyerőket pedig az alapozás alatti talajszilárdság veszi fel.



4.21. ábra Hasáb alap

Lépcsős alapnál a vízszintes (a felsővezeték és a reá ható erők) és a függőleges (az oszlopra ható vezeték súly, az oszlop súlya, az alap súlya, és az alapon nyugvó földtömeg súlya) erőkől eredő talajnyomásnak kisebbnek kell lennie a talajszilárdságnál.

Ezeket a feltételeket úgy tudják teljesíteni, hogy az oszlopra ható különbözőféle terhelési módoknak megfelelően, azoknak megfelelő alakú és méretű beton alapokat alkalmaznak. Az oszlop rendeltetésének ismeretében már



4.22. ábra Lépcsős alap

a terv készítése során kiszámítják az alapot terhelő erőket, majd ezek ismeretében a betonalap méretezési diagramok és táblázatok segítségével kiválasztják a megfelelő alapot.

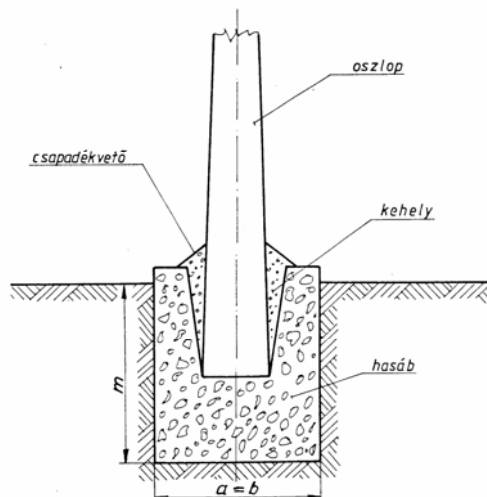
Az általunk jelenleg alkalmazott alapokat típuscsoportokba sorolták. A hasábos- és lépcsős alaptípusokat az alapozási mélység szerint tovább bontják (ld. az alábbi táblázatokat).

Hasáb alaptípus	Alapmélység [m]
A	1,60
B	1,80
U	2,00
C	2,30
V	2,50
Z	3,00
Y	3,30

lépcsős alaptípus	alapmélység [m]
D	2,20
E	2,50
F	3,00
G	3,50

Az egyes, azonos mélységű alaptípusokon belül a változó terhelési eseteknek megfelelően többféle alapkeresztmetszet létezik, kivéve az „A” típust, amelyből csak két alap méret van.

Az összes alaptípust, azok méreteit, térfogatát táblázatokba foglalták és részben tervezési, részben kivitelezési segédletként alkalmazzák.



4.23 ábra A kehely alap

A hasáb alapok speciális változata a beton oszlopok számára készített ún. kehely alap, amelybe központosan egy, fentről lefelé csökkenő méretű, csonkakúpos üreget, kelyhet képeznek ki. Ebbe a kehelybe állítják bele a körszelvényű beton oszlopot (ld. majd a technológiai fejezetet). A kehelyalapok tervjele: A_k , B_k és C_k , méreteik megegyeznek a megfelelő hasábalapok méreteivel.

A vonali szakaszolások középszlopai betonoszlopok vonalon két, egymástól 900 mm távolságra állított „ikeroszloppal” készülnek. Az ikeroszlopokhoz alkalmazott hasábalap-típusok tervjele: AI_k , BI_k és CI_k , vágányra merőleges méretük megegyezik a megfelelő hasáb-

alap méretével, a vágánnyal párhuzamos oldaluk hossza pedig a hasábalap méretének (s egyben a keresztirányú méretüknek) kétszerese.

A lépcsős alapok különleges fajtája az ún. lemezalap, amelyet magas talajvíz-állás esetén lehet alkalmazni. A lemezalapok alapozási síkja a talajszint alatt a legtöbb esetben 1 - 1,5 m mélységben van, a legmélyebb lemezalap 1,8 m mélységű. A lemezalapok mérettáblázatát a 12c. táblázat tartalmazza. Látható, hogy igen nagy felületen támaszkodnak az - általában nem túl nagy szilárdságú - talajra. A lemezalapok tervjelölése: *LE*, pl.: *LE 1,9x2,6*.

Egyelőre még a különleges alapozási módok közé tartozik a hazai gyakorlatban a cölöpalapok készítése. Alkalmazására ott kerül sor, ahol a talajviszonyok miatt a felsővezeték tartó oszlopok hagyományos alapozása nem felel meg az oszlop állékonysági követelményeinek.

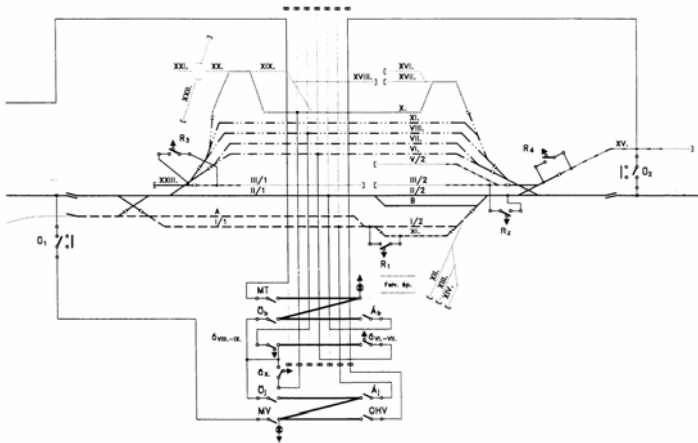
Az alapozásnak - mint arról a későbbiekben még részletesen szó lesz - nyomtatékot kell a talajnak átadnia. Ezt a feltételt kielégítő megfelelő alapozási mód döntő mértékben függ a talaj szerkezetétől. A felsővezeték tartó oszlopokat nemcsak a „jó teherbíró” talajokban, hanem gyenge talajszilárdság esetén is tudni kell alapozni, mint a tőzeg, folyóhomok, vagy lápos talajviszonyok esetén. A cölöpök statikai számításánál minden esetben meg kell állapítani a talajmechanikai jellemzőket. A nem teherbíró rétegek (pl. tőzeg) vastagsága, amelyet a cölöp méretezésénél figyelembe kell venni, lényeges szempont a cölöphossz megállapításához.

A külföldi, elsősorban a német vasút az alapozás gépesítése, valamint a kedvezőtlen talajadottságok miatt már korábban rákényszerült a cölöpalapok alkalmazására. Ott az alapozásnál H-szelvényű idomacélt, vagy acélcsövet vernek le. A cölöpre korábban csak lecsavarozható acéloszlopot helyeztek. A legutóbbi fejlesztés során kidolgozták a centrifugál öntésű (pörgetett) feszített betonoszlopok cölöpözési technológiáját. Ennél elmarad az acéloszlopoknál szükséges betonfej. A betonoszlopot a talajba levert csőre „ráhúzzák”. A talajba levert cső külső átmérőjét és az oszlop belső átmérőjét úgy illesztik egymáshoz, hogy köztük maximum 28 mm hézag legyen. Erre a közbenső hézagra azért van szükség, hogy egyrészt a kisebb leverési pontatlanságokat kiegyenlítsék, másrészt pedig, az oszlop és a cölöp kapcsolatát létrehozandó, ezt az űrt az oszlop e célra készült nyílásán keresztül gyorsan-kötő habarccsal öntik ki. A cölöpöt védősapkával verik le a talajba. Ez a védősapka úgy van kialakítva, hogy mintegy fél méter mélyen belemegy a földbe, így minden további nélkül ráültethető az oszlop a cölöpre. Az oszlop beigazítása végett az oszlop alsó végétől 500 mm távolságra egy szigetelő anyaggal bevont alátámasztó rudat helyeznek be az oszlopba. A kiöntő habarcs gyorsan megszilárdul és 10 perc múlva az oszloprögzítő támasz elvehető. Ennek az alapozási módnak előnye, hogy szükségtelenné válik az alapgyödör kiásása, a dúcolás és a talajvízről való gondoskodás.

5. A tervezés megkezdése és a készítendő tervek

5.1 Feszítési- és kapcsolási tervek

Valamely vasútvonal villamosításának megtervezése a teljes vonalra vonatkozó, az összes villamosítandó állomási, megállóhelyi vágányt, nyíltvonalai vágánykapcsolatot stb. tartalmazó **kapcsolási terv** készítésével kezdődik. Ennek elkészítéséhez ismerni kell a vonalszakasz állapotát a villamosítás időpontjában, a tervezett fejlesztéseket, pályamozgásokat. A kapcsolási terv egy torzleptékű rajz, amely tartalmazza az



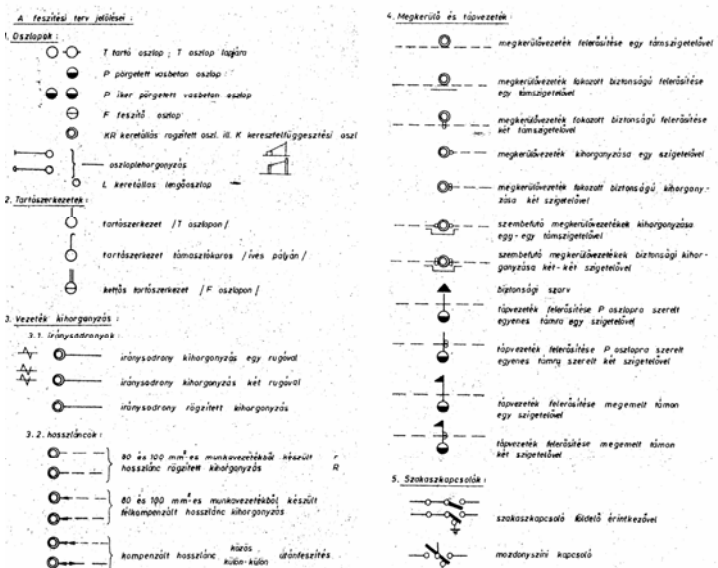
5.1. ábra Kapcsolási tervrészlet

alállomás(ok) és a fázishatárok elhelyezését, a betáplálási pontokat, az állomások kapcsolási vázlatait, áramkörökre bontva, a szakaszszigetelők helyét, a megkerülő- és a tápvezetékek csatlakozási pontjait, a kapcsolók, túlfeszültség levezetők helyét, továbbá a nyíltvonalai vágánykapcsolatokat, táplálási szakaszokat, stb.

Abban az esetben, ha a villamosításra nem a meglévő állapotban kerül sor, akkor ez a kapcsolási terv csak szakaszonként a pálya (át)építési tervek elkészülte után állítható össze, gyakran csak utólag, a villamosítás befejeztével, de a főbb elképzeléseket akkor is le kell előre fektetni.

A tervezés következő lépése a **feszítési terv** készítése. A feszítési terv egy, általában 1:1000-es (állomásokon esetleg 1:500-as) méretarányban készült rajz, amely nemcsak a főbb pályaadatakat, épületek, műtárgyak helyét, vágányokat, váltókat, pályaszelvényezést, íveket, stb. tartalmazza, hanem az évtizedek alatt kialakult sematikus tervjelölésekkel látható rajta az összes felsővezetési berendezés, a hosszláncok, szakaszolások, oszlopok, alapok, utánfeszítések, stb.

A feszítési terv készítésének első fázisa a rendelkezésre álló pálya helyszínrajzok alapján a rajz-



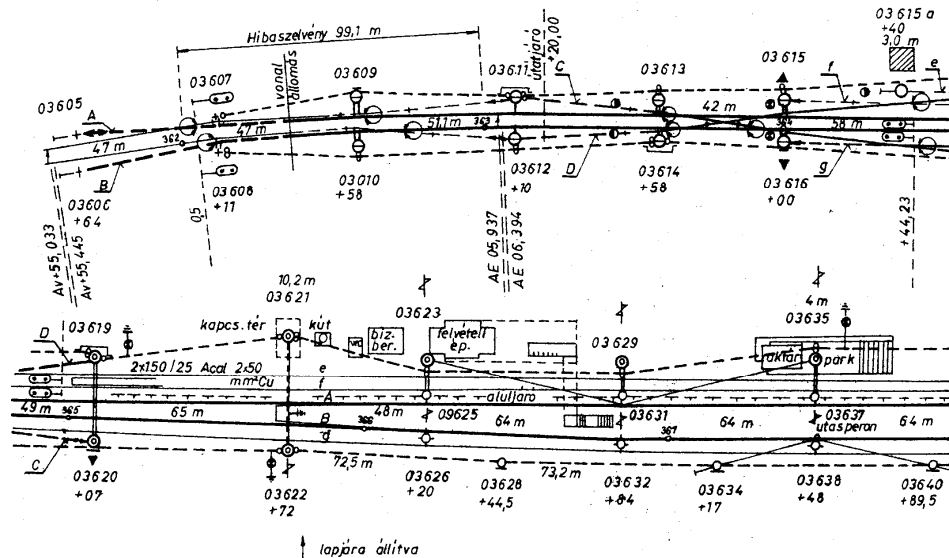
5.2. ábra Felsővezetési tervjelek (részlet)

asztalon történik. A pályatervek szintén 1:1000-es, vagy 1:500-as méretarányban készülnek. Ezek a tervek valamennyi, a felsővezetéki terv számára szükséges pályaadatot tartalmazzák, így a pálya szelvényezését, az esetleges hibaszelvényeket, a váltók, a jelzők, a felvételi- és egyéb épületek, a műtárgyak, útátjárók, pályáívek kezdő és végpontjainak helyeit szelvényezés szerint, továbbá az ívek sugarának nagyságát. Mivel a mi feszítési terveink is ezzel azonos méretarányban készülnek, nem okoz gondot a számunkra fontos adatok átvétele. Az így kapott rajzon elkészítik a felsővezeték hálózat nyers tervét. Felrajzolják az oszlopokat, a hosszláncok kihorgonyzásait, a szakaszolások helyét, a megkerülő- és a tápvezeték kihorgonyzási és keresztezési helyeit, szakaszszigetelőket, kapcsolótereket, stb., minden egységet, amelynek rajzon való jelenléte szükséges lesz a helyszíni felméréseknél történő ellenőrzéshez, adategyeztetéshez.

A tervkészítés következő fázisa a helyszíni felmérés. Ekkor a nyers feszítési terv adatait, az oszlopok, kapcsolók, jelzők, ívek, stb., egyeztetik a valósággal. A helyszíni felmérés során mindig meg kell változtatni néhány oszlop, vezeték kihorgonyzás, vagy egyéb felsővezetéki egység helyét.

A helyszíni bejárás és a helyszínt jól ismerő más szolgálati ágak képviselőivel lefolytatott adategyeztetés után ismét a rajztermi munka következik. Fel kell dolgozni a kapott adatokat, azokat a tervre rá kell vezetni és ennek megfelelően módosítani kell a nyers tervet. A hosszláncok hosszának végleges meghatározása, a szakaszolások helye, megkerülő- és tápvezetékek vonalvezetése, kihorgonyzásai, válasz- és szakaszszigetelők beépítése, és minden egyes felsővezetéki elem befolyással bír a következő tervezési fázis, az alapok és oszlopok méreteinek meghatározására.

Számításokkal méretezni természetesen csak a helyi körülmények megismerése után meghatározott alapokat, oszlopokat, keresztartókat és gerendákat szükséges. Esetenként ellenőrizni kell a megkerülő- és tápvezetékek belógását (pl. útátjárók, műtárgyak alatt és felett, valamint más vezetékek feletti átvezetésnél), a hosszláncok magasság és szerkezeti magasság csökkentését (pl. híd alatti hosszlánc átvezetésnél). Az többi felsővezetéki elem kialakítására nálunk házi szabványok és előírások vonatkoznak. Így pl. a munkavezeték keresztmetszete átmenő fővágányok felett 100 mm^2 , mellékvágányok felett 65 mm^2 , a tartósodrony keresztmetszete mindig 50 mm^2 , az irány sodrony 70 mm^2 , a munkavezeték magassága kétvágányú pályán 6,00 m, egyvágányú pályán, ha a hosszláncal párhuzamosan tápvezeték is fut az oszlopsoron 5,70 m, de útátjárók felett itt is mindig 6,00 m. Az oszlop-vágánytengely távolság nyílt vonalon legalább 2,60 m, állomáson 3,00 m, megállóhelyen 5,00 m, stb.

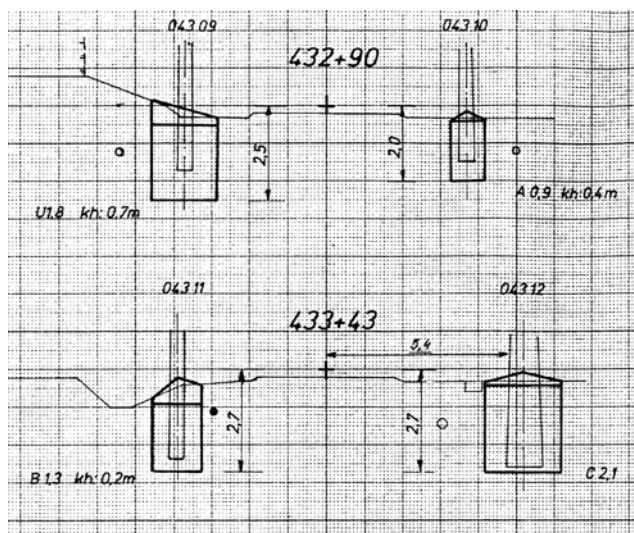


5.3 ábra Feszítési tervrészlet

Az alap, az oszlop, a kereszttartó és a gerenda méretezési eljárásaival a későbbiekben még részletesen foglalkozunk, de most végigtekintjük, hogy milyen terveket kell még elkészíteni a felsővezeték megépítéséhez.

5.2. Keresztszelvény rajz

A keresztaszelvény rajzon, vagy más néven keresztaszelvény terven az elnevezéséből következően a felállítandó oszlop alapját és a közvetlen környezetének keresztmetszetét ábrázolják. Ez egyaránt vonatkozik az állomási és a nyíltvonal szakaszokra.



5.4. ábra Keresztaszelvény-terv (részlet)

Az oszlopoknak a mellettük lévő vágánytól való távolságát szabványok írják elő, azonban az oszlopnál lévő földmű kialakítása is befolyásolja az alap méreteit. Nem mindegy pl., hogy az oszlop töltésbe, vagy bevágásba kerül, van-e az alap közelében árok, csatorna, kábel, vagy nyomóvezeték. A felsoroltakat *mérethelyesen* ábrázolják a keresztaszelvény rajzon.

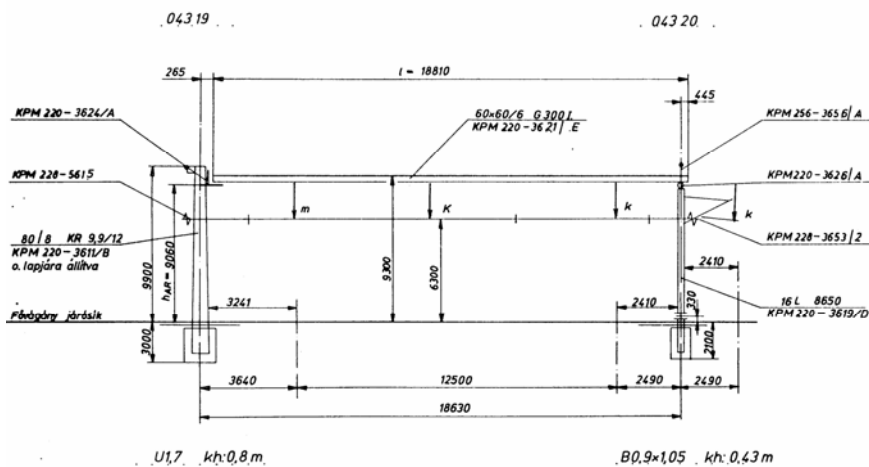
A keresztaszelvényt a feszítési terv készítésénél megtartott helyszíni bejárás „veszik fel”. A kivitelezés megkezdésekor - mint arról majd még szó lesz - ezt a keresztaszelvény rajzot ellenőrizni kell, mert a tervezés és a kivitelezés között eltelt időszakban a pálya, és az alépitmény kialakítását megváltoztathatják.

A rajz segíti az oszlopalapok kitűzését, illetve a talajban lévő vezetékek védelmére szolgáló intézkedések megtervezését és megtételét.

5.3. Keretállás elrendezési vázlat

A keretállás elrendezési vázlat rajz egyesíti a keresztmetszvény rajz és a több vágányt áthidaló, több hosszláncot tartó gerenda ábrázolását. Mivel vázlattevről van szó, nem a gerenda részletes gyártási rajzát adja, de tartalmazza a gerenda elkészítéséhez szükséges fő méreteket, így a gerenda, típusát, hosszát, rögzítési pontjainak típusát, felkötési pontjának távolságát, a felszerelendő hosszláncok hozzávetőleges helyét, -típusát, stb, tehát minden a gyártáshoz és a felszereléshez szükséges méretet.

Természetesen minden egyes keretállásról külön rajzot készítenek.



5.5. ábra Keretállás elrendezési vázlattevr

5.4. Terhelési táblázat

A villamos felsővezeték tervezését tervezési előírások és ezek részeként számítási, méretezési előírások segítik. A méretezési előírásokat az ún. *számítási lapok*nak nevezik. Ezekben megadják, hogy az egy-egy oszlopra ható erőket miként célszerű figyelembe venni és útmutatást kaphatunk a megfelelő oszlop és alap kiválasztásához.

A terhelési táblázatban az egyes oszlopok és gerendák *számítással igazolt* terhelő erőit és nyomatékait tüntetik fel.

Terhelési táblázat készülhet különleges esetekben az egyedi tartó osz-

OSZLOP és RAJZSZÁMOK	ÖNSÜLY + + PÖTTEHER		ÖNSÜLY + + „X” IR. SZÉL		ÖNSÜLY + + „Y” IR. SZÉL	
	Nyomaték	Z	Nyomaték	Z	Nyomaték	Z
04315	M ₀ .I					
	M ₀ .II					
	M ₀ .I	600	1099	808	2780	808
	M ₀ .II			600		
	M ₀ .I			708		4364
01 02 03	M ₀ .II	708				
σ _{max} 1146 04316	M ₀ .I					
	M ₀ .II					
	M ₀ .I	4355	1164	806	4217	803
	M ₀ .II	582		582	2697	
	M ₀ .I	5288		11252	5150	
04 05 06	M ₀ .II	690		690	5237	
04317	M ₀ .I					
	M ₀ .II					
	M ₀ .I	1750	1010	673	1480	673
	M ₀ .II	459		459	2254	
	M ₀ .I	2105		9321	1830	
07 08 09	M ₀ .II	540		540	4692	
σ _{max} 1422 04318	M ₀ .I					
	M ₀ .II					
	M ₀ .I	423	1148	750	2077	750
	M ₀ .II			423		
	M ₀ .I	504		504	3472	
04319	M ₀ .II	504				
04319	M ₀ .I					
	M ₀ .II					
	M ₀ .I	1708	1034	676	1371	676
	M ₀ .II	9355		9355	10959	
	M ₀ .I	2175		11120	1795	
07 08 09	M ₀ .II	11587		11587	15895	
σ _{max} 1588 04320	M ₀ .I					
	M ₀ .II					
	M ₀ .I	1128	1250	790	2551	790
	M ₀ .II			1128		
	M ₀ .I	1144		1144	4155	
04321	M ₀ .II	1144				
04321	M ₀ .I					
	M ₀ .II					
	M ₀ .I	1044	1049	684	683	684
	M ₀ .II	1200		6520	2820	
	M ₀ .I	1312		1200	910	
14 15	M ₀ .II	1412		9899	5368	

5.6.. ábra Terhelési táblázat (részlet)

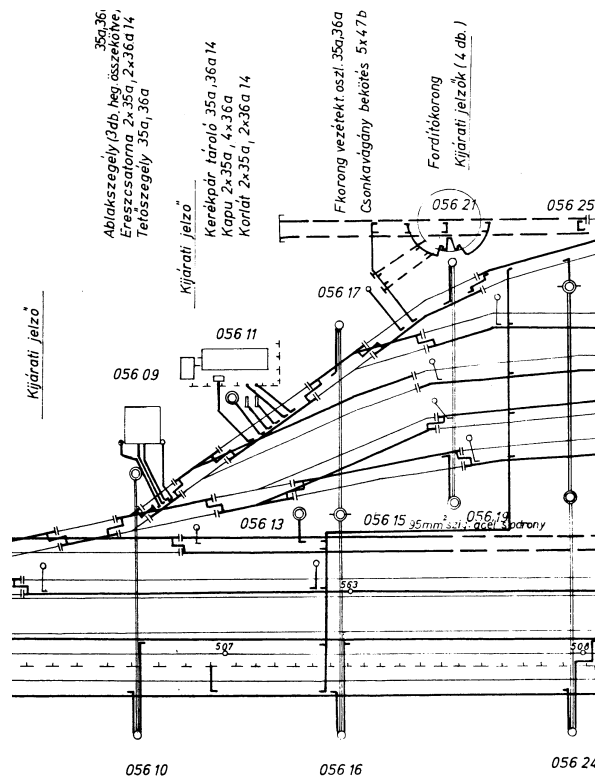
lopokról is, azonban jellemzően csak a kereszttartó és a keretállás oszlopa-
inak terhelésére szokásos a táblázat kitöltése.

A terhelési táblázat hasznos segítség a tervezési munka ellenőrzésé-
hez, valamint a kivitelezés során esetleg szükségessé váló módosítások
számítással való igazolásához..

5.5. Földelési terv

A nagyfeszültségű berendezésekre vonatkozó bel- és külföldi előírá-
sok egyaránt hatásos érintésvédelmet írnak elő. Erre az ott dolgozók és a
berendezés közelében tartózkodó más személyek biztonsága, életvédelme
miatt van szükség. Hatásos érintésvédelem hiányában pl. a felsővezeték
tartóoszlopához hozzáérő, vagy csak annak közelében álló, esetleg mellette
elhaladó személy élete is veszélybe kerülhetne egy szigetelő átívelése, a
szigetelő törése miatt vezeték oszlophoz csapódása, közel-lengése esetén.

A leghatásosabb érintésvédelmi mód a nagyfeszültségű berendezés
üzemszerűen feszültség alatt nem álló részeinek földpotenciálra való hozá-
sa, röviden *földelése*.



5.7. ábra Földelési tervrészlet

A vasúti érintésvé-
delmi szabványok, előírá-
sok előírják, hogy ezt a
földelést úgy kell megvaló-
sítani, hogy a felsővezeték
oszlopait és egyéb, hozzá
bizonyos távolságon belül
lévő fémes elemeket a vá-
gányhálózathoz, mint
nagykiterjedésű, kis föld-
elési ellenállású fémtárgy-
hoz hozzá kell kötni.

A földelési terven a
földelendő tárgyak, oszlo-
pok, táblák, műtárgyak vá-
gányba való bekötésének
módját, darabszámát, kivi-
telezési sajátosságát, he-
lyét, stb. tervezik és adják
meg a kivitelező számára.

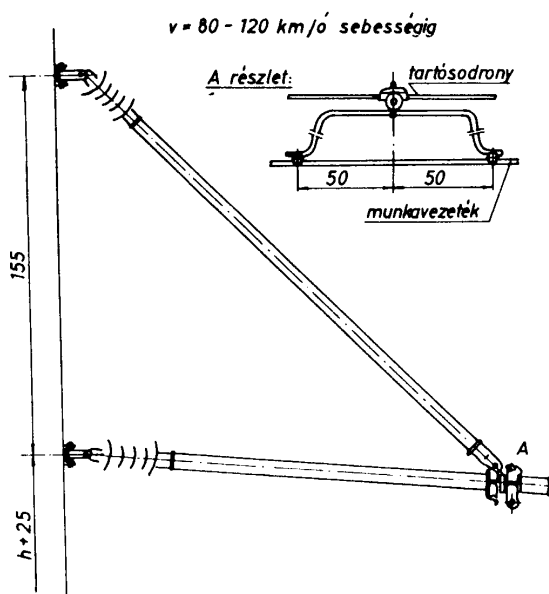
Ez a földelési terv készítésének célja. A földelési terv készítőjének másik
feladata a vontatási áram visszavezetésének megtervezése. Mint az előző-
ekből már tudjuk, a vontatási áram a felsővezetéken érkezik az állomásról
a vontató járműhöz és a vágányhálózaton, valamint a talajon keresztül folyik
vissza az állomásra. A visszaáramlás útjának "megválasztását" azonban
nem szabad az „áramra bízni”, azt jó villamos vezető kapcsolattal egyértel-

művé kell tenni. Erre szolgálnak az üzemi áram-visszavezető vágánykötések, amelyeket szintén a földelési tervek tartalmaznak.

Az érintésvédelmi- és az áram-visszavezetési feladatokat és azok végrehajtásának módszereit az egyes vasúttársaságok, így a MÁV is szabványokban, műszaki irányelvekben és utasításokban szabályozza. Ezek azonban általában a kivitelezés technológiai megoldásaival nem tudnak foglalkozni ezért e jegyzett technológiai részében a témakörre még egyszer visszatérünk.

5.6. Egyedi tervek

Egyedi terveket kell készíteni minden esetben, ha a szokványos felsővezeték kialakítástól el kell térni. Például a hosszláncot egy műtárgy alatt kell átvezetni, ahol sem a szerkezeti magasság előírt értékét, sem a szabványos munkavezeték magasságát nem lehet tartani, sőt még a műtárgy és a felsővezeték közötti távolságot is figyelembe kell venni úgy, hogy az áthaladó áramszedő a vezetéket megemeli. Ekkor a hosszlánc műtárgy alatti átvezetésére a kivitelezés pontos elvégzéséhez szükséges mélységű tervet kell készíteni.



5.8. ábra Megemelés-gátló szerkezet oszlopra szerelve

A műtárgyak alatt átvezetett felsővezeték megemelésének behatárolását az ún. *megemelés gátló szerkezettel* érik el. A megemelés gátlót vagy közvetlenül a műtárgyra, vagy az e célra felállított oszlopra szerelik fel. A megemelés gátló nem akadályozhatja a hosszlánc hőfokváltozás okozta mozgását. Tudnunk kell azonban, hogy kemény pontot jelentenek, amelynek káros hatását jól megválasztott munkavezeték lejtéskialakítással némiképpen csökkenteni lehet. A keménypont hatás miatt a megemelés gátlók környezetében a munkavezeték kopását fokozottan figyelemmel kell kísérni.

Egyedi tervek szükségesek továbbá a hidakon, alagutakban átvezetett felsővezeték tartószerkezeteihez és az érintésvédelem elkerítéssel (védőhálók) történő megoldásaihoz.

5.7. Műszaki leírás

A tervdokumentációhoz csatolt műszaki leírásban a tervező összefoglalja a tervek készítése során felvett adatokat, felhívja a figyelmet a kivitelezés során felmerülhető problémákra, feladatokra. A műszaki leírás tartal-

mazza a villamosítandó szakasz főbb paramétereit, a felsővezeték kialakításának megoldását, a villamos áramkörök megnevezését, stb.

Tartalmaznia kell még a környezetvédelemmel, a munkavédelemmel és az egyéb hatósági előírások betartásával foglalkozó fejezetrészeket is.

5.8. Talajmechanikai szakvélemény

A talajmechanikai szakvéleményt nem a felsővezeték tervezője, hanem a talajmechanikai szaktervező készíti, mégis szerves része a felsővezeték létesítési dokumentációnak.

A talajmechanikai vizsgálatot az alapozás kialakítása végett kell elvégezni a tapasztalati adatok alapján kellő sűrűséggel. A vizsgálat célja a talaj teherviselő képességének, szilárdságának megállapítása, a talaj összetételének, és az esetleg előforduló talajvíz mennyiségének (szintjének) és oldott anyagainak meghatározása.

Az így kapott adatokból a tervezőnek meg kell határozni az alapozásnál figyelembe veendő talajosztályt, amely az alap méreteire van hatással; az alapozás típusát, amely hasáb alap helyett esetleg lépcsős alap alkalmazását teszi szükségessé; és a talaj, talajvíz vegyi összetételét. A talaj és a talajvíz sótartalma igen fontos a beton minőségének megtervezéséhez. Egyes vegyi anyagok pl. a talajvízben lévő szulfát ionok betonkorróziót okoznak. A sok szulfát ionot tartalmazó, vagy más a betonra káros vegyi anyagokban gazdag talajvizet *agresszív talajvíznek* nevezzük és jelenléte esetén különleges betont kell beépíteni, pl. szulfátálló cementből készültet.

A talajmechanika szakvélemény javaslatot tartalmazhat a különleges alapozási módra, így a lemez, vagy a cölöp alapozásra.

5.9 Felmérési táblázat, költségvetés

A *felmérési táblázat*, vagy más néven *költségvetési kiírás* nem a műszaki tervnek, hanem már a költségtervezésnek a része. Nevéből következően táblázatszerűen tartalmazza a létesítendő felsővezeték hálózat főbb egységeinek beépíteni tervezett darabszámát. A költségvetés készítés alapja.

A tervezői, vagy kivitelezői *költségvetés* készítése a felmérési táblázat alapján történik. Célja a megfelelő összegű beruházási forrás biztosítása és a költségek ellenőrzése.

6. Az alap- és oszlopméretezés alapelvei

Bár a felépített logikai sorrend szerint az alapok méretezésével kellene a szilárdsági számításokat kezdenünk, azonban az alapok méreteinek meghatározásához feltétlenül ismernünk kell az oszlopokra ható erőket.

$$M_{oszl} = M_{Ghl} + M_{Gtsz} \pm \pm M_{ivts} \pm M_{ivmv} \pm M_{szts} \pm M_{szmv} \pm M_{irts} \pm M_{irmv}$$

A képletben lévő $\pm M_{ivts}$ és $\pm M_{ivmv}$ íverők hatására keletkező nyomaték értéke egyenes pályán csak a vezeték kigyózásából adódó nyomatékot tartalmazza. A képlet második sorában lévő nyomatékok értéke az erők irányának változása miatt \pm értelmű lehet, de a szélert mindig abban az irányban kell feltételezni, amely a legnagyobb nyomatékot adja (pl. az iránytörési erőkkel azonos irányban).

A szélnyomás függesztőkre ható erejét a gyakorlatban a tartósodronyra és a munkavezetékra ható erők meg-növelésével veszik figyelembe úgy, hogy megfelelő arányban elosztják a tartósodrony és a munkavezeték között. Így az oszlopot terhelő hasznos nyomaték értéke:

$$M_{oszl} = (G_{hl} * a + G_{tsz} * a') \pm F_{bemv}(p+h) \pm F_{bets}(p+h+m) \pm F_{irmv}(p+h) \pm \pm F_{irts}(p+h+m) \pm F_{szmv}(p+h) \pm F_{szts}(p+h+m)$$

A képletekben szereplő betűk jelentése:

- G_{hl} = a hosszlánc súlya
- G_{tsz} = a tartószerkezet súlya
- a = a hosszlánc távolsága az oszlop középvezetékétől
- a' = a tartószerkezet súlypontjának távolsága az oszlop középvezetékétől
- p = távolság az oszlop befogási síkja és a vágány járó sík között
- h = a munkavezeték magassága a vágány járó sík. felett
- m = a szerkezeti magasság
- F_{bemv} = ívbehúzó erő a munkavezetékére
- F_{bets} = ívbehúzó erő a tartósodronyra^{*)}
- F_{irmv} = iránytörésből (kigyózásból) adódó erő a munkavezetékére
- F_{irts} = iránytörésből (kigyózásból) adódó erő a tartósodronyra^{**)}
- F_{szmv} = szélnyomásból eredő erő a munkavezetékére^{***)}
- F_{szts} = szélnyomásból eredő erő a tartósodronyra

Rácsos oszlopoknál, illetve ha az oszlop vágányra merőleges oldalára jelentős szélfogó felületű elemeket szerelnek fel (nagy méretű jelző, vagy figyelmeztető tábla, stb) meg kell vizsgálni, hogy az oszlop a pályairányú szélben is megfelelő-e. Ekkor természetesen a képletben szereplő szélnyomást figyelembe vevő tagokat értelemszerűen módosítani kell.

A fent körvonalazott számítások elvégzése után kiválasztjuk a megfelelő oszlopot a tervezői diagrammokból. A diagrammokban megadták az oszlopra megengedhető nyomaték értékeit mind szélcsendben, mind pályára merőleges ill. pályával párhuzamos szél esetén.

Szükség esetén meg kell vizsgálni a jég (zúzmara) pótterhes állapotot is. A jégteher, mint azt már korábban láttuk, gyakorlatilag csak a G_{hl} nagyságát növeli meg, de ekkor szélterhelést nem veszünk figyelembe. (A tartó-

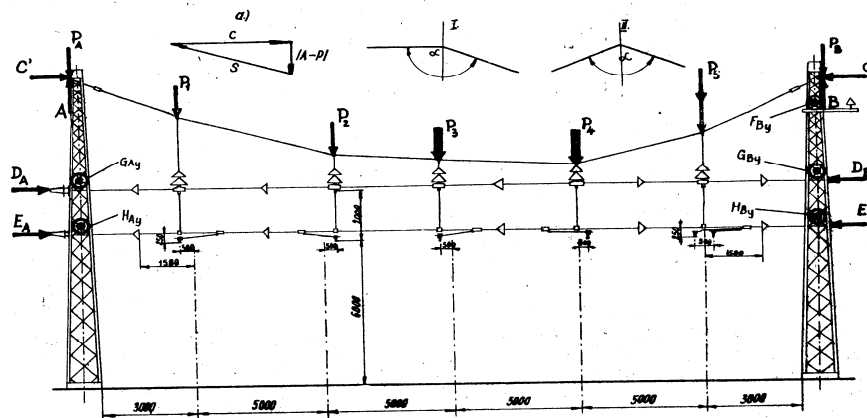
szerkezetre, szigetelőkre, oszlopra rakódó jég súlyát és hatását elhanyagolhatjuk.)

6.1.2. Csoportos felerősítéssel szerelt hosszláncok tartóoszlopainak méretezése

6.1.2.1. A keresztmező méretezése

A rendszer általános jellemzője, hogy az egyes hosszláncokat az ún. csomóponti felfüggesztés által egy, legalább két sodronyból álló kötélpoligon, elfogadott nevén a *kereszttartó* hordja. A kereszttartón fellépő erőket, amely a hosszlánc súlyán kívül a csomópont, az iránycsodronyok, szakasz- és válaszszigetelések súlyából és a kereszttartó önsúlyából ered, általában a vágányokon kívül álló, magas rácsos oszlopok (K és KR típusok) veszik fel.

Az egyes hosszláncok nyomvonalát a kereszttartó alatt elhelyezett, vízszintesen szerelt alsó és felső iránycsodronyon lehet beállítani. Az iránycsodrony a hosszlánc iránytörésből, szélnyomásból, kigyózásból, stb. származó vízszintes erőit adja át a tartó oszlopnak.



6.2. ábra A keresztmezőre ható erők

erők a következő összetevőkből állnak:

- a vágányközre, illetve az oszlop és a szélső vágány közé eső kereszttartó sodronyok, alsó- és felső iránycsodronyok súlya (q_{kt-ir}),
- a hosszláncokba, a hosszláncok között, valamint a szélső hosszlánc és az oszlop között beépítendő iránycsodrony válasz szigetelők súlya (q_{vsz}),
- a hosszlánc(ok) fajlagos súlya, (q_{100} ill. q_{65}),
- a csomópont (szigetelők, szerelvények) súlya q_{csp} ,
- az oldalkar(ok) súlya (q_k),
- a szakaszszigetelő(k) súlya (q_{szsz}),
- szerelő(k) súlya (q_{szer}), a keresztmező közepén.

A méretezés során először magának a kereszttartó sodronynak a méretét kell megállapítani. A kereszttartó sodronyt az egyes csomópontokban koncentrált erők terhelik. Ezek az

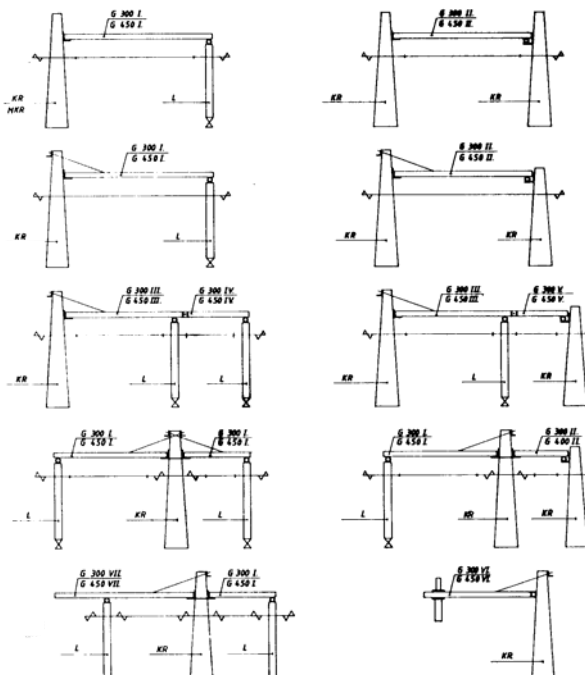
Az oszlopok méreteinek meghatározásához a számításokat el kell végezni az önsúly + vágányra merőleges szél és az önsúly + pótteher terhelési esetekre egyaránt. Az oszlopot a kedvezőtlenebb terhelési esetnek megfelelően kell kiválasztani.

6.1.2.2. A gerendák méreteinek meghatározása

A keresztartó és tartó oszlopainak méretezési elveinek megtárgyalása után foglalkoznunk kell az elmúlt húsz évben a hazai felsővezeték építésnél is elterjesztett keretállásos rendszer tartóelemeinek, a gerendának és tartó oszlopainak méretezésével. Itt részben, könnyebben részben nehezebben tudunk előre haladni. Könnyebben, mert a keretállás méretezése olyan bonyolultsági fokú, szerteágazó számítási módszert igényel, hogy azt kezdetektől fogva számítógéppel végzik, s ezért itt a hosszadalmas matematikai levezetéseket nem tárgyaljuk, ugyanezen okból nehezebben, mert matematikai alapok nélkül műszaki belátásunkra és érzékünkre vagyunk utalva a mechanikai feltételek megtárgyalása és megtanulása során.

A gyakorlatban látott keretállások igen változatos kialakításúak, de

abban egységesek, hogy a gerenda egyik tartó oszlopa minden esetben rácsos szerkezetű, KR típusú oszlop. A gerenda másik vége csatlakozhat a csuklós kialakítású lengő (L) oszlophoz, vagy görgős alátámasztással KR oszlophoz. (A csuklós oszlopra, ill. a görgős alátámasztásra a gerenda hőfok változás okozta hosszváltozás kiegyenlítése miatt van szükség. Ezáltal elérhető, hogy a keretállást, mint statikailag határozott kéttámaszú tartót méretezzék.) Ezen kívül a gerendát, a nagyobb terhelések elviselése végett a KR oszlophoz "felköthetik", a gerendafelkötés mintegy harmadik alátámasztásként szolgál. Szükség esetén, több vágány áthidalása végett többnyílású keretállásokat készítenek.



6.3. ábra Keretállás változatok

Ezekon kívül találkozunk még az ún. *túlnyúló gerendával*, amely a lengő oszlopon túlnyúlva még egy, vagy két hosszláncot tart. Alkalmazzák még a *konzolos gerendát* is, amelyről korábban már említés történt.

A gerenda a keresztartótól eltérően, nemcsak a hosszláncok által keltett függőleges irányú erőket, hanem a hosszláncokon a szél által keltett, valamint az iránytörésből származó vágányra merőleges erőit, valamint

egyed a vágánnyal párhuzamos irányú erőhatásokat, pl. a hosszláncok hőokozta hosszváltozásából keletkező, továbbá a vágánytengely irányú szél okozta erőket is felveszi. A gerenda a felső irány sodrony szerepét is átveszi, így annak felszerelésére nincs szükség.

A gerenda, a *KR* és az *L* oszlop konkrét terhelésének kiszámítása tulajdonképpen ellenőrzési feladattá degradálódik, mert a hosszláncok és egyéb vezetékek elrendezése a feszítési terven meg van adva és az ebből eredő nyomaték által ébresztett mechanikai feszültséget összehasonlítják az előzetesen kiválasztott gerendára megengedett értékkel.

Amennyiben teljesül a $\sigma_{\text{ger-tény}} \leq \sigma_{\text{ger-meg}}$ egyenlőtlenség (egyenlőség), akkor a választott gerenda megfelel. Ellenkező esetben új választott gerendatípussal megismétlik az ellenőrző számítást.

Ezeket a számításokat a már tanult három terhelési eset mindegyikére el kell végezni, azaz

- az önsúly + pótteher,
- az önsúly + *X* irányú szél és
- az önsúly + *Y* irányú szél esetére is.

A gerenda ellenőrzése során meg kell határozni a reá ható függőleges és vízszintes terheléseket. A függőleges terhelések a következőkből adódnak össze:

- a gerenda egyenletesen megoszló önsúlya, q_g [N/m],
- a hosszláncok, a csomópont, a válasz-szigetelők, a szakaszszigetelők, az irány sodrony, stb. önsúlya, illetve
- a gerenda és a hosszláncok, stb. pótterhes önsúlyának összege.

A vízszintes terhelések pedig

- a hőtágulás miatti, a gerendára a csomópontokon keresztül átadódó erőhatások, illetve
- ugyanezek, a gerendára ható *Y* irányú szélteherrel kiegészítve.

6.1.2.3. A *KR* és az *L* oszlopok méretezése

A *KR* oszlop méreteinek meghatározásához a következő terheléseket kell figyelembe venni:

- a gerenda felkötéséből származó nyomatékot, amely a felkötés kihorgonyozása és a gerenda által átadott vízszintes erőkből származó erőpárként működik, továbbá
- az irány sodrony kihorgonyozás vízszintes erőhatásából keletkező nyomatékot,
- az egyéb vízszintes erőket (kihorgonyozások, megkerülő vezeték, stb.) a keresztmező számításánál tárgyaltak szerint kell a számításokban figyelembe venni.

- Az oszlopra ható függőleges erők döntő hányada a gerenda alátámasztásánál átadott erőből keletkezik, az egyéb függőleges erőket szintén a K oszlopra vonatkozó elvek szerint vesszük figyelembe.

A számításoknál itt is mindhárom terhelési esetet figyelembe kell venni.

A lengő L oszlop szilárdsági számítása során igazolni kell, hogy a terhelés hatására keletkező mechanikai feszültség (σ) nagysága egyik terhelési esetben sem lépi túl a megengedett (σ_{meg}) értékét. A számításnál figyelembe kell venni:

- a gerendáról átadódó függőleges és vízszintes erőket,
- az irány sodrony kihorgonyzásból eredő erőket,
- az oszlopon elhelyezett egyéb vezeték, készülék (kihorgonyzások, megkerülő vezeték, világító testek, stb.) hatását.

A keretállásra vonatkozó számítási elvek ismertetésében már említettem, hogy a gerendák méretének kiszámítását szinte kizárólag számítógéppel végzik. A számításhoz a terhelési esetnek megfelelő adatlapot töltenek ki. A számítógép az egyes keresztmetszetekben ébredő mechanikai feszültség (σ) értékeket adja meg. A leírtakból értelemszerűen következik, hogy az a gerenda típus és elrendezés elégíti ki az adott helyszíni igényeket amelyeknél a számított σ értéke kisebb, vagy egyenlő a gerendára megengedett feszültségénél (σ_{meg}).

6.2. Az alapok méreteinek meghatározása

A jelenleg érvényes méretezési elvek meghatározásánál, a méretezési táblázatok, diagramok kialakításánál arra törekedtek, hogy azok könnyen áttekinthetők és alkalmazhatók legyenek.

Már ismerjük a hasáb- és a lépcsős alapokat. Tudjuk, hogy a hasáb alapok alapozási síkja a térszint alatt 1,60 m, 1,80 m, ... 3,30 m mélységben vehető fel. Az alap szélességi és hosszúsági méretei azonosak, az alapok négyzetes hasábok. A lépcsős beton alap testek alapozási síkja a térszint alatt 2,20 m, 2,50 m, 3,00 m és 3,50 m mélyen van. A szélességi és egyéb méreteket a 12b. táblázat tartalmazza.

Az alapozás számításához a következő talajminőségi osztályokat vesszük figyelembe.

Szemcsés talaj-osztályok:

1. iszapos homokliszt, iszapos finom homok, homokliszt, finom homok közepesen tömör, és/vagy tömör állapotban;
2. közepes és durva szemcsenagyságú homok (kevés iszap is lehetséges) közepesen tömör és/vagy tömör állapotban;

3. homokos kavics és kavicsos homok közepesen tömör, és/vagy tömör állapotban.

Kötött talaj-osztályok:

4. laza és közepesen tömör állapotú (plasztikus és gyúrható) iszap, sovány és közepesen kövér agyag, sodorható állapotú kövér agyag;

5. közepesen tömör és tömör, törhető és kemény állapotú iszap, közepesen tömör törhető és kemény állapotú sovány és közepesen kövér agyag, gyúrható kövér agyag;

6. tömör, törhető és kemény állapotú sovány és közepesen kövér agyag, közepesen tömör, törhető és kemény állapotú kövér agyag.

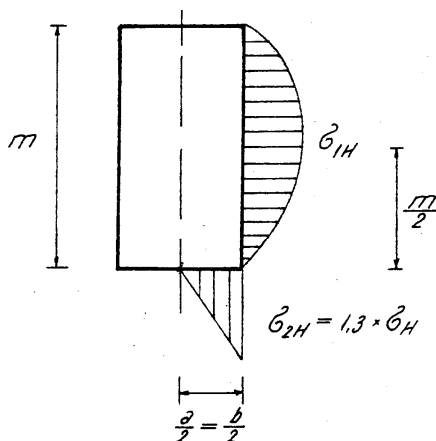
6.2.1. Hasábalapok méretezése

A méretezés alapelve szerint az aktív erőhatásoknak az alapozási síkban a pályával párhuzamos és az arra merőleges szimmetria tengelyekre meghatározott eredő nyomatékait hasonlítják össze az ezekkel egyensúlyban lévő passzív erőhatásokból eredő ugyanezen tengelyekre vett nyomatékokkal.

Az aktív erőhatások a következőket tartalmazzák:

- a vezetékekre és az oszlopra ható szélnyomásból keletkező erőket,
- az átfeszítések erőhatásait,
- az oszlopra szerelt tartók súlyából eredő erőket,
- az oszlop és az alap súlyából adódó erőt.

Az aktív erők hatására az alaptest oldalain és az alapozási síkon fekvő talpon a talajban reakció erők keletkeznek. Az aktív erőhatásokat a talajreakció erőből adódó talaj határfeszültségig lehet megnövelni.



6.4. ábra A hasábalap erőátadása

között helyezkedik el, ennek határesetei a két szélső helyzet, az alsó egyharmad magasság, illetve az alapozási sík. A mindenkorli helyét az aktív

erők nagyságának arányai és a talaj rugalmas tulajdonságai határozzák meg. Ugyancsak ezektől függ az oldalfelületen és az alaplapon ébredő passzív erőrendszer hatására keletkező nyomatékok aránya is.

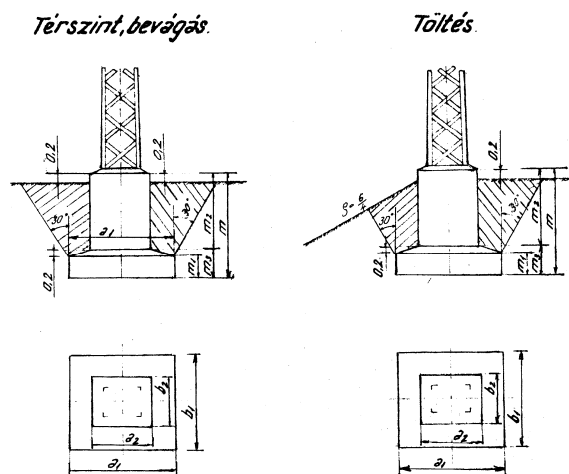
A mértékadó passzív nyomatékok meghatározásánál azt az esetet veszik figyelembe, amelyben az alap oldalfalai melletti talaj ellenállását a passzív talajellenállás határértékéig kihasználják, és az alaplapon a felület a megengedhető legnagyobb alapél-nyomás mellett legalább félszélességben dolgozik. Az oldallapok feszültségeloszlása parabola keresztmetszetű, az alaplapon pedig háromszög keresztmetszetű feszültségi testtel jellemezhető a rugalmasságtani elvek alapján történő feltételezés szerint.

Az oszlopalapok méretezésének matematikai levezetését a tananyag terjedelmi korlátja miatt nem lehet részleteiben ismertetni, feladatunk a fenti elvek alapján kidolgozott méretezési táblázatok és diagramok megismerése és használatának elsajátítása.

Az előzőekben már szó volt arról, hogy az egyes talajfajtákat a *talajfizikai jellemzőik* alapján csoportokba, talajosztályokba sorolják. Az egyes talajosztályokba való besorolás tervezői feladat és talajmechanikai vizsgálat alapján történik. A hasábalapok méretezéséhez szükséges táblázatok és diagramok három talajosztályt különböztetnek meg.

6.2.2. Lépcsős alapok méretezése

A lépcsős betonlap-testek méretezése alapelveiben csatlakozik az előzőekben tárgyalt alapelvekhez.



6.5. ábra A lépcsős alap erőátadása

Az aktív erőhatások a talajban keletkező reakció erőket alkotó határfeszültség értékéig növelhetők. A mértékadónak tekintett helyzetben a reakció erő központossága a tengelyektől az alaplapterület egyharmadának távolságában és legalább az alaplapterület felén keletkezik reakció feszültség. Az alapél-feszültség nem haladhatja meg a talaj határfeszültségének 30 %-kal megnövelt értékét.

A mértékadó nyomatékok meghatározásánál itt is a térszint, bevágás, illetve a töltés esetét kell figyelembe venni.

7. A felsővezeték építéséhez használt anyagok

Ebben a fejezetben csak a legfontosabb anyagféleségekkel foglalkozunk. A villamos felsővezeteki berendezés létesítésénél felhasznált kisebb jelentőségű anyagok általában kereskedelmi minőségűek, illetve minőségi bizonyítványhoz nem kötöttek (pl. nyers csavarok, alátétek, stb.).

7.1. Dúcoló anyag

A dúcoláshoz legalább III. osztályú fenyőfa anyagot (jegénye-, vagy lucfenyőt) használnak. A részben víz alatt lévő, vagy a víz és levegő változó hatásának kitett dúcoláshoz csak jó minőségű fenyőfa használható. A dúcoló pallók legkisebb vastagsága 48 mm, szélessége pedig a vastagságnak legalább négyszerese legyen.

A dúcolást kitámasztó keretfákhoz olyan gömbfát, vagy rúdfát használnak, amelyet a nedvkeringés szünetelésének idején döntöttek ki. Törés nélküli, egyenletesen sudarasodó, tömör szövetű, kérgétől és a faágaktól megtisztított, egészséges luc-, jegénye-, vagy erdei fenyő. (Gömbfa alatt a kérgétől megtisztított, teljes hosszúságú fatörzseket értik, amelyek középmérete 220 mm. Rúdfa alatt az erdőben döntött fenyőtörzseket, vagy fenyőtörzs részeket értik, amelyek hosszúsága legalább 2,0 m és középméretjük nem több, mint 160 mm.)

Az ácskapcsok átmérője kör-keresztmetszetű anyag esetén 18 mm, a négyzet-keresztmetszetű anyag szelvénymérete 16 mm-nél kisebb nem lehet. Az anyás csavarok átmérője legalább 12 mm, hosszúságuk pedig olyan legyen, hogy az anyát a csavar teljesen kitöltse. Mindkét oldalon legalább 5 mm vastag és 40 mm átmérőjű, vagy 40x40 mm-es alátétlemez kell alkalmazni.

Szegezéshez laposfejű huzalszeget használnak. A szegek hosszát úgy választják meg, hogy a pallók összeerősítése után még visszahajtható legyen. A szegek hossza általában a palló vastagságának 2,5-szerese.

Bontásból származó, vagy más munkáknál már használt faanyag csak megfelelő vizsgálat után használható fel. Gombával fertőzött, gombagyanús, korhadásos, szúrágott, tehát tönkrement faanyagot felhasználni nem szabad.

7.2. A beton

A *beton*, kötőanyag (cement), víz és adalékanyag (homok, kavics) keverékéből előállított építőanyag, amely készítésekor lágy, alakítható. A cement és a víz között meginduló hidratációs folyamat során előbb megköt, majd fokozatosan megszilárdul, mesterséges kővé alakul át. Nyomószilárdsága nagy, de húzó és hajlító szilárdsága kicsi, ezért számításokkal méretezett vas (acél) huzalokat helyeznek el benne (vasbeton). A betonösszetétel megadja az 1 m³ bedolgozott betonban lévő alapanyagok mennyiségét és minőségét: tartalmazza a cement minőségét és mennyiségét, a víz-

cement tényezőt, az adalékanyag fajtáját és száraz súlyát, esetleg a szemcse megoszlásra jellemző adatokat.

A víz és a cement keveréke a cementpép, amely kötőanyagul szolgál. A homok és a kavics nem vesz részt a megszilárdulási vegyi folyamatban.

A beton tömege megszilárdult állapotban 2100-2500 kg/m³.

Az egyes betonfajtákat nyomó szilárdságuk alapján osztályozzák. A nyomó szilárdságot előírásoknak megfelelően készített és tárolt 28 napos korú \varnothing 150x300 mm hengeres hasáb, vagy 150x150x150 mm élhosszúságú kocka próbatesten mérik, pl. a C.10-es jelű beton nyomószilárdsága 10 N/mm².

A beton bedolgozhatósága a keverék lágyságát, alakíthatóságát, tömöríthetőségét jelenti. Jellemzője a konzisztencia (képlékenység). A konzisztenciát a víz mennyisége befolyásolja. A több víz lágyabbá, könnyebben bedolgozhatóvá teszi a betont. A víz adagolását azonban a víz-cement tényező tartása miatt elővigyázatosan kell végezni. A beton készítéshez adagolandó víz mennyiségét a *víz-cement tényezővel (v/c)* adják meg. A víz-cement tényezőnek a beton szilárdsági és egyéb jellemzőinek megállapításánál rendkívül fontos szerepe van. A víz-cement tényező a friss betonkeverékben lévő víz és cement tömegének a hányadosa. A víz-cement tényező értékét víz hozzáadásával megnövelve a beton szilárdsága csökken, ha pedig kevesebb vizet adnak a keverékhez, akkor a beton nagyobb szilárdságú lesz. A vízmennyiség csökkentését a beton bedolgozhatósága korlátozza.

A szulfáttartalmú talajjal, talajvízzel érintkező betonszerkezetek betonját olyan cementtel készítik, amely ennek az agresszív hatású környezetnek ellen tud állni. Erre célra bizonyos agresszivitási fok esetén a kohósalak portlandcement (kspc), de általános esetben a szulfátálló cement (S 54 pc) felel meg.

7.3. Vasanyagok

A vasanyagok fontosságát teherhordó szerkezetekben nem kell külön hangsúlyozni. A hazai alumínium ipar fejlődésével azonban az alkalmazott öntöttvas elemek, a korróziós problémák miatt, mindjobban visszaszorulnak.

7.3.1. Betonacélok

A betonacél melegen hengerelt rúdacél, anyaga a közönséges vasbeton szerkezetekben közepes szilárdságú acél ($\sigma_B = 400-700 \text{ N/mm}^2$ és $\sigma_{\text{meg}} = 240 \text{ N/mm}^2$), a feszített vasbeton szerkezetekben nagyszilárdságú huzal ($\sigma_B = 1400-1800 \text{ N/mm}^2$). A betonacél felülete a betonhoz való jobb kötés végett bordás, vagy csavarbordás kivitelű.

7.3.2. Szerkezeti acélok

A felsővezeték építésnél általános rendeltetésű, ötvözetlen szerkezeti acélanyagból készült hengerelt és húzott félgyártmányokat használnak.

Ezeknek az anyagoknak az MSZ EN 10025:1998 sz. szabvány előírásainak kell megfelelniük. A leggyakrabban használt minőség az S235 JRG2 típusjelű acélanyag.

Ezt az anyagot használják az oszlopok, gerendák, vonórudak, különféle támvasak stb. gyártásához. Az anyag szabványos szakító szilárdsága: $\sigma_B = 340 - 470 \text{ N/mm}^2$, folyáshatára: $\sigma_F = 195 - 235 \text{ N/mm}^2$.

7.3.3. Vasöntvények

A korábban többféle vasöntvény közül mostanra már csak a temperöntvények maradtak használatban. A temperöntvény, mint azt a nevéből is látjuk, hőkezelt (temperált) öntöttvas fajta. A hőkezelés során az öntöttvasban lévő lemezes grafit (szén), kis csomókká, vagy gömböcskékké alakul át, s ezáltal az öntöttvas teherbíró képessége, szívóssága nő. Elsősorban viszonylag kis méretű, vékonyfalú öntvények, szerelvények készítésére alkalmas anyag.

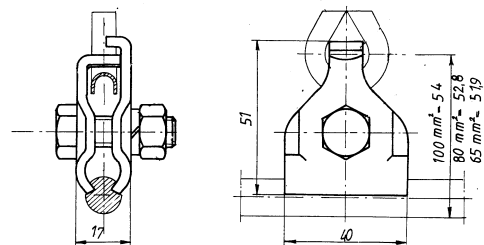
A felsővezeték építésnél szigetelő sapkák, különféle szorító és felfogó elemek készülnek belőle.

7.4. Sajtolt- és öntött színesfém elemek

A sajtolt színesfém elemek anyaga félkemény elektrolit-réz lemez. A sajtolt elem alakja, méretei feleljenek meg a vonatkozó rajzoknak, szabványoknak.

A sajtolt és/vagy darabolt elemek torzulásoktól, görbülésektől, repedéstől mentesnek kell lennie.

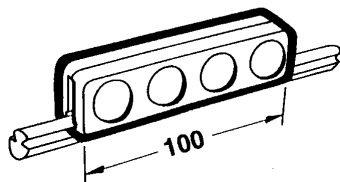
A sajtolt elemek közé tartoznak pl. a függeszték, a kis kötéliszív, a szorítóhüvely, az új függesztő szorító, a sajtolással rögzített villamos kötés ele-



7.1. ábra Sajtolt függesztő szorító

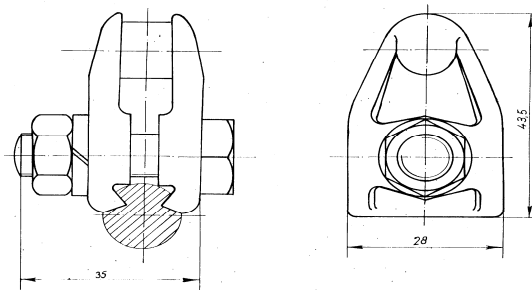
mei, stb.

Az öntött színesfém elemek általában alumínium bronzból készülnek. A kokillában készült szerelvények felülete folytonossági hibáktól (hólyagoktól, gyűrődésektől, repedésektől, hidegfolyástól, stb.) mentes legyen. A kész termék alakja, méretei feleljenek meg a vonatkozó terv, szabvány előírásainak. Tömegének felső határ eltérése legfeljebb



7.2. ábra Sajtolt munkavezeték toldás

5 % lehet.



7.3. ábra Öntött függesztő szorító

Az öntött bronz szerelvények jelentősége a sajtolt kötések és az alumínium alkatrészek bevezetésével némileg csökkent, de még igen jelentős. Ide tartoznak pl. a szakaszolók tartozékai, a különféle szorítók, stb.

A felsővezeték építésben használatos alumínium anyagoknak megfelelő szilárdsággal, lehetőleg nagy nyúlással és jó korrózió ellenálló képességgel kell rendelkezniük.

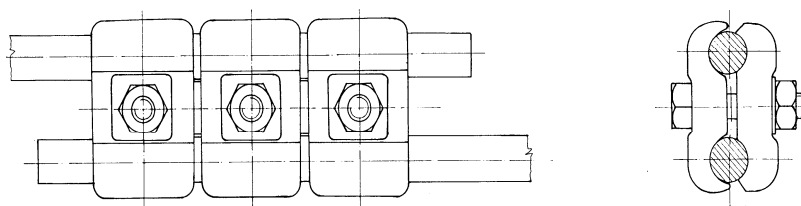
A tiszta alumínium csak részben birtokolja ezen tulajdonságokat, és csak ötvöző anyagok hozzáadásával változik meg az anyag önthetősége, szilárdsága és nyúlása a kívánt mértékben. Legfontosabb ötvöző anyagok a szilícium, a magnézium, a réz, a vas és a horgany. A szilícium befolyásolja az önthetőséget és a szilárdságot, a magnézium a szilárdságot és a meleg-keménységet, a réz a vas és a horgany pedig nagyobb keménységet eredményez.

A képlékenyen alakított (sajtolt és húzott) alumínium elemek anyaga magnéziumot, mangánt és esetleg szilíciumot tartalmazó alumínium ötvözet.

Az öntött szerelvények anyaga szintén ötvözött alumínium, de lényegesen magasabb szilícium tartalommal.

Néhány korszerű alumínium ötvözet jellemzőit mutatja be a következő táblázat:

Az alumíniumból készült alkatrészek terhelhetőségével az anyag viszonylag kis szilárdsága miatt külön foglalkoznunk kell. Általában az állandó terheléssel szemben legalább háromszoros, a csúcsterheléssel szemben pedig 2,6-szeres teherbíró képességre kell a szerkezeteket méretezni.



7.4. ábra Áramösszekötő szorító

Az öntött alumínium elemeknél az anyagszilárdság várható szórásértékeinek figyelembe vétele mellett a fenti előírásokhoz képest 35-40 %-kal nagyobb teherbírást kell bizonyítani és biztosítani.

7.5. Acél huzalok, sodronyok,

A felsővezeték építésben alkalmazott acélsodronyok anyaga az MSZ 273 sz. szabvány szerint készült AV 3 szilárdsági osztály jelű horganyzott acélhuzal. A huzal szakító szilárdsága 880 N/mm^2 , fajlagos villamos ellenállása $0,200 \text{ } \Omega\text{mm}^2/\text{m}$.

7.6. Alumínium-acél és nemesített alumínium sodronyok

A felsővezeték építésben egyedül a vonali tápvezeték és az állomási megkerülő vezeték készül alumínium anyagú sodronyból. Egyéb helyeken nem hódított tért, megmaradtak a hagyományos réz sodronyok.

A sodrony bevezetése során figyelembe vették a szükséges vezetők keresztmetszetet, a vezeték legnagyobb belógását és a viszonylag könnyű szerelhetőséget. Így született döntés az acélerősítéssel készült vezeték-sodrony, szabványos jelölése: ACSR $150/25 \text{ mm}^2$ -es, majd a későbbiekben a nemesített alumínium sodrony az AASC 240 mm^2 -es alkalmazásáról.

7.7. Réz- és bronz huzalok, sodronyok

Számunkra a legfontosabb „rézhuzal” a *körszelvényű, hornyolt munkavezeték*, amelynek anyaga keményre húzott elektrolitikus vörösréz (Cu-E).

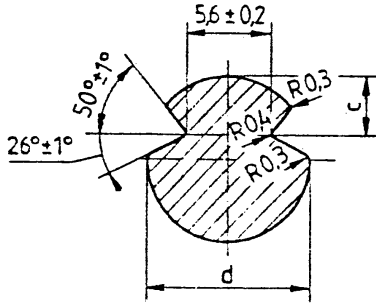
Mechanikus és villamos tulajdonságait az alábbi táblázatban*) láthatjuk:

az anyag-minőség jele	A szelvény jele	szakító szilárdság $[\text{N/mm}^2]$	szakadási nyúlás [%]	fajlagos ellenállás 20°C hőmérsékleten	fajlagos vezetés 20°C hőmérsékleten
		legalább		$\Omega\text{mm}^2/\text{m}$	$\text{m}/\Omega\text{mm}^2$
Cu-E	Kh 65	350	3,5	0,01786	56
	Kh 80	350	3,5		
	Kh 100	350	3,5		
	Kh 120	330	5		
	Kh 150	310	5		

*) az MSZ 9349-1989 sz. szabvány alapján. (A jelenleg még érvényben lévő MSZ 64-1:1993 sz. szabvány szerint a munkavezeték 99,90 %-os réztartalmú anyagának megnevezése: E-Cu58, vagy E-Cu57.) A fenti szabvány mellett érvénybe lépett az MSZ EN 50149 sz. nemzetközi szabvány is, amely részben lefedi, részben új elemekkel bővíti a munkavezeték típusokra vonatkozó előírásokat.

A munkavezetéknek repedés és törés nélkül ki kell bírnia öt menet feltekeréssel önmagára, vagy az átmérőjével azonos méretű hengerre.

Ki kell állnia a hajtogathatósági próbát, amely a Kh 65, a Kh 80 és a Kh 100 jelű munkavezetéknel egy $r = 20$ mm sugarú hajlító hengeren kétszeri 90° -os hajtogatást jelent. Meg kell felelnie a csavarhatósági próbának, amely a hossz tengelye körüli öt csavarás repedés, törés nélküli elviselését jelenti.



7.5. ábra A munkavezeték keresztmetszete

A munkavezeték felületének simának és tisztának kell lennie. A felületen repedés, lyukacsosság, rétegesség és karcosság nem lehet.

Az áramvezető sodronyok anyaga szintén vörösréz. A korábban használt tartó (iránysodrony, kereszttartó, stb.) sodronyok anyaga kadmium-bronz, illetve ónozott bronz volt. A jelenleg bronz sodronyok összetételére nemzetközi előírások vonatkoznak.

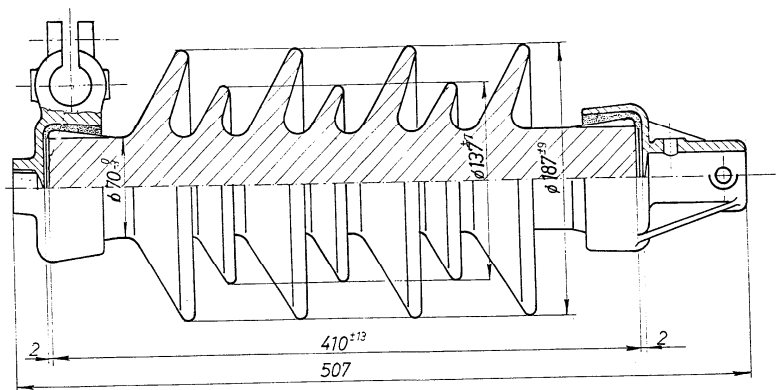
7.8. Szigetelők

A felsővezeték tartó szigetelőit a speciális vasúti körülmények miatt fokozott villamos és mechanikai igénybevételek felvételére kell kialakítani. A vasút környezetében a dízel-, vagy a gőzvontatás füstgáz kibocsátása miatt a szigetelők szennyeződése lényegesen nagyobb, mint a szabadvezeteki szigetelőké. Ugyanakkor a tartószerkezetek szigetelőire az oszlopon keresztül átadódnak a vonatközlekedésből származó rezgések, amelyek fásztják a szigetelő anyagát.

Jelenleg a felsővezeteki szigetelők döntő többsége porcelánból készül. Ezek mellett megjelentek a műanyagból készült szigetelők is.

A porcelán szigetelők méreteit és azok előírt mechanikai és villamos paramétereit a vonatkozó szabványok tartalmazzák (pl.: MÁV SZ 2180).

A porcelán szigetelőtestnek tömörnek, gázbuborék mentesnek és a nyitott porozitástól mentesnek kell lennie. A szigetelőket barna színű mázzal vonják be. A máz igen fontos anyag. Döntő befolyással van a szigetelő villamos tulajdonságaira. A máz legyen a porcelán anyaggal összefüggő, egyenletesen sima, kemény és fényes, továbbá ne



7.6. ábra 25 kV-os kapcsolószigetelő

tartalmazzon idegen anyagot. Nem lehet hólyagos, foltos, nem tartalmazhat hajszálrepedést. A máznak ellen kell állnia a légköri hatásoknak, a hirtelen hőmérsékletváltozásnak, a vasúti és ipari szennyező anyagok hatásának. Mázhiányt csak a kiégetésnél a megtámasztásra szolgáló felületeknél engednek meg.

A szerelvények felerősítése a szigetelőkre kén-kvarc kittel, ólom-antimon anyaggal, vagy cement-habarcs kiöntéssel történik.

A szigetelők átvétele szigorú előírások szerint történik. Az átvétel során megvizsgálják a szigetelő villamos és mechanikai jellemzőit, majd az eredmények alapján minősítik a szállítmányt.

A felsővezeték építés területén is mind nagyobb teret hódítanak a műanyag szigetelők. A műanyagból készült szigetelőket gyártási módjuk szerint két nagy csoportra oszthatjuk fel. Ez egyik az öntött, tömörtestű műgyanta szigetelők csoportja, a másik az üvegszál erősítésű műanyag rúdra vulkanizált szilikon-gumi más néven kompozit szigetelők.

Már korábban kísérleteket folytattunk mindkét szigetelő típussal. Az öntött műgyanta szigetelők sajnos nem minden esetben váltak be, míg az üvegszál-vázás kompozit szigetelők első sorozata 1984 óta hiba nélkül üzemel.

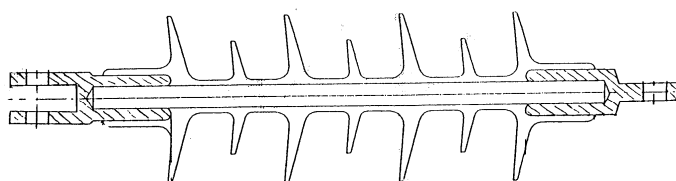
A vasútvonalak mellett vannak „kitüntetett” helyek ahol csúzlizó gye-
rekek, vagy porcelánt lövő „vadászok” gyakran megrongálják a szigetelőket, s ezzel nemcsak tetemes anyagi kárt okoznak, hanem baleseti veszélyt és üzemzavart idézhetnek elő. A kompozit szigetelők, mivel a szilikon-gumi szigetelő bordák hajlékonyak, rugalmasak, ellenállnak a vandalizmusnak.

A kompozit szigetelők tovább előnyei:

- tömege (súlya) a porcelán, vagy üveg szigetelőhöz képest lényegesen kisebb, adott helyeken a tartóelemeknél megtakarítások érhetők el,
- a szilikon anyag *hidrofóbizálja* (víztaszító felületet hoz létre rajtuk) a különféle szennyező anyagokat (pl. rozsdapor, cementpor, stb.), s ezáltal megakadályozza a szigetelők nedves környezetben történő átívelését,
- karbantartást, tisztítást nem igényelnek.

A kompozit szigetelő hátránya az, hogy a jelenleg viszonylag kis sorozatnagyság és a csak külföldről származó alapanyag miatt viszonylag drága.

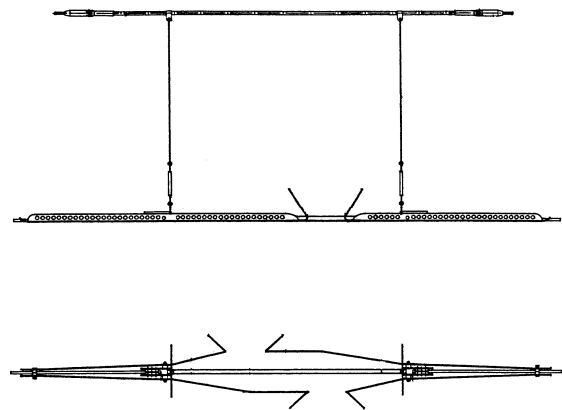
A különleges szigetelők illetve szigetelések közé tartoznak a szakaszszigetelők. Ezekkel



7.7. ábra EUROINS H25.70.469 TC műanyag szigetelő metszete

szemben a fokozott mechanikai igénybevétel miatt magasabb igénypontokat fogalmaztak meg. Néhány ezek közül:

- mechanikai igénypontok:
 - = az alkalmazott szigetelő test szilárdsági szempontból feleljen meg a vonatkozó szabvány előírásainak,
 - = a fővágányba is beépíthető típusok legalább 140 km/h sebességgel járható legyen,
 - = a legnagyobb megengedett sebesség és 150-200 N áramszedő nyomás mellett az áramszedőre érezhető ütést ne mérjen, ívhúzás ne következzen be,
 - = egyszerűen, gyorsan beépíthető legyen, a karbantartási és után-szabályozási igénye a minimális legyen,
- villamos igénypontok:
 - = az alkalmazott szigetelőtest villamos szilárdsága feleljen meg a vonatkozó szabvány előírásainak,
 - = az összeszerelt szigetelő egységnek legalább ötszöri földelt ráfutásból eredő zárlat után is hibátlanul kell működnie.

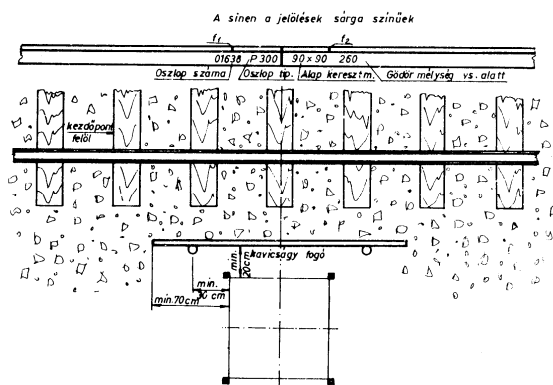


7.8. ábra FLURY szakaszszigetelés

8. A felsővezeték kivitelezési technológiája

8.1. Az oszlophelyek kitűzése

A kivitelezési munka első fázisa a felsővezeték tartó oszlopok helyének meghatározása, az alapgödörök kitűzése. A kitűzési munka nagy elméleti és gyakorlati felkészülést igénylő tevékenység.



8.1. ábra A kitűzött alapgödör

A kitűzési munka alapja a feszítési terv, a keresztmetsvény rajz, illetve a keretállás elrendezési vázlat. A munka megkezdése előtt a kitűző tervegyeztetést végez a társzolgálati ágak képviselőivel, első sorban a vasúti pálya, az erősáramú-, a biztosító-, valamint a távközlő berendezések fenntartójával, továbbá a vasúti üzemet lebonyolító szakszolgálattal. Észrevételeiket, javaslataikat a tervek adta lehetőségek szerint figyelembe kell venni.

Az ezen túlmutató igények figyelembe vételéhez a tervező és a terv jóváhagyójának egyetértése is szükséges.

A így nyert információkat, kapott adatokat az építési naplóba bejegyzik. A kitűzés következő fázisa a pálya hossz- és keresztirányú felmérése, a feszítési terv és keresztmetszvény rajz adatainak ellenőrzése. A felmérést nyílt vonalon a *jobb vágányon*, állomáson az *átmenő jobb fővágányon* kell végezni. A feszítési tervben meghatározott oszlop helyeket a vágány *jobb sínszálának külső oldalára*, az ún. *síngerincre* jelölik fel egy függőleges egyenes felfestésével. Állomáson a jobb fővágányban mért helyet szögprizmával, vagy kitűző műszerrel átvetik a szélső vágányokra és az oszlopgödör adatait az oszlophoz legközelebbi lévő sínszál külső oldalára maradandóan feljelölik. A felméréskor feltüntetett jelzés tartalmazza az oszlop középvonalának helyét, -számát, az alap vízszintes méreteit.

Néhány feltétel, amellyel a keretállások kitűzése nagyobb odafigyelést kíván a kitűzést végzőktől. A keretállás oszlopainak egymástól való távolsága kötött. Azon változtatni anélkül, hogy a gerenda méretéhez ne kelljen hozzányúlni, csak néhány cm-rel lehet. Ezért a kitűzéskor a keretállás oszlop-párjának, többnyílású keretállásnál minden oszlop alapját „egyszerre” tűzik ki. Ez azt jelenti, hogy az alapok és ezzel az oszlopok keresztirányú távolságát, a fővágányra, vagy vágánycsoportra való merőlegességét is ellenőrzik. A tervtől való eltéréskor a keretállás minden oszlopjának helyét ismételten ellenőrizni kell, szükség estét a tervező véleményét kérve.

Ezt követően kiállítják az alapra és a benne elhelyezendő oszlopra vonatkozó ún. *oszlopállítási ábralapot*. Az ábralapon rögzítenek minden adatot, amelyek a föld-, a beton és az oszlopmunkához szükséges.

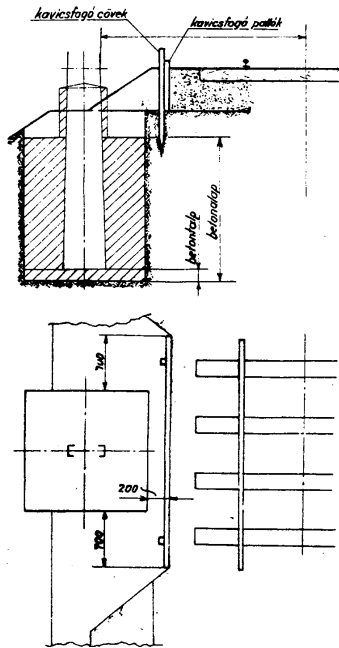
Az ábralap birtokában történik meg az alapgödör kitűzése. A síngerincre felfestett oszlop középvonal jobb és bal oldalára feljelölik a gödör (fél)szélességét. Ezzel meghatározzák a gödör vágánnyal párhuzamos méretét. Ezt követően szögprizma, mérőlécs és kitűző rúd segítségével kijelölik a gödör vágány felőli, majd külső oldalának sarokpontjait és ezeket *kitűző cövekek* leverésével rögzítik. A cövekeket úgy kell elhelyezni, hogy azok a "gödörön kívül" kerüljenek, azaz a gödör kiásása után is megállapítható legyen a kitűzés helye. A cövekek tetejét sárga festéssel befestik, hogy később is könnyen megtalálható legyen. Végül a vágányjáró-síktól mérendő, kiszámított gödör mélységet a síngerincre a gödör adatok mellé felfestik.

8.2. Oszlopalap-gödrök ásása

A földmunka a nehéz fizikai munkák közé tartozik, ezért minden kivitelező a lehető legnagyobb gépesítésre törekszik. A felsővezeték tartó oszlopok alapgödrei kiásásának teljes gépesítését a vasúti pálya mentén lefektetett kábelek sokszor bizonytalan helye miatt nem lehet megvalósítani. Ezért napjainkban is, sőt várhatóan még igen sokáig létjogosultsága lesz a kézi erővel végzett gödörásásnak.

8.2.1. Ágyazat támasztó készítése

Az alapgödör vágány felőli oldala különösen nyílt vonalon benyúlhat a pálya zúzottkő ágyzata alá. A vonatok által keltett rezgések következtében az ágyazat leomolhat a kiásott gödörbe. Ez az ún. hézag nélküli felépítményű pályáknál igen veszélyes, mert a megbomlott ágyazat miatt fennáll a vágány kivetődés veszélye. Ezen kívül a beomlott követ az alapgödörből el kell távolítani a betonozás megkezdése előtt, mert az a beton alap méretét csökkenti.



8.2. ábra Az ágyazat támasztó

Az ágyazat védelmére mindazon gödrök-nél, ahol az ágyazat beomlására számítani lehet *ágyazat támasztót (kavicságy fogót)* kötelező készíteni.

Az ágyazat támasztót az ásási munka megkezdése előtt kell elkészíteni. A támasztó 50 mm vastag (2") fenyőpallókból készül amelyeket megfelelő hosszú, legalább 5/4"-os csőből, esetleg (beton)vas rudakból készült cövekekkel rögzítenek. Az alkalmazott pallók hosszát úgy állapítják meg, hogy azok a gödör széleinél legalább 700-700 mm-rel túlnyúljanak. A levert cövekek soha nem kerülhetnek a gödör sarkai, vagy széle mellé, mert a földnek nincs meg a szükséges tartó szilárdsága.

8.2.2. Kézi- és gépi gödörásás

A *kézi gödörásás* ősidők óta ismert emberi tevékenység. Az, hogy itt foglalkoznunk kell vele, a felsővezeték tartó oszlopok alapok gödreinek néhány különleges, a későbbiekben tárgyalt, sajátossága miatt szükséges.

A gödörásás megkezdése előtt, szükség esetén a talajra 50 mm vastag és kb. 300 mm széles pallókat helyeznek el úgy, hogy azok a gödör kitérés méreteit határolják. Amikor az ásással elérték a 30-50 cm-es mélységet, amikor már "látszik" a gödör, akkor méreteit és a gödörnek vágányhoz viszonyított helyzetét ismét megméri és összehasonlítják a feszítési terv adataival. A mérést végző személy nem lehet azonos a kitérés végzővel. Csak helyes méretek esetén folytatható az ásás. Eltérő méreteknél, annak mértékétől függő intézkedések megtétele szükséges, mert nem megfelelő alap mérettel, a vágányhoz túl közel, vagy távol állított oszlop jelentős anyagi kárt és idővesztést okozhat.

A méretek (hosszúság, szélesség) ellenőrzését a kiásás alatt többször kell ellenőrizni. A gödör elkészülte után a munka vezetőjének a fentiekben kívül a gödör mélységét és alak-helyességét is ellenőrizni kell.

Az alak-helyesség azt jelenti, hogy a gödör alaprajza derékszögű négyszög, oldalfalai függőlegesek és simák, alja derékszögű sarkokkal csatlakozik az oldalakhoz. A legömbölyített talp - oldalfal csatlakozás az oszlop kidőlését okozhatja!

Ha a betonozást nem kezdik meg az ásás után közvetlenül, akkor a teljes mélység elérése előtt a munkát meg kell szakítani. Az utolsó 25-30 cm-t kiásni, a gödör aljának sarkos kiképzését kialakítani csak a betonozás előtt szabad, hogy a beton alap fel nem lazított, termett talajra feküdjön fel.

Az alapgödrök ásásánál mintegy 2,5-3 méter mélységig a gödörös személy a földet közvetlenül, egy karolással ki tudja dobni. Az ennél mélyebb gödörnél a földet előbb egy közbenső, pallókból összeácsolt állásra dobják fel, majd onnan kerül még egy karolással a talajfelszínre. Nagy gödröknél szükség lehet a kitermelt föld tovább karolására is. Fontos szabály, hogy a 2 m²-nél nagyobb alapterületű és 1,5 m-nél mélyebb gödrökben a munka idején a gödör várható mélységének megfelelő méretű létra állandóan legyen. Ez az ásást végző személyeknek biztonság érzetet ad, hogy esetleges talajomlás esetén haladéktalanul el tudják hagyni a munkagödört.

A kitermelt földet úgy kell a gödör mellett elhelyezni, hogy az ne hulljon vissza a gödörbe és ne veszélyeztesse az oldalfalak állékonyságát. A visszapergés megakadályozására az ágyazat támasztóhoz hasonlóan, legalább 200 mm-rel a terepszint fölé emelkedő, élére állított pallót helyeznek el.

Talajvíz esetén a gödrök kiásása a talajvíz szintjének függvényében egyre nehezebb feladat. Ennek az oka az, hogy a viszonylag kis alapterületű gödrök víztelenítése az építőiparban használatos módszerekkel általában nem oldható meg. A gödör ásása alatt szivattyúzással, vagy kimeréssel víztelenítik a gödört. Szivattyúzás esetén a munkagödör egyik sarkába a szívócső kosarának befogadására szolgáló üreget ún. zsompot készítenek. Ezután történhet a szivattyúzás, amelyet a gödör mélységétől és a talajvíz mennyiségétől függően az ásás során többször megismételnek. Egyes esetekben folyamatos szivattyúzásra is szükség lehet. Ezt a műveletet a szakirodalomban *nyílt víztartásos* víztelenítésnek nevezik.

A szivattyúzással azonban laza szerkezetű, 0,1 mm szemcseátmérőjű, homokos talajnál igen óvatosan kell eljárni, mert a kiemelt víz helyére a környező talajból áramló víz a talajt fellazítja, a gödörbe bemossa. A gödör ilyenkor nemhogy nem mélyül, hanem alját a beáramló homok mintegy „megemeli”. Ugyanakkor a környező talajban, így a vasúti pálya, vagy épület alatt is, üregek keletkezhetnek, amelyek beomlása a pálya, vagy az épület károsodását okozza. Ezért laza talajok esetén a szivattyúzást mellőzni kell. Magas talajvíz szintnél az alapozási mód megfelelő megválasztásával ezeket a problémákat meg lehet előzni.

Különleges esetben ún. *talajvízszint süllyesztéssel* kell a víztelenítést elvégezni. Ez a munkagödörön kívül, a gödör körül elhelyezett cső-kutakkal történik. A kutak száma a talajvíz mennyiségétől függ. A szívócsöveket

olyan mélyre kell lehelyezni, hogy a lesüllyesztett talajvízszint a gödör fe- néksíkja alatt legyen. A szivattyúknak a gödör ásásának megkezdésétől a betonozás befejezéséig, illetve a dúcoló anyag eltávolításáig és lépcsős alapoknál a föld visszatöltéséig üzemelniük kell.

A kötött talajokban ásott gödrök víztelenítése általában nem okoz gondot. Adott körülmények között a fent leírt víztelenítési módok egyikét kell alkalmazni.

A gépi gödörösásás lehetséges módjai, munkagépei a következők:

- Serleges kaparó láncsal ellátott gödörösó géppel, amely kisebb alapokat egy munkafogással, a nagyobbakat többszöri átállással ássa ki.
- Markoló kanállal felszerelt általános használatú munkagéppel, amely lehet vasúton (ön)járó, közúti gép, vagy ún. kétéltű, a vasúton és közúton egyaránt közlekedni képes munkagép. A vasút- villamosításban jelenleg ezen gépek valamelyikét alkalmazzák a gödörösási munkáknál.
- Fúrógép, amellyel hengeres hasáb alapok "áshatók" ki. A földfúrók átmérőjét általában úgy választják meg, hogy egy munkamenetben emeljék ki az oszlopalap földmennyiségét. A nagyobb nyomaték igényű alapok esetében az alap mélységét kell megnövelni. A fúrt hengeres hasábalapok alkalmazása a hazai vasút-villamosításnál eddig elenyésző volt.

A kanalas markolók mind a nyílt vonali, tehát a viszonylag kis keresztmetszetű, mind az állomási, nagyméretű alapok gödreinek kiemelésére alkalmasnak bizonyultak.

A géppel végzett földmunkával csak a durva földkiemelés végezhető el. A gödör méreteinek beállítását, oldalfalainak simaságát, függőlegességét, a talp-oldalfal csatlakozás "sarkosságát" csak kiegészítő kézi műveletekkel tudják elvégezni.

Talajvíz esetén a kézi ásáshoz hasonlóan kell a talajvíz eltávolításáról gondoskodni. A nagyobb termelékenység következtében a gépi ásással gyorsabban elvégezhető a gödör kiemelése és méretre készítése és a ha a talajvíz szivárgási intenzitása nem lép túl bizonyos határon, akkor a csak a betonozás előtt van szükség a víz kiszivattyúzására, ami jelentős költség- és munkamegtakarítást jelent.

Mind a kézi-, mind a gépi gödörösásnál gondot jelent a kitermelt föld elhelyezése. A viszonylag nagymennyiségű laza földtömeget úgy kell elhelyezni, hogy a ne akadályozza a beton gödörbe juttatását, az oszlop állítását. Nem szabad vele elzárni vízelvezető árkokat, folyókákat, víznyelőket, mert egy hirtelen jött záporosó súlyos következménnyel járhat. A kiásott földet nem szabad a vasúti pályára, közlekedési útra, vagy gyalogjárdára szórni. A véletlenül beszennyeződött pályatestet, utat gondosan meg kell tisztítani.

Nyílt vonalon a viszonylag kis alapokból kimaradó földet a helyszínen, a gödör környékén csaknem mindig el lehet teríteni. Állomásokon viszont csaknem a teljes mennyiséget el kell szállítani. Lépcsős alapoknál a lépcső feltöltését és a betonozás után eltávolított dúcolás esetén az alap és a talaj közt keletkező hézag kitöltését a korábban kitermelt föld visszatöltésével kell elvégezni. A beton alap megszilárdulása után a földet 20 cm-nél nem vastagabb rétegekben a gödörbe visszalapátolják, vagy munkagéppel visszarakják és erre a célra készült döngölőkkel, vagy vibrációs döngölő géppel alaposan megtömörítik.

Gyakori probléma, hogy az alapgödörön korábban lefektetett kábelek, vízvezeték nyomócsövek, szennyvíz- és/vagy vonóvezeték-, kábel csatorna húzódnak keresztül. A gödörásás során ezeket mindenfajta sérüléstől meg kell óvni. A vezeték üzemeltetőjével meg kell beszélni a szükséges teendőket (ezt adott körülmények között írásban is rögzíteni kell). A megóvás alapelve az, hogy a gödör két oldalán szilárd támasszal rendelkező, a gödört átívelő, megfelelő teherbírású fa-, vagy acél gerendá(k)ra erősítik fel vezetékeket.

A kézi ásásnál viszonylag könnyen kikerülhetők ezek a felfüggesztett vezetékek, de a gépi ásásnál komoly gondot okozhatnak. Ekkor a szükségesnél nagyobb gödört ásnak ki és a beton alap méretét zsaluzással biztosítják, majd a fentebb leírtak szerint a földet visszatöltik és tömörítik. Csővezetékeknél, csatornáknál még arról is kell gondoskodni, hogy a gödörbe visszatömendő föld későbbi süllyedése miatt azok ne szenvedjenek hajlító, vagy nyíró igénybevételt. Ezt a vezeték alatti talaj megfelelő tömörítésével, vagy a vezeték részére kiképzett támasztó csatorna betonba ágyazásával lehet elérni.

8.2.3. Az alapgödörök dúcolása

Kötött talajoknál a kisebb alapok gödrei viszonylag állékonyak, de laza talaj esetén az alapgödört dúcolni kell. Réteges talajoknál a dúcolást mindig a gödör ásása során feltárt leggyengébb talajminőségnek megfelelően kell elvégezni, szükség esetén az addig elkészült dúcolást módosítani kell. A dúcolás komoly szakmai hozzáértést, nagy gyakorlatot igénylő és nagy felelősséggel járó munka.

A felsővezeték tartó oszlopok döntő többsége a vasúti pálya közvetlen közelébe kerül. A kiásott alapgödör a vonatok áthaladása következtében különböző intenzitású és amplitúdójú rezgéseknek van kitéve. Ennek következtében a beomlás veszélye fokozott mértékű. Amennyiben a gödörásást közvetlenül nem követi az alap betonozása, akkor a gödör oldalfalait minden esetben dúcolni kell. A dúcolás szilárd talajoknál történhet az alapgödör kiásása után, de laza, omlékony talajfajták esetén mindig a gödör kiásásával egy időben kell elvégezni különösen kézi földkitermelésnél, mert ekkor a munkavédelmi előírások be nem tartása balesetet okozhat.

A dúcolást omlás veszélyes talajban a teljes felületen kell, szilárdabb talajban hézagosan lehet végezni. A pallókat fenyőgömbfa keretekkel szorítjuk a talajhoz. A keretek száma a gödörmélység függvényében 2-3 db.

Gépi gödörásás esetén a dúcolás nélkül megengedett mélység elérése után kézi erővel, lapáttal, ásóval, csákánnyal, kialakítják a gödör terv szerinti méretét, majd elkészítik a dúcolást. Ezt követően folytatják a gödör kitermelését. A további 40-50 cm kiásása után a kézi műveletet megismétlik majd a pallókat leverik. Ezt mindaddig ismétlik, amíg a szükséges gödörmélységet el nem érik.

A dúcolás kezdetén a pallók végei olyan magasan kiállhatnak, hogy a föld kidobása nem lehetséges. Ekkor a gödör beomlással legkevésbé veszélyeztetett oldalán palló sorban egy kb. 80 cm széles közt, kidobó nyílást hagynak, ugyanakkor gondoskodni kell a kitermelt föld tovább karolásáról, hogy az a gödörbe vissza ne hulljon. Ezen a nyíláson keresztül balesetmentesen lehet a gödörbe le-, vagy onnan felmenni.

Talajvíz esetén a dúcolásnak fokozott jelentősége van mert a vizes talaj omlásra hajlamosabb. Különösen a homokos és talajvizes gödröknél kell gondosan eljárni. A talaj megtámasztása, a víz eltávolítása a beton alap teherviselő képességét jelentősen befolyásolja. Ha a munkagödör alja a talajvízszint alá kerül, akkor minden esetben teljes felületű dúcolást kell készíteni.

Tömör talajnál elegendő a gödör kiásása után elkészíteni a dúcolást. Az utólagos dúcolás megkezdése előtt ismét ellenőrizni kell a kiásott gödör méreteit. Ha a dúcolást a betonozás előtt, vagy közben fogják eltávolítani, akkor a gödör mérete a tervvel megegyezik, ha azonban a gödör beomlása várható, akkor a gödör méretét a dúcoló pallók vastagságával megnövelik, tehát oldalanként legalább 50-50 mm-rel nagyobbat ásnak. A dúcolás elkészítése megegyezik az előzőekben leírtakkal, csak egy munkamenetben készül, nincsen szükség a pallók keretek munka közbeni süllyesztésére.

A dúcolás *eltávolítása*, mint már tudjuk, a betonozás előtt, esetleg közben, vagy az alap elkészülte után történik. A betonozás előtt a dúcolás akkor távolítható el, ha a munka felelős vezetője alapos vizsgálat után úgy ítéli meg, hogy a gödör oldalfalai a betonozás alatt is mérethelyesek maradnak, a beomlás veszélye nem áll fenn. A keretek bontása, mozgatása közben, azokat a gödör szélén álló dolgozóknak kötéllal tartaniuk kell. A palló felhúzását általában kézzel, szükség esetén emelőgép segítségével végzik.

A betonozási művelet során a dúccanyagot fokozatosan húzzák fel oly módon, hogy a beton a pallók helyét egészen a gödör faláig kitöltse. Lépcsős alapoknál csak a lépcső felső síkjáig húzzák fel a pallókat, mert a hasábos rész zsuzalata így is elkészíthető és a talaj tartása a beton megkötéséig szükséges lehet. A pallók és keretek további eltávolítása a föld visszatöltésével egy időben történhet meg.

A betonozás után a dúcoló anyag eltávolítása nehéz fizika munkát igénylő feladat, ezért azt kötél vagy lánccal és emelő segítségével, emelő daruval, vagy célgépekkel végzik. Az eltávolított pallók helyét jól tömöríthető, apró szemcsés talajjal töltik fel majd gondosan tömörítik.

Itt is említést kell tenni a gödrön áthúzódnak földkábelek, és egyéb vezetékek védelméről. A gödörösésnél elmondottakat nem ismételve csak ismételt hangsúlyozva azt, hogy ezeket a vezetékeket meg kell védeni. A dúcolás készítése során a pallók megfelelő méretre szabásával a vezetékeket ki kell kerülni.

8.3 Betonlapok készítése

8.3.1. A betonról általában

A felsővezeték tartó oszlopot, az ideiglenesen állított oszlopok kivételével mindig betonba ágyazva állítják fel. A kellő tömörségű betonlap nemcsak az oszlop állószilárdságát biztosítja, hanem az acéloszlopok talajba kerülő részének korrózió elleni védelmét is ellátja.

A betonozási munka megtervezésekor a szerkezeten kívül ismerni kell az létesítés helyszínét és a rendelkezésre álló keverési és bedolgozási technológiát is. A friss beton bedolgozhatósága függ a keverék képlékenységtől (konzisztenciájától). A képlékenyebb beton könnyebben dolgozható be, ezért szívesen alkalmazzák nehéz munkahelyi körülmények között. Hátánnya, hogy a képlékeny betonban elhelyezett vasszerkezetet a beton megkötésének a vasszerkezet tömegétől függő fokáig még az elmozdulás ellen rögzíteni, „tartani” kell.

A felsővezeték tartó oszlopok alapozásánál a földnedves és a kissé képlékeny konzisztenciájú betont részesítik előnyben.

A felsővezeték tartóoszlop betonlapja a gyakorlatban mindig *vasbeton*, amelyet a benne elhelyezett vas (acél) betétek alkalmassá tesznek a húzóerők felvételére.

A betonoszlop alapját, illetve azokat az alapokat amelyekben a vasoszlop nem az alap talpáig van belehelyezve, vasalni kell. Erre *betonacélt* (régi elnevezéssel betonvasat) használnak. A betonacél felülete a betonhoz való jobb kötés végett bordás, vagy csavarbordás felületű. A nem bordázott, sima huzalok, rudak végeit a vonatkozó szabvány előírásainak megfelelően vissza kell hajlítani.

Az oszlop alapokat C.8-as, illetve C.12-es minőségű betonból kell készíteni.

8.3.2. A betonkeverék készítése és bedolgozása

Az oszlopalapok céljára vagy betonkeverő telephelyről vásárolt, vagy a helyszínen az ún. *betonozó vonat* keverő kocsiján előállított betont hasz-

nálnak fel. A vásárolt beton helyszínre való szállíthatóságát a hőmérséklet és a szállítási idő korlátozza. A szállítási időnél figyelembe kell venni a bedolgozhatósági időt, ami az időjárás függvényében 1-2 óra.

Az alapok többsége a betonozó vonaton előállított betonból készül, mert az, így a kívánt minőségben készíthető, továbbá elkerülhető a szállítás közbeni szétosztályozódás, a kötés megkezdődése, a szállítási veszteség, továbbá viszonylag olcsó, tehát használata igen gazdaságos.

Mind a készen vásárolt, mind a helyszínen készült beton minőségére különös gonddal kell ügyelni. A kész betonnál a szállító *minőségi bizonyítvánnyal* köteles igazolni az általa gyártott anyag minőségi osztályát. A helyszínen kevert beton esetében pedig a minden megkezdett 100 m³ betonból vett anyagmintából készített próbakockákkal bizonyítják illetve ellenőrzik a beton minőségét.

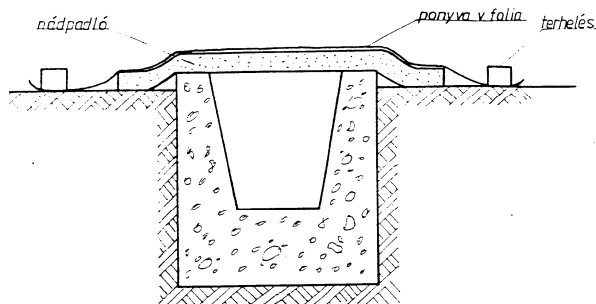
A beton keveréket a szállító járműről, vagy a betonozó vonat keverő kocsijából lehetőleg közvetlenül az alapgödörbe kell juttatni. Ezáltal elkerülhető a beton földdel, vagy szerves anyaggal (növényi részek, szemét, stb.) való szennyeződése. A betonnal mindig egyenletesen, több rétegben kell az alapot (zsaluzatot) kitölteni. A beton fogja körül az oszlop övvasait, rácsrúd-jait, vagy az alapba helyezett töcsavarokat, betonacélokat.

Az egyes rétegek vastagságát a tömörítés módja határozza meg. Kézi tömörítés lehet döngölés, vagy csömöszölés. A döngölés a földnedves (FN) és a kissé képlékeny (KK) betonok tömörítési eljárása, a csömöszölés pedig a képlékeny (K) és a folyós betoné.

8.3.3. Betonozás télen

Gyakran szükség van hideg időben, fagyban is az alapbeton készítésére. A hideg időben végzett munka nemcsak embert próbáló tevékenység, hanem természeténél fogva, nagyobb figyelmet, technológiai fegyelmet igénylő munka. A +10°C-nál alacsonyabb hőmérsékleten végzendő munkának technológiai feltételei a következők:

- a keveréshez használandó víz hőfoka ne legyen +10°C-nál alacsonyabb, de nem lehet +50°C-nál magasabb sem, a keveréshez az előírtnál kevesebb vizet kell adagolni;



8.3. ábra Az alap hőszigetelése

- nagy szilárdságot adó, magas kötési hőfejlesztő cementet (legalább 350-eset) kell használni és a keverék cementtartalmát legalább 10 %-kal meg kell növelni;
- az adalék anyag fagyott rö-

göket nem tartalmazhat, ezért azt melegíteni kell, de a felfűtés hőfoka nem lehet több +30°C-nál;

- Hidegben csak gépi keverés alkalmazható, mert a keverék nem hűlhet le +10°C alá a keverés, a szállítás és a bedolgozás időtartama alatt.

Az elkészült alapot fóliával, nádpallóval és földdel való betakarással meg kell óvni a kötés teljes időtartama alatt a fagypont alá hűléstől.

8.3.4.A beton bedolgozása nyári hőségben

A nyári tartós hőség a kánikula, a téli fagyokhoz hasonlóan, betonozás szempontjából ugyancsak a szélsőséges időjárás. Ilyenkor a gyors kiszáradás ellen kell megvédeni a betont.

A munka során a bedolgozhatósági idő alsó értékeit kell betartani.

A beton utókezelésénél az egyébként szükséges vízmennyiség többszörösét kell felhasználni.

8.3.5. A beton utókezelése

Az elkészült beton alap oldalfelületei a talajjal, vagy a zsaluzattal, a felszíne pedig a szabad levegővel érintkezik. Ha a betont az előírások szerint keverték meg és dolgozták be, akkor az nem tartalmaz a szükségesnél több vizet és tömör, egységes (monolit) tömböt alkot. A földdel érintkező oldalfelületeknél nem kell azzal számolni, hogy ott jelentős vízvesztés következik be, de a zsaluzott felületeken és különösen az alap felszínén ez jelentős lehet. A kötéshez szükséges víz elpárolgását meg kell akadályozni, illetve az elpárolgott vizet pótolni kell. A vízvesztés nyáron száraz, meleg, szeles időben fokozott mértékű, ekkor a gyors kiszáradás a beton tönkremeneteléhez vezet (a beton „megég”).

A kiszáradás megakadályozása végett a beton alap felszínét és a zsaluzatot vizet át nem eresztő műanyag fóliával takarják le. Az elvesztett vízmennyiséget pedig az időjárástól függő időközönként, a bedolgozást követő kb. 4-5 óra elteltével kezdődően, locsolással pótolják. A vízpótlást legalább a beton hét napos koráig végzik. A beton felülete rendes körülmények között egyenletesen nedves, sötétszürke színű. A fehér foltok kiszáradást jeleznek.

Nedves, hideg időben, +5°C alatt, a vízvesztés lényegesen kisebb, így a fólia védelem önmagában is elegendő lehet. Télen locsolás nem jöhet számításba, a beton megfagyását kell megakadályozni.

8.3.6. A felsővezeték tartó oszlopok alapozása

A betonozás megkezdése előtt, mint az ásás során már többször megtettük, ismét ellenőrizni kell az alap méret- és alakhelyességét. Ugyancsak a betonozás megkezdése előtt gödör alján esetleg fellazult talajréte-

get, az oldalokról lepergett földdarabokat, a gödörbe hullott szerves és szervetlen anyagokat el kell távolítani.

A felállítandó oszlop alatt korrózió elleni védelem és az egységes bentömb kialakítása végett legalább 100 mm vastag betonrétegnek kell lennie. Ezt talpnek nevezik. A talp vastagsága szükség esetén ennél nagyobb is lehet. Ha vastagsága 300 mm-nél több, akkor „oszlopkihúzásról” beszélünk. Oszlopkihúzás esetén az oszlop alatti betonréteg és az alap felsőbb részei közötti együttműködést betonacélok behelyezésével biztosítják.

A betonozást a talpbeton bedolgozásával kezdik meg. Ezt követi a vasoszlop elhelyezése az alapban azután, hogy oszlop alapba kerülő részén lévő laza rozsdaréteget, szerves szennyeződések (pl. olaj, olajsár), talaj (sár) darabokat eltávolították, mert ezek meggátolják az acél és a friss beton közötti tapadás kialakulását. Ezt a tisztítást természetesen az alapba helyezendő betonacéloknál is el kell végezni.

A beton alapokat az összefüggő, tömör tömb kialakítása végett, lehetőleg megszakítás nélkül, egy munkaütemben készítik el. Az elkerülhetetlen munkamegszakítások helyét úgy kell megválasztani, hogy az oszlop teherbírása még akkor is kielégítő legyen, ha a régi és az új beton között a kötés nem is lesz tökéletes. A félbeszakított betonozás folytatása előtt a felület minden szennyeződéstől meg kell tisztítani. Ezt általában nagynyomású vízszugárral végzik, de szükség esetén a felület levésését, feldurvítását is végre kell hajtani.

Hasáb alapoknál az alap viszonylag kis mérete miatt el lehet kerülni a betonozás megszakítását. A lépcsős alapok azonban nagy térfogatúak. A betonozást szükség esetén a következők szerint szabad megszakítani:

- a talp elhelyezése után; az oszlop beállítása előtt az betonfelületet az előzőek szerint kell a tovább folytatásra előkészíteni,
- a hasábos rész legalább egynegyed részéig el kell készíteni az alapot, tehát az oszlop állékonysága már nem szenved lényeges csorbát, majd a beton bedolgozását ez alkalommal is a fentiek szerint lehet folytatni. A lépcsős alap elkészítését egyéb helyeken megszakítani nem szabad.

Magas talajvíz szint esetén nemcsak a gödör kiásása lehet rendkívül nehéz, hanem a beton bedolgozása is kemény feladat. Ha a gödör víztelepítése legalább a betonozás időtartamára sem lehetséges, akkor először a gödör egyik oldalfala mellett betonból egy töltést, szigetet képeznek ki, majd a betont innen tolják mind tovább a vízbe, azt kiszorítva (közben nem túl gyors ütemben szivattyúzva) amíg a teljes alapfelület el nem készül. Az ilyenkor használatos betont földnedvesre keverik és a cement mennyiségét az előíráshoz képest 50-100 %-kal megemelik. Fél méternél mélyebb, vagy áramló vízben ez a módszer nem alkalmazható, mert a víz a betonból a cementet kimossa.

A talajmechanikai szakvéleményben gyakran szerepel az előírás, hogy a talajvíz agresszív kémhatású, ezért szulfátálló betont kell felhasználni.

A lépcsős alap hasábos részét előre elkészített zsaluzattal készítik. A zsaluzatot a gödör falához ki kell támasztani, hogy a betontömeg súlyának, a tömörítés vibrációjának hatására el ne mozdulhasson. A zsaluzatot a beton betöltése előtt be kell nedvesíteni, hogy a faanyag a betonból minél kevesebb vizet szívjon el.

A hasáb alapok között különleges helyet foglal el a *P* jelű oszlopok számára készített kehely alap, amelyben a betonozás során központosan egy, fentről lefelé csökkenő méretű, csonka-kúp alakú kelyhet képeznek ki egy megfelelő méretű acéllemezből készült minta segítségével. Ezt az ún. kehely sablont a beton alap elkészülte után közvetlenül kiemelik, mert a beton hozzákötése miatt a későbbi eltávolítás a kehely megsérülésével (a beton megszakadásával) járhat. A beton megkötése után ebbe a kehelybe állítják bele a körszelvényű beton oszlopot. A kehely alapokat minden esetben vasalni kell.

A beton alap a talajfelszín felett 100 mm magas „betonfej” kiképzésével fejeződik be. A fej mérete hasáb alapnál legalább 900x900 mm, lépcsős alapnál az oszlop övvasait legalább 100 mm betontakarással körülölelő négyzetű hasáb. Az alapfej feladata az oszlop legjobban igénybevett befogási keresztmetszetének korrózió elleni védelme. A csapadékvíz elvezetése az oszlop közvetlen közeléből. Erre szolgál a vasoszlopoknál az övvasaknak és a rács-rudak az alapba való belépésének helyén a szögvas, illetve az U vas belső oldalára készített vízvető is. A 45°-os vízvető gallért beton oszlopoknál is alkalmazni kell.

Rakterületen az oszlop védelme érdekében az alapot 1,6-2,0 m magasságba „felbetonozzák”, azaz az alap magasságát ennyivel megnövelik. A felbetonozás sarkaira egy-egy szögacélt építenek be, a sarkok sérülésének megakadályozása végett.

A beton alapok talajból kiálló részét még nedves állapotban lesimítják, a magasított betonrészeket pedig cementhabarccsal vakolják be.

8.3.6.1. Az oszlopkihúzás

A korábbi fejezetekben már érintettük az oszlopkihúzás esetét. Oszlopkihúzásról akkor beszélünk, ha az oszlop valamely okból nem elegendő hosszú, ezért az alapba nem a 100 mm magas talpbetonra, hanem megnövelt vastagságú betonrétegre helyezik rá, azaz az oszlopot az alaptól mintegy „kihúzzák”. Az oszlop kihúzásának legnagyobb értéke akkora lehet, hogy az oszlop legalább 1,0 m mélyen az alapba legyen ágyazva.

A talpvastagság vasalás nélküli növelésének határa 300 mm. Tehát, ha az oszlopkihúzás mértéke 200 mm-nél több, akkor a beton alapba betonacél rudakat kell helyezni. A betonacélokat az alap teljes kerülete mentén

egyenletes elosztásban helyezik el úgy, hogy a sarkokon az alap szélétől legalább 100-150 mm, egymástól pedig legfeljebb 300 mm legyen. A *betonacélok hossza a kihúzási hosszának kétszerese*. A függőleges betonacélokat szükség esetén (ld. vasalási terv) az alsó és felső végükön körbeérő kengyellel össze kell fogni. A betonacélok darabszámát a tervek tartalmazzák.

Lépcsős alapoknál a lépcső magasságát megemelik a kihúzás méretével. A kengyellel összefogott betonacélokkal a megemelt méretű lépcsőt megvasalják. A betonacélokat a lépcső széles, illetve keskeny oldalán egymástól maximum 300 mm távolságra szabad elhelyezni egyenletes elosztásban, az alap szélénél legalább 100-150 mm betontakarásnak kell lennie.

Az 1,0 m-es befogási hosszal állított beton oszlopok alapjába az alapba betonacél betétet (kosarat) helyeznek el. A kosarat az alap felső síkjánál 100 mm-es betonrétegnek kell takarnia.

A lemezalapokba betonacélból készített hálószerkezetű vasalást tesznek. Ezt mind az alapba közvetlenül állított, mind a tőcsavarral leszorított oszlopoknál alkalmazzák.

A tőcsavar rögzítésű (röviden tőcsavaros) oszlopok alapjaiban a tervdokumentációban megadott számú és méretű tőcsavart helyeznek az alapba a betonozási munka megkezdése előtt. A csavarokat az oszlop talpának megfelelően kialakított készülékben, ún. beemelők keretben rögzítik és azt az alap felső síkjának szintjére állítják be.

Az alkalmasan megválasztott csavar szerkezetet az alap vasalásának tekintjük, így a 100-300 mm-es talpbetoneg leérő csavarok esetén külön vasalást nem alkalmaznak. A beton tömörítésekor, különösen ha az vibrálásal történik, ügyelni kell arra, hogy a csavarok el ne mozduljanak, megtartsák függőleges helyzetüket, mert a ferdén (esetleg különböző irányban) álló csavarokra az oszlopot ráállítani nem, vagy csak nagy nehézségek árán lehet. A csőcsavarok menetes részének betontól és egyéb szennyeződéstől való megóvásáért az oszlop ráhelyezéséig ügyelni kell.

8.4. Az oszlopok felállítása

A felállítás helyén az oszlopot úgy rakják le, hogy az a gödör kiásását, a föld elszállítását, vagy elterítését ne akadályozza, közlekedési utat ne zárjon el és a vasúti forgalmat, a forgalom irányítását ne zavarja. A beton oszlopokra a felállításuk előtt felszerelik a tartó bakokat, földelő szalagot, stb., ezért ezeket az oszlopokat a kianyagolás során is megfelelően kialakított párnafákra fektetik.

8.4.1. Ideiglenes vasoszlopok állítása

Az ideiglenesen állítandó vasoszlopok alapgödreinek mélysége az oszlop hosszának 1/6-od része, de legalább 1,5 m.

A T típusú oszlopot, mivel viszonylag kis felületen hat a talajnyomás, ezért minden esetben az alapozási síkban, a gödör alján, és a gödör mélységének felső harmadában a terhelés irányának megfelelő helyeken a gödör méretéhez illesztett talpfa, vagy betonalj darabokkal meg kell támasztani. A gödröt alaposan megdöngölt (ld. fent) föld és kőrétegekkel kell feltölteni.

A nagy vízszintes erővel terhelt oszlopot talpgerendás alapozással, vagy oszloplehorgonyzással kell felállítani. A talpgerendás alapozásnál az oszlop aljának két oldalára egy-egy megfelelő hosszúságú és szelvényméretű idomvasat erősítenek. Ezeket a végeik alá keresztben fektetett egyhárom talpgerendához rögzítik. A talpgerendák fából, vagy vasbetonból vannak (talpfák, vagy vasbeton aljak). Az oszlop állékonyságát az egyik, a húzott oldalon a gerendákra nehezedő földtömeg súlya, a másik, nyomott oldalon a talaj teherbíró képessége határozza meg. Természetesen a visszatemetett földet alaposan meg kell döngölni. Laza talajban (futó-homok, mocsár, iszaptalaj, tőzeg, stb.) a talpgerendás alapozás nem alkalmazható.

A lehorgonyzott ideiglenes oszlopokhoz a lehorgonyzást a talajba a lehorgonyzás irányára keresztben beásott talpfából, vagy betonaljából készítik. A talpfára hurkolt sodrony földből kiálló végéhez csatlakoztatják az oszloplehorgonyzó sodronyt. Az ideiglenes lehorgonyzásokat el kell látni a botlásveszélyre figyelmeztető jelzéssel.

A különlegesen nagy függőleges terhelésű oszlop alapgödreinek aljára az oszlopállítás előtt ún. nyomólapot kell elhelyezni betonaljából, vagy 25 cm vastag betonból. Előre láthatóan hosszabb időre telepített ideiglenes oszlop gyenge minőségű ún. szerelőbeton alapozással is készülhet.

8.4.2. Végleges oszlopok állítása

A felállított oszlopnak a beton alapban, a terven külön megjelölt eset kivételével, mindig központosan kell állnia. Már az alapgödör ásásánál tekintettel vannak erre. Figyelembe veszik az oszlop-vágánytengely távolságot, az egymással funkcionálisan összefüggő oszlopok (a keresztartó, a keretállás tartó oszlopok) keresztirányú távolságát és helyzetét.

Az ún. hagyományos vasoszlopok közé tartoznak a T, F, K, L és KR típusú oszlopok, amelyek a betonalapba vasszerkezetiileg belenyúlnak. Az oszlop az alapban lévő részével egy szerkezeti egységet képez, attól oldható kötéssel el nem választható.

A méreteket össze kell vetni az állítási ábralap adataival (ld. még a gödörásásról és a betonozásról szóló fejezeteket is). A talpbeton bedolgozása után a súlypontja felett, a súlypont és a keskenyebb vég közötti távolság felénél megkötött oszlopot a daruval megemelik és a gödör fölé viszik, majd annyira leengedik, hogy a talpa a talajsíntjén legyen. Ezt követően az oszlopot kézi irányítás mellett a gödörbe leengedik. Leengedés közben az oszlopot a rákötött kötéllel és a rajta átdugott megfelelő hosszúságú rúddal

irányítják, szükség esetén elfordítják. A talpbetoneon álló oszlopnál mérőléc-cel, mérőszalaggal ellenőrzik az oszlop - vágánytengely távolságot, a vágány-járósík tervszerinti magasságát és az oldallapok vágányra merőleges illetve vágánnyal párhuzamos beállítását. A daru ereje segítségével az oszlop függőleges helyzetét is beállítják, vízszintmérővel ellenőrzik, majd szükség szerint az oszlop talpa alá döngölt betonnal rögzítik az így beállított helyzetet. Ehhez szintén az ábralap adatait használják fel. A beton bedolgozása végett az alapgödörbe lemenni csak az oszlop teljes leengedése és beállítása után szabad!

Ezután az előzőekben megismert módon történik a beton alap elkészítése.

A daru az oszlopot csak akkor engedheti el, ha az alap térfogatának legalább 2/3-ad részét már bedolgozták. Ha ez nem lehetséges, akkor az oszlopot eldőlés ellen legalább három irányban kötelekkel le kell horgonyozni, vagy meg kell támasztani. A daru kötelének leoldása után a betonozást befejezik, az alap felületét lesimítják és a csapadékvíz elvezetőket ki képezik.

A keretállás, egy gerendát tartó oszlopainak távolság tartására különös gonddal ügyelnek, mert a gerenda felerősítések tűrése csak néhány cm eltérést enged meg. Az esetleg szükségessé váló ± 200 mm-nél nagyobb eltérésről már a kitűzés, vagy a gödörásás során értesítik a tervezőt, hogy ő gerenda tervének módosításáról gondoskodni tudjon.

8.4.3. Tőcsavaros oszlopok

Az előzőekben leírtakhoz képest a tőcsavaros oszlopok felállítása a következőkben tér el.

A daru a felemelt oszlopot az alap fölé emeli. A tőcsavarok fölött az oszlopot két oldalról kézzel irányítják és a csavarmenetek megsértése nélkül, az alapra engedik. Ezt követően a csavarokra lencsefészket és lencsés alátétet és egy-egy csavaranyát helyeznek, amit még nem húznak meg (hiszen a daru még „fogja” az oszlopot). Az oszlop tengelyének függőlegességét ellenőrzik. Szükség esetén a daru az oszlopot megemeli, vagy „megbillenti”. Az oszlop talpai alá a megfelelő vastagságú alátét lemez(eke)t helyezik és ismételten ellenőrzik a függőlegességet.

Ha az oszlop tengelye függőleges, akkor az összes csavaranyát nyomatékulccsal a csavar méretére megengedett és előírt nyomatékkal meghúzzák. A csavarokra ráhajtják az ellenanyákat és azokat is meghúzzák. Végül a menetvégeket és a csavaranyákat megfelelő tisztítás után alapozó festékekkel befestik.

8.4.4. Betonoszlopok

A beton oszlopok döntő többségét az ún. kehely alapokba állítják fel. A kehelyalap megkötése, de legalább hét nap után szabad az oszlopot a kehelybe beleállítani. A korábban „kianyagolt” oszlopot a súlypontja fölött, a vastagabb végétől kb. 6,5 m-re ráhurkolt kötéllel függesztik fel az emelő daru horgára. Az oszlopot a daru a kehely fölé emeli, majd kézzel végzett irányítással lassan a kehelybe engedi. A kehely aljára engedés előtt a szerelvények helyzetének megfelelően az oszlopot elfordítják.

Az oszlop függőlegességét vízmértékkel ellenőrzik, illetve a daru segítségével beállítják. A függőlegesen álló oszlopot a kehelyalaphoz fenyőfa ékekkel kiékelik és a kelyhet folyós konzisztenciájú C.12-es minőségű betonnal az ékek alsó szintjéig feltöltik. A daru-felkötést csak a kiékelés után szabad levenni!

A kiöntő beton megkötése után az ékeket eltávolítják, a kelyhet betonnal feltöltik és az oszlopot 45° lejtésű csapadékvíz elvezető „gallérral” körülveszik.

8.4.5. Vasoszlop felállítása cölöpalapra

Ez a legújabban alkalmazott oszlopállítási módszer. Mivel igen drága műszaki megoldás, használatának ott van létjogosultsága ahol talajmechanikai okokból a hagyományos alapozási módokkal nem biztosítható az oszlopok állékonysága.

A cölöpözés során vibrálással lehajtanak az oszlop terhelésétől függően egy, kettő, vagy három db. acélcső cölöpöt. A cölöpök átmérője egyévesen 324 mm, falvastagsága 8 mm, a cső anyaga szerkezeti acél. A cölöp hossza az oszlop terhelésének függvényében változik.

A lehajtott cölöpöt a talajszint felett vízszintes síkban elvágják, több cölöp esetén egy szintre vágják, majd a felhegesztik rá az oszlop felerősítéséhez szükséges fejlemez. A fejlemezre állítják az egyéb helyeken is alkalmazott töcsavaros oszlopot, amelyet a megfelelő anyás csavarokkal rögzítenek. Szükség esetén az oszlop talpát és a fejlemez összehesztik.

8.5. A gerenda felszerelése

A gerenda kialakítása a típustervek szerint igen változatos képet mutat. Egyrészt ismerjük a G 300-as típust, amelynek magassága 300 mm, legnagyobb szélessége 340 mm, illetve a G 450-es típust, amelynek magassága 450 mm, szélessége pedig 400 mm. Másrészt viszont tudjuk, hogy a szelvény méreteken belül a gerenda végződése szerint tovább csoportosítás lehetséges (ld. a táblázatot).

Típusjel	Az alátámasztás jellege
G I.	rögzített - lengő
G II.	rögzített - görgős
G III.	rögzített - lengő, túlnyúló (-)csuklós véggel
G IV.	Lengő - (+)csuklós véggel
G V.	görgős - (+)csuklós véggel
G VI.	(+)csuklós - konzolfelkötéssel
G VII	rögzített - lengő, túlnyúló konzollal

A választék tovább bővül azzal, hogy a gerendák készülhetnek felkötéssel, illetve felkötés nélkül. Abban az esetben, ha a gerendát terhelő erők és az ezek hatására ébredő hajlító nyomaték meghaladja az adott gerendára megengedhető értéket, a gerendát „fel kell kötni”. Ez általában 17 m fesztáv felett következik be. A felkötést legalább 15, vagy 16 m teljes hosszúságú *KR* típusú oszlophoz horgonyozzák ki.

8.5.1. Alátámasztások

A gerendák gyártása előtt a felállított oszlopok távolságát és magasságát különösen a lengő oszlopoknál ellenőrzik, hogy az oszlopállítás pontatlanságait még időben korigálni lehessen. A gerenda végeire még a gyárban felfestik a csatlakozó oszlopok feszítési terv szerint számát, közepére pedig a gerenda típusjelét és hosszát.

A keretállás tartó oszlopainak felmérését, a szerelvények felszerelését, a gerenda beemelését csak a beton megkötése után szabad megkezdni, de legalább egy hét kötésidőt meg kell várni az alap elkészülte után.

A gerenda oszlophoz való csatlakozását az oszlopra szerelt alátámasztás és a felkötés hordozza. Az alátámasztások három fő típusát ismerjük, ezek a *rögzített-*, a *görgős-* és a *csuklós alátámasztás*. Az adott helyre felszerelendő típust a keretállás elrendezési rajzról lehet leolvasni.

A rögzített alátámasztást tartó *KR* oszloppal szemben legtöbbször lengő oszlop áll. Az *L* oszlop csúcsa alatt lévő támléc magassága, ahol a gerenda felfekszik, meghatározza a *KR* oszlopra kerülő alátámasztás magasságát. Tehát a felmérést a támléc magasságának meghatározásával kezdik.

Ezt a magasság értéket felméri a *KR* oszlopon és maradandó jellel rögzítik. Ez lesz a rögzített alátámasztás felső síkja.

A rögzített alátámasztást tartó *KR* oszloppal szemben esetenként szintén *KR* oszlopot állítanak. Ekkor a gerendát hosszváltozásának akadálytalaná tétele végett görgős alátámasztás tartja. A görgős alátámasztás elhelyezését az oszlop magassági pontatlansága kevésbé befolyásolja, ezért itt a tervben megadott méretet kell minkét oszlopra felmérni.

Különleges esetekben a *KR* oszlopon csuklós alátámasztást is alkalmazhatnak. Erre akkor kerül sor, ha elháríthatatlan akadály miatt a lengő

oszlopot nem lehet a KR oszloppal szemben felállítani, tehát a gerenda a KR oszlopra és a vágányokra merőlegesen nem helyezhető el. A csuklós alátámasztással maximum 15°-os iránytöréssel áthidalhatók a vágányok. Ugyancsak csuklós alátámasztás szükséges a csak egyik oldalon alátámasztott és felkötött ún. konzolos gerendához is (G VI. típus).

A nagy terhelésű gerendákat a behajlás megelőzése végett felkötik. A felkötést tartó kihorgonyzó szögvasat a KR oszlop csúcsa alatt szerelik fel.

Nagy állomásokon a vágányok közé állított KR oszlopok mindkét oldalára szerelhetnek gerendákat. Ekkor ún. iker alátámasztásokat alkalmaznak. Az iker alátámasztások típusválasztéka igen bőséges, ld. a mellékelt felsorolást:

rögzített - rögzített,
rögzített - görgős,
rögzített - csuklós,
görgős - görgős,
csuklós - csuklós.

A gerenda alátámasztásokat mindig az adott helyre, méret szerint készítik. Ezért a gyártás során a tartó elemekre a tervszerinti oszlopszámot ráfestik, vagy megfelelő címkével látják el. Az alátámasztást a megfelelő oszlophoz szállítják ki és arra szerelik fel.

8.5.2. A gerenda beemelése

A gerenda beemelésének megkezdése előtt elkészítik és az előírt húzóerővel próbaterhelésnek vetik alá a felkötő sodronyokat (ld. 31. táblázat). A megfelelő számú felkötő sodronyt a gerendán kialakított felkötési helyre beszerelik és a gerendán végigfektetve a szabadon maradt végtölcséreket kötöző huzallal rögzítik.

Egyes gerendákra, így a G VI. és a G VII. típusok szabad végeire a tartószerkezetek, vagy irány sodrony kihorgonyzás hordására alkalmas „lelógó konzolt” szerelnek fel. Ezt legcélszerűbb a gerenda beemelése előtt elvégezni.

Az előszerelések után következhet a gerenda beemelése. A beemelést megfelelő teherbírású (a gerenda tömege 32-45 kg/m) és gémkinyúlással rendelkező (a gerenda felső övvasának magassága vs+9300 mm) vasúti- vagy autó daruval végzik. Mivel a gerenda, méreteihez képest könnyű szerkezet, a daru horgára való felkötést körültekintően kell végezni, hogy az emelés közben maradó deformáció ne keletkezzen. Bizonytalan esetben próbaemelést végeznek.

Az emelés előtt a gerenda mindkét végére egy-egy kb. 15 m hosszú kötelet kötnek, amellyel az emelés közben irányítják mozgását, illetve lengését, elfordulását megátolják. A daru által megemelt gerendát a kötelekkel keresztbe fordítják. A daru az oszlopokon biztonságos helyen álló szereplők kézi irányításával és segítségével először a lengő oszlopra, majd a rögzített alátámasztásra ráengedi a gerendát. Görgős alátámasztás esetén viszont a daru először teszi rá a gerendát a rögzített alátámasztásra, s csak ezután a görgőkre.

A felkötött gerendák esetében a darunak a gerendát a felkötés elkészüléséig tartania kell, mert a gerenda önsúlyából keletkező behajlást a felkötéssel kiemelni nem lehet, csak a daruval történő ismételt megemeléssel. A daruval a gerenda közepét a vízszinteshez képest 100-200 mm-rel ($L/2000 \sim L/1000$ mm) kiemeli s ebben a helyzetben a gerendára előkészített felkötő sodronyokat hozzákapcsolják a kihorgonyzó vonórudakhoz. A kötélágak egyenletesen feszesre húzása után a daru az emelve tartást megszünteti és átáll a következő munkahelyre.

A gerenda felszerelésének utolsó művelete a helyére került (és felkötött) szerkezet rögzítése az egyes támaszokon.

Még egy szerkezeti elemről kell néhány szó ejteni, amely az egy oldalon alátámasztott konzolos gerendák szabad végeinek rögzítését szolgálja. Ez az ún. gerenda rögzítő sodrony, amelynek felszerelését szintén haladéktalanul el kell végezni a konzolos gerenda beemelése után.

A gerenda rögzítő sodrony gyakran több konzolos gerenda helyzetét biztosítja. A gerenda rögzítő sodrony egyik végét kihorgonyozzák és ettől kiindulva állítják be a konzolokat. A másik végét csigasorra fogják, de nem feszítik meg csak a gerendák beállítása után.

8.6. Az irány sodrony szerelése

A keretállásos rendszerben az irány sodrony feladata a hosszlánc oldalirányú rögzítése. Mivel a gerenda vágánytengely irányú lengése nem várható és a tartó sodrony iránytartását is biztosítani tudja, itt csak a munkavezeték kigyózását rögzítő, iránytörési és íverejének felvételét szolgáló, irány sodrony felszerelése szükséges.

Az irány sodronyok magasságával a keresztmező számítása során már találkoztunk. Emlékeztetőül csak annyit említek meg, hogy a felső irány sodrony a vágány-járósíkja felett 8100 mm-re, az alsó, illetve a keretállítás irány sodronya pedig 6300 mm magasan van.

Keretállásos rendszernél függetlenül a gerenda fesztávolságától mindkét oldalon rugós kihorgonyozást alkalmaznak.

Tudjuk, hogy a hosszláncok a pályáív és a kigyózás miatti iránytörése és szélterhelése az irány sodronyra erőhatást gyakorolnak. Azért, hogy az irány sodrony ezen erők fellépése következtében se lazuljon meg a sodronyt előfeszítéssel szerelik fel. Az előfeszítő erőnek olyan nagynak kell lennie, hogy az fenti erők együttes fellépése esetén se csökkenjen bizonyos érték alá az irány sodrony feszítő ereje. Az előfeszítő erő nagyságát 3000 N-ban határozták meg.

8.7. Megkerülő-, táp- és a kapcsolóvezeték szerelése

A nyíltvonali jobb és bal vágány felsővezetéke által szállított villamos energia az állomás előtti szakaszolásoknál lévő üzemi szakaszolókon és a hozzá csatlakozó megkerülő vezetékeken keresztül jut az állomási kapcsoló csoportokhoz majd tovább a következő vonalszakasz hosszláncjaihoz.

Egyvágányú pályán a második vonali felsővezeték a villamos táplálás szempontjából a tápvezeték helyettesíti. Ez a vonali felsővezetékkel közös oszlopsoron halad. Feladata a vonali felsővezeték karbantartásának illetve üzemzavar elhárításának idején szükséges feszültségmentesítéskor a táplálási szakasz további részén az energia ellátásának biztosítása. A tápvezeték nincsen megszakítva az állomás előtti szakaszolásoknál, hanem közvetlenül az állomási kapcsolócsoporthoz csatlakozik.

A kapcsolóvezeték feladata valamely, általában állomási hosszlánc villamos energiával való ellátása.

Ha egy oszlopon, illetve oszlopsoron több, más-más rendeltetésű vezeték fut, akkor a vezetékek között fontossági sorrendet állapítanak meg. Ennek megfelelően a legfontosabb mindig legfelül az oszlop külső oldalán helyezkedik el, a többi sorrendben kerül az oszlop külső oldalán lejjebb, illetve vágány felőli, belső oldalára, majd ott lejjebb. A vezetékek fontossági sorrendjét a következők szerint határozzák meg:

- állomási kitápláló vezeték,
- vonali tápvezeték,
- állomási megkerülő vezeték,
- kapcsoló vezeték.

A megkerülő, a kapcsoló vagy a tápvezeték még a hosszláncok illetve a gerendák felszerelése előtt célszerű a helyére felszerelni, mert azt általában át kell emelni az oszlop külső oldalára.

A kihorgonyzó és tartó elemeket általában a felállított oszlopra szerelik fel. A beton oszlopok esetében a csuklós tartók felfogó elemeit a kianyagolt oszlopra fel tudják szerelni a tartószerkezet tartóbakjaival egy időben (ld. még a tartószerkezetek szerelését).

A megkerülő-, táp-, vagy a kapcsolóvezeték a kihorgonyzási pontjai között szereléstechnikai okból megszakítani lehetőleg nem szabad. Amennyiben ez elkerülhetetlen, a toldást acél-alumínium vezeték anyagnál mindig a sodronytípushoz kialakított acél és alumínium hüvelyekkel készült sajtoló kötéssel, réz sodronynál pedig oszlopközben 95 mm^2 keresztmetszetű végtölcséres vezeték összekötéssel, kihorgonyzó szorítókkal, vagy rásajtoló hüvellyel, kihorgonyzás esetén szorítókkal úgy kell kialakítani, hogy a villamos kötés mechanikai húzófeszültségnek ne legyen kitéve.

A kihorgonyzásokat a toldással azonos elvek alapján készült markolóprésses kihorgonyzó elemekkel, a réz sodronyokat pedig a megfelelő méretű kihorgonyzó szorítókkal készítik el.

A vezeték végének megfogása, a kihorgonyzás elkészítése után kezdhető el a vezeték legombolyítása, terítése. Ekkor az ún. gombolyító kocsi a sodronyt, amely a mögötte haladó daru horgára akasztott szerelő csigán áthalad, a daruval az átemelik az oszlopon és a tartó konzolra helyezik. Magas oszlopnál ez természetesen nem lehetséges egy munka művelettel, ekkor a vezetéket az oszlop belső oldalán a lehető legmagasabban rögzítik ideiglenesen. Szükség esetén a vágány sínszájai közé terítik a sodronyt és a szerelő tornyoskocsi terelő görgőivel, vagy kézi erővel emelik fel, majd az oszlopon állva helyezik át az oszlop külső oldalára.

A tartókra emelt vezetéket a kihorgonyzások közötti szakaszon szerelő csigákba kell tenni. A szerelő csigán lévő vezetéket a beszabályozás előtt a technológiai utasításban előírt erővel meg kell feszíteni. A feszítő erő a vezeték fajtájától és a beállítandó belógás mértékétől függ, ez pedig a szerelési hőmérséklet függvénye. A megfeszített vezetéket legalább 24 óra hosszáig a csigákon hagyják. Ez idő alatt a vezeték szájai elrendeződnek, a gyártási egyenetlenségek kiegyenlítődnek és a vezeték maradandóan megnyúlik. Az így kiegyenlített vezeték belógását ismételten ellenőrzik.

A belógást a feszítőközben három helyen, mindkét végén a kihorgonyzástól számított a harmadik oszlopközben és a feszítőköz közepén kell megmérni. Ívben minden oszlopköz belógását meg kell mérni.

A belógási érték meghatározása nemcsak a hőtágulás miatt szükséges, hanem a vezeték talajszint feletti előírt magasságának biztosítása végett is. A legnagyobb belógás esetén, amibe beleértjük azt is, hogy a fokozott biztonságú kihorgonyzás egyik szigetelője elszakadt, sem lehet a vezeték alacsonyabban:

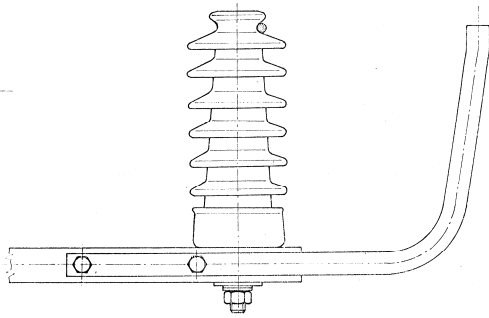
- peronok és rakodók fölött és úttájárók felett belterületen
7,0 m-nél,
- úttájárók felett külterületen 6,0 m-nél,
- műtárgy alatti átvezetésnél, kizárólag gyalogos forgalom esetén
5,0 m-nél.

A belógás - talajszint feletti magasság figyelembe vétele mellett még szükséges a műtárgy alatti átvezetésnél a szigetelési távolság megtartása is.

A belógás és a szigetelési távolság beállítása után elkészítik a vezeték végkihorgonyzását, a majd támszigetelőkre rögzítik, lekötik a vezetéket. Ezt általában ún. ómega-kötéssel készítik.

Biztonsági kötés készítésekor a szigetelő másik oldalára egy, a vezetékkel azonos keresztmetszetű pótszálat erősítenek fel. A pótszálat a vezetékből vett elemi szállal erősítik a szigetelőhöz és mindkét végén megfeszítve ún. áramösszekötő szorítókkal a vezetékhez rögzítik.

Fokozott biztonságú, két támszigetelővel való felerősítésnél a biztonsági kötésnél leírtak szerint kell a szerelést elvégezni, de a vezetékét és a pótszálat külön-külön szigetelőkhöz rögzítik.



8.4. ábra A biztonsági szarv

A biztonság fokozása érdekében az oszloptól kifelé húzó iránytörésnél a szabványban meghatározott helyeken *biztonsági szarvat* is szerelnek a megkerülő- és a tápvezeték tartójára.

8.8. Tartószerkezetek, függesztők készítése, felszerelése

A hosszlánc egyedi megfogási pontja a tartószerkezet amely felépítésénél fogva követni tudja a hosszlánc hőtágulási hosszváltozásából eredő és egyéb mozgásait; az egyes elemek csuklósan csatlakoznak egymáshoz és ugyancsak csuklóval kapcsolódik maga a tartószerkezet az oszlopon rögzített tartóbakokhoz.

A tartószerkezet egyes elemei állandó méretekkel rendelkeznek, pl. a szorítók, a tartóbakok és az oldalkar. Más alkotó részek (a főkar, a támasztókar, a segédkar, a feszítő huzal) mérete viszont az oszlop - vágánytengely távolság függvényében változik. A főkarnál ez nemcsak a hossz méret változását jelent, hanem a 3,9 m-esnél nagyobb tartószerkezetnél a cső névleges átmérője is 5/4"-ról 2"-ra változik.

A főkar, a segédkar, stb. gyártási méreteit szerkesztéssel és számítással készült táblázatokból állapítják meg. A korábban alkalmazott és még jelenleg is érvényes tartószerkezet gyártási méreteit tartalmazó táblázat az egyes felsővezeték fenntartó helyeken rendelkezésre áll

A számítástechnika segítségével ezen a területen is sikerült jelentős lépést tenni a szerkesztés pontosságának javítása felé. A számítógép az általa tárolt alapadatok és a felmérés során megállapított méretekkel való kiegészítés után az adott helyre kiszámítja a tartószerkezet pontos méreteit és azokat táblázat formájában kinyomtatja. A gyártást ezen adatok alapján végzik el.

A legyártott tartószerkezetre az oszlop számát és esetleges különleges jelölést tartalmazó kis táblát erősítnek, amit csak az oszlopra való felszerelés után szabad eltávolítani. A kész tartószerkezet főkarját, segéd és oldalkarját kötöző huzallal összekötik és ezt a kötést csak a hosszlánc felszerelése során távolítják el, sőt az így összekötött tartószerkezetet, szintén kötő huzallal, az oszlophoz rögzítik. Erre azért van szükség, mert a terheletlen tartószerkezetet a szél kifordíthatja, s ezáltal a szigetelők megsérülhetnek, vagy egyes elemei, pl. az oldalkar az úrszelvénybe belenyúlhatnak.

A tartószerkezet felszerelését a tartóbakok oszlopra szerelésével kezdik. A T oszlopra a vágányjáró sík + 1,0 m feljelölése után felméri az alsó csuklósbak helyét, amelyet a vágányjáró sík felett a tervezett munkavezeték magasság -100 ± 10 mm magasságba kell felszerelni. A csuklósbak szerelésekor ha a felerősítő kampós csavar heveder lemezbe ütközik, akkor abba az irányba - fel-, vagy lefelé - kell eltolni a csuklósbakot, amely a kisebb eltérést adja a terv szerinti értéktől. Ezt követően felméri és felszereli a felső tartó (csuklós) bakot az alsó bak középvonalától (a kampós csavar középvonala) felfelé 2100 ± 20 mm távolságban. Ugyanekkor szerelik fel a megkerülő, vagy tápvezeték tartókonzoljának felerősítő elemeit is közvetlenül az oszlop fejlemezé alá.

A kész tartószerkezetet általában nem anyagolják ki az oszlop mellé, mert a szigetelő igen sérülékeny, a csőanyagok pedig esetleg eltűnhetnek, hanem a szerelő tornyos motorkocsival viszik ki a munkaterületre. A motorkocsi kifordítható tornyával az oszlop mellé állnak, majd kézi erővel, vagy csigasorral a tartószerkezetet felemelik, s először az alsó-, majd a felső csuklósbakhoz rögzítik a szigetelő villás szerelvényét, végül a tartószerkezetet huzallal az oszlophoz kötik. Ez a munkaművelet minden oszloptípusnál azonos módon történik.

A függesztők készítése korábban „kézzel”, majd számítógéppel kiszámított táblázatok alapján történt. Ma már a tényleges oszloptávolság alapján számítógéppel kiszámított függesztőket készítenek. Az elkészült függesztőket a felszerelés sorrendjében kötegelik és az oszlopszám szerinti címkével látják el.

8.9. A hosszláncok szerelése

8.9.1. Kihorgonyzások felszerelése

A hosszlánc legnagyobb hossza 1500 m, s a hosszlánc felénél fixpontot készítenek. Ebből következik, hogy a 750 m-es, vagy ennél rövidebb hosszláncnak nincsen fixpontja és csak az egyik végén van utánfeszítve, a másik végén mind a tartósodrony, mind a munkavezeték rögzített kihorgonyzással készül.

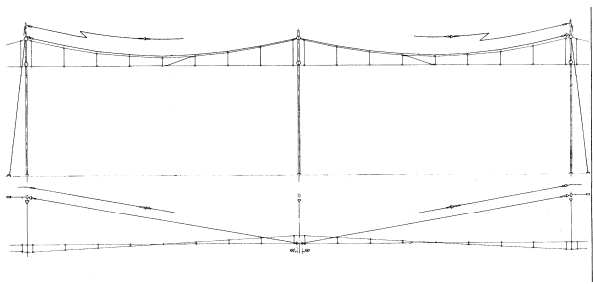
Az utánfeszítő berendezéseket T , F , K , vagy KR típusú oszlopokra szerelik fel. Beton oszlopra egyelőre utánfeszítést nem szerelnek. A szabványosan felállított T oszlopra csak akkor szabad vezetékét kihorgonyozni, ha az le van horgonyozva, azonban még ezzel a feltétellel is csaknem a leggyakoribb a T oszlopos hosszlánc kihorgonyzás.

Az utánfeszítő berendezés egy álló és egy mozgó csigából álló 1:2 átételű erőátviteli szerkezet, amelynek kerekei a könnyű elfordulás végett golyós csapágyakkal vannak ellátva, a kötele pedig finomszálú acélsodrony-kötél. Ez a szerkezet megfelelő idomacél elemekkel kapcsolódik a kihorgonyzó oszlophoz. Az állandó feszítő erőt a vezeték keresztmetszetétől

függő darabszámú 30 ± 2 kg tömegű betonsúlyból álló ún. súlyköteg biztosítja.

A kihorgonyzó elemeket úgy szerelik fel az oszlopra, hogy a 6000 mm magasan futó munkavezeték kihorgonyzása a vágányjáró sík felett 6400 mm, a tartósodronyó pedig 7400 mm magasságban legyen.

Az oszlopon elhelyezendő súlykötegek egymást a mozgásban nem akadályozhatják, ezért T oszlop esetén az oszlop mindkét oldalára egy-egy súlyköteget helyeznek. Szerkezeti okból, az oszlop „mögé” kerülő súlyköteg álló csigáját egy zsámolyszerkezetre függesztik fel. Nagyobb rácsos oszlopnál ez a zsámoly elmaradhat, mert az egyik súlyköteg az oszlop belsejében is elhelyezhető. A súlyköteg helyzetét, hogy pl. erős szél hatására ne lengessen az úrszelvénybe rudas súlyvezetővel biztosítják.



8.5. ábra A nagy fixpont

Itt kell megemlíteni a nagy fixpontok felszerelésével kapcsolatos teendőket is. A nagy fixpont a hosszlánc közepének rögzítésére szolgál úgy, hogy a tartósodronyó közvetlenül, a munkavezeték pedig közvetve a tartósodronyon keresztül fogja meg az esetleges vezeték (szigetelő) elszakadásakor. A nagy fixpont a tartósodronnyal azonos

anyagú és keresztmetszetű sodrony. Mindkét vége rögzítetten van kihorgonyozva az arra alkalmas rácsos, vagy lehorgonyzott oszlopokhoz. A tartósodronyó felszerelése előtt a fixpont sodronyát a közép-tartószerkezeten ideiglenesen rögzítik.

8.9.2. Tartósodronyó és munkavezeték szerelése

A hosszlánc felszerelésének megkezdése előtt meg kell győződni arról, hogy a kihorgonyzások, a nagy fixpont, az oszloplehorgonyzások, a tartószerkezetek, vagy keretállásoknál a csomópontok, a tartószerkezetekre és a csomópontokra a szerelő csigák fel vannak-e téve, továbbá rendelkezésre állnak-e az előre gyártott függesztők, Y - sodronyok, kis fixpont anyagok, stb.

8.9.2.1. A tartósodronyó felszerelése

Az egymást keresztező hosszláncokat a szakaszolásoknál, állomási váltókörzetekben, úgy kell felszerelni, illetve azok tartósodronyójának szerelését olyan sorrendben kell végezni, hogy a fővágányt keresztező átszelés, vágánycsatlakozás felsővezetékének tartósodronyója a magasabb rendű alá kerüljön.

A tartósodronyt a legombolyítás, terítés előtt ideiglenes kihorgonyzással az oszlophoz kötik. Ekkor az utánfeszítés még nincs bekötve, nem működik, az oszlophoz van rögzítve. Az ún. gombolyító kocsival 3-5 km/h sebességgel folyamatosan haladva terítik a sodronyt a vágány sínszállai közé. A gombolyító kocsit kb. fél oszloptávolságra halad egy tornyos szerelőkocsi, amelyről tartósodronyt „felszedik” és a tartószerkezetre erősített szerelőcsigába teszik, és kiesés ellen rögzítik.

A nagy fixponthoz érve a tartósodronyt azzal összekötik, és véglegesen rögzítik. Ezután folytatják a tartósodrony terítését a hosszlánc végén lévő kihorgonyzásig.

A fixpont bekötése után a hosszlánc elején lévő kihorgonyzásnál a tartósodronyt csigasorral megfeszítik és az utánfeszítő berendezésbe bekötik. Ez követi a sodrony másik végének bekötése a hosszlánc másik végén lévő utánfeszítő berendezésbe.

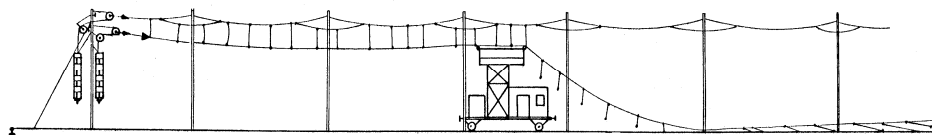
Íves pályarészen az ív nagyságától függő iránytörési erő miatt többlet feszültség ébred a legombolyított sodronyban. Ezt csökkenteni lehet a terítés húzóerejének csökkentésével, azonban a baleset veszély miatt, illetve azért, mert a tartósodrony átkerülhet a másik vágány úrszelvényében különös gondossággal, a technológiai és a munkavédelmi utasítások előírásai szerint kell eljárni!

Az utánfeszítések bekötése után a tartósodronyra felszerelik az Y - sodronyokat. A rögzítés csak ideiglenes jellegű, mert a végleges kötést csak a hosszlánc szabályozása során állítják be.

8.9.2.2. A munkavezeték felszerelése

A következő művelet a munkavezeték terítése és felszerelése. A munka megkezdése előtt fel kell szerelni a keretállásos rendszerben az irány sodronyt.

A munkavezeték szerelése előtt megtervezik, hasonlóan a tartósodronynál leírtakhoz az egymást keresztező hosszláncok szerelési sorrendjét. Az egyes hosszláncok munkavezetékeinek húzását olyan sorrendben kell végezni, hogy a fővágányt keresztező átszelés, vágánycsatlakozás, szaka-



8.6. ábra A munkavezeték felszerelése

szolás munkavezetéke a magasabb rendű fölé kerüljön. A munkavezeték az oldalkarokkal úgy kell rögzíteni, hogy az a tartósodrony megfogásának függőlegesébe kerüljön.

A munkavezeték terítése közben a gombolyító szerelvény 3-5 km/h sebességgel haladhat. A legombolyított munkavezeték a vágány sínszállai között fekszik. Amikor a terített hossz már legalább 200 m, akkor a vezeték mellett végigmenő szerelők megkezdik az előre elkészített függesztők felszerelését a munkavezetésekre. A függesztőket a síngerinre felfestett jelhez szerelik fel, jóllehet tudják azt, hogy ez a szerelési hely még nem végleges. A függesztő a számítással meghatározott, pontos helyére csak a beszabályozás során fog kerülni.

A függesztő-szerelők után megfelelő távolságra tornyos-kocsi halad, amely a felszedi az így előszerelt munkavezetéseket és a toronyban lévő szerelők, a függesztőket a tartósodronyra akasztják.

Egyenes pályaszakaszon a tartósodronyra felfüggesztett munkavezetéseket elegendő minden második, harmadik tartószerkezetnél az oldalkarral rögzíteni, de pályáívből ezt minden egyes tartószerkezetnél el kell végezni, hogy a munkavezeték már a felszerelés során az ívet követő sokszögben helyezkedjen el.

A hosszlánc végén a gombolyító kocsival a vezetéseket megfeszítik és meghatározzák a levágandó hosszát. Ezt a kihorgonyzó válaszszigetelő és az előre elkészített, s az utánfeszítéshez csatlakozó sodronydarab hosszának figyelembe vételével állapítják meg. A levágás helyét megjelölik és a feszítő erőt megszüntetik. A vezeték elvágása után a szigetelőn keresztül a sodronycsatlakozást elkészítik. A munkavezetéseket csigasorral megfeszítik és egymás után mindkét végén az utánfeszítő berendezésbe bekötik.

Műtárgyak alatti hosszlánc átvezetéseknel a függesztők hosszát általában nem lehet előre kiszámítani, ezért ott a függesztőket ideiglenesen felkötő huzalokkal pótolják. A végleges függesztőket, amelyeket a beszabályozás során szerelnek fel gyártásuk során „állítható” kivitelben készítenek el, hogy a vezetéseket megfelelő lejtése kialakítható legyen. Ugyancsak állítható függesztőket szerelnek fel a szakaszolásokban.

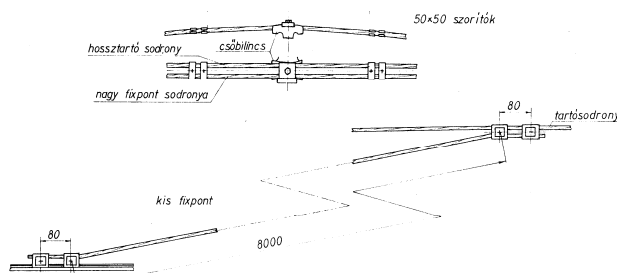
A tartósodrony nélküli hosszláncoknál a tartósodrony, az Y - sodrony és a függesztők szerelés természetesen elmarad. A munkavezeték belógását csökkenteni hivatott segédsodrony felszerelése az Y- sodronnyal azonos munkaműveletekkel történik. A segédsodronyt a hőfok szerint beállított tartószerkezet alatt a munkavezeték mellé fogják, majd egyik végét a munkavezetékhez rögzítik szorítókkal. A segédsodrony másik végét akkor rögzítik a munkavezetékhez, ha sodronyt kézzel megfeszítve, belógása azonos lesz a mellette lévő munkavezetékével. A segédsodronyt ezután a tartósodrony bilincsben véglegesen rögzítik, majd a munkavezeték helyzetét az oldalkarba történő befogással beállítják.

8.9.2.3. A hosszlánc beszabályozása

A beszabályozási munkák során az alábbi munkákat végzik el:

- kis fixpontok elkészítése,

- utánfeszítő művek rögzítésének megszüntetése, beszabályozása,
- villamos és mechanikai kötések elkészítése,
- kihorgonyzó és válaszszigetelők beépítése,
- a tartószerkezetek hőfoknak megfelelő beállítása, a tartósodrony és a munkavezeték végleges helyzetének rögzítése,
- kereszttartó, keretállás csomópontjainak beállítása, oldalirányú rögzítések felszerelése az irányodronyokra,
- az Y - sodronyok feszességének beállítása,
- függesztők beszabályozása,
- a munkavezeték magasságváltozása megengedett értékeinek beállítása,
- műtárgyak alatti hosszlánc átvezetésnél a szigetelési távolságok a beállítása,
- vonali és állomás előtti szakaszolások, valamint a fázishatár beszabályozása.



8.7. ábra A kis fixpont

A kis fixpontok elkészítése nem jelent különleges feladatot. A nagy fixpont közép-oszlopától jobbra és balra a mező közepén lévő függesztőkönben egy-egy 8,0 m hasznos hosszúságú (a leszabási hossza természetesen több, kb. 8,5 m) tartósodrony darabbal összekötik a tartósodronyt és a munkavezeteket. Az össze-

kötés irányát úgy választják meg, hogy az a nagy fixpont kihorgonyzásától a középoszlop tartószerkezetén és a tartósodronyon keresztül fogja meg a munkavezeteket, a hosszlánc végén lévő utánfeszítés ellenében, azaz a fixponthoz közelebb a tartósodronyra van felszerelve, s a fixponttól távolodva a munkavezetékre lejt. A kis fixpont sodronyát középen egy rövid függesztővel a tartósodronyhoz felfüggesztik.

Az utánfeszítő művek rögzítésének megszüntetése, a súlyköteg magasságának beszabályozása már részben megkezdődött akkor, amikor a tartósodronyt a szerelési művelet végén az utánfeszítéssel megterhelték. A munkavezeték utánfeszítésének rögzítését a tartósodronyhoz hasonlóan megszüntetik és a súlyköteget csigasorral lassan leengedik, s az utánfeszítő berendezés működni kezd.

A súlyköteg magasságát a súlykötél hosszának állításával lehet beállítani. Ehhez a művelethez a tartósodronyt, vagy a munkavezeteket az oszlophoz kikötik. A súlyköteget pedig csigasorral az oszlopra szerelt kengyelhez felhúzzák, s ezáltal a súlyköteget tehermentesítik. A súlykötél függőleges ágán, a súlyköteghez kapcsolódó végén a végtőlcsér szorítását feloldják és a végtőlcsért az előzőleg megjelölt helyre állítják. A visszaszerelés és a súly ismételt ráengedése után az utánfeszítés az előírt magassági méret-tartományban fog működni, amiről a súlyköteg két-háromszori megemelé-

sével győződnek meg. Erre elsősorban a kb. egy év eltelte után a vezeték után-szabályozásakor van szükség, amikor a vezetékek tartós megnyúlását kell kiegyenlíteni.

A megbízható villamos és mechanikai kötések elkészítése az üzem biztonsága szempontjából igen lényeges, ezért gondos szerelés igényel. A nem megfelelően készített villamos csatlakozás ugyanis az áramvezetés minőségére kedvezőtlenül hat, a vezeték beégését, túlzott helyi melegedését, ezáltal kilágyulását, majd szakadását okozhatja.

A villamos kötés feladata a mechanikailag külön működő vezetékek, illetve az áramvezető vezetékek mechanikai kötéseinek villamos áthidalása jól vezető összeköttetéssel.

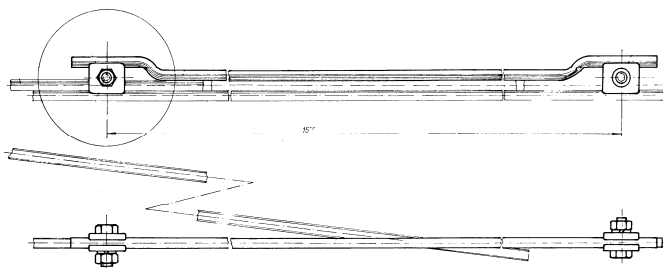
A sodronyok (a tartósodrony) toldása általában végtőlcséres kivitelben történik, amelyet úgy készítenek el, hogy a villamos összeköttést mechanikai húzófeszültség ne terhelje. Az összekötendő sodronyokat a végtőlcsérekbe úgy fogják be, hogy mindkét sodronyvég a végtőlcsérből legalább 200 mm hosszúságban kiálljon. Ezeket a kiálló sodronyvégeket vezeték-összekötő szorítóval összekötik. Szabálytalan és üzemveszélyes az olyan végtőlcséres vezeték összekötés, amelynél csak az egyik sodronyvéget vezetik ki a végtőlcsérből és azt a másik sodrony húzott szakaszához kötik.

A soros felsővezeték elemek (hosszláncok, szakaszolók, stb.) villamos kötését 95 mm²-es, az egyéb (mellékáramköri és potenciál-kiegyenlítő) villamos kötések pedig 50 mm²-es vörösréz sodronyból készítik el.

A rézsodronyból a megfelelő hosszúságú darabot levágják, majd szorítókkal, vagy sajtolt szerelvénnyel a az egyik munkavezetékhez hozzákötik. Ezután a sodronyt S alakban meghajlítva hozzáerősítik a munkavezetékhez tartozó tartósodronyhoz, majd az azt keresztező tartósodronyhoz úgy, hogy annak megfelelő mozgási lehetőséget biztosítson, és végül a másik munkavezetékhez.

Különleges felsővezeték összekötési mód az ún. áthidaló kötés, amelyet az áramszedővel járt munkavezeték keresztezéseknél szerelnek fel. Az áthidaló kötés biztosítja, hogy az egymást keresztező munkavezetékek,

amelyeket az alattuk haladó áramszedő megemel, együtt mozogjanak. Ennek hiányában a felülfutó munkavezetékén érkező mozdony áramszedője a keresztezésben a másik munkavezetékhez érve elakadna. Ezen túlmenően az áthidaló kötés biztosítja a hosszláncok hő-



8.8. ábra Az áthidaló kötés

mérséklet változás okozta mozgási lehetőségét. Az áthidaló kötés egy 1000 mm hosszú 100 mm²-es, két végén lépcsősen meghajlított munkavezeték-

ből készült keresztező sínből és azt az alulfutó munkavezetékhez rögzítő két szorítóból áll.

Mint láttuk a munkavezetékbe a hosszlánc elején és végén már beépítették a válaszszigetelőket, de a tartósodrony és a szakaszolás egyéb válaszszigetelői még hiányoznak.

A tartósodronyban és a munkavezetékben lévő szigetelőknek $+10^{\circ}\text{C}$ -nál egymás alatt kell lenniük.

A tartószerkezetek hőfoknak megfelelő beállítását, a tartósodrony és a munkavezeték végleges helyzetének rögzítését a tartószerkezet rendelkezésre álló állapotában, terhelés alatt állítják be. A kigyózási értékeket az erre a célra átalakított mérő áramszedővel ellenőrzik.

A tartószerkezet hőfok szerinti helyzetének beállítása után a tartósodrony a tartósodrony bilincsbe helyezik és a szorítónyelvvvel rögzítik. A munkavezeték az oldalkarra szerelt munkavezeték szorítóba fogják. Ha már a szorítóban volt, akkor a csavarokat oldják és az oldalkart a tartószerkezetnek megfelelő helyzetbe állítják, majd a csavarokat ismét meghúzzák. Íves pályaszakaszon, ha az ívsugár 1800 m-nél kisebb, akkor a tartósodrony és a munkavezeték szorítóba való helyezéséhez feszítő szerkezeteket (csigasort, láncos feszítőt) használnak. A munkavezeték hornyainak beállításához munkavezeték csavaró szerszámot használnak.

Ezt követően állítják be a munkavezeték kigyózását a szerelő kocsi mérő áramszedőjéhez. A segédkarra szerelt oldalkartám rögzítésének oldása után az oldalkart a kigyózásnak megfelelő irányban addig mozdítják, amíg a munkavezeték a kívánt helyre kerül.

Egyenes pályaszakaszon az egymást követő tartószerkezetek kigyózása egyenlő nagyságú de ellentétes értelmű. A helyesen szerelt hosszlánc a mező közepén a vágánytengelyben van, tehát kigyózása 0 értékű.

Ívben úgy határozzák meg az oldalirányú rögzítés helyét, hogy szélmentes időben a mező közepén a munkavezeték az áramszedő közepétől 0-150 mm-re legyen, de az oldalkaroknál se legyen ez a távolság (± 300 mm-es kigyózásnál) 350 ± 5 mm-nél több.

Keretállás esetén nem alkalmaznak csomóponti csigakereket, viszont a csomópontot viszonylag hosszú, legalább 750 mm-es függesztővel szerelik, hogy a hosszlánc hosszirányú mozgása biztosítva legyen. A munkavezeték oldalirányú helyzetét az irányodronyra szerelt oldalkarral állítják be. A kompenzált hosszláncoknál az oldalkart himbás felfüggesztéssel szerelik.

Az Y - sodronyok feszességének utánállítására akkor van szükség, ha a munkavezeték egyenlősége, a függesztők, köztük az Y függesztők egyenlősége „nem áll be”. Az Y feszítő erejének ellenőrzéséhez célszerszám jelenleg nem áll rendelkezésünkre. A feszítő erőt szükség szerint dinamométerrel állapítják meg. Az Y - sodrony előírt húzóereje 2,5 - 2,8 kN.

A függesztők beszabályozására a kihorgonyzások előtti vezeték szakaszoknál és a műtárgyak alatti átvezetéseknel van szükség, ahol már eleve állítható, vagy fordított V alakú függesztőket szereltek fel. A függesztők hosszának szabályozásával állítják be a munkavezeték előírt lejtését (emelkedését).

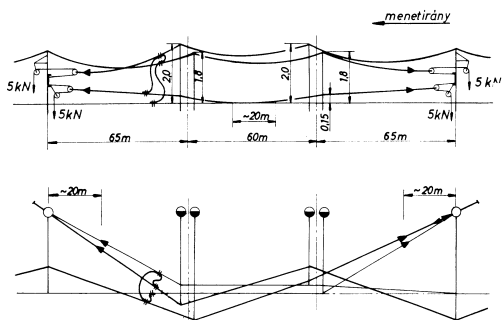
A hosszlánc egyéb helyein a számítógéppel meghatározott és pontosan gyártott függesztők szabályozására általában nincs szükség, de a függesztőnek a kiszámított helyére való pontos állítása elkerülhetetlen. Ha valamelyik függesztőnél a munkavezeték „felkap”, vagy „belóg”, akkor ott a függesztő nem az előírt helyen van, s a hiba a függesztő pontos helyére állításával megszűnik.

A munkavezeték magasságának változtatására, a lejtések beállítására a műtárgyak alatti hosszlánc átvezetések esetében van szükség. A munkavezeték magasságát a műtárgy legalsó élének vágány járásik feletti magassága szabja meg, a magasság változás, a lejtés hosszát pedig a pályára engedélyezett sebesség.

A műtárgyak alatti hosszlánc átvezetésnél a munkavezeték vágány járásik feletti magassága nem lehet kisebb 5050 mm-nél. Ugyanakkor a műtárgy és a feszültség alatt álló felsővezeték elem (tartószerkezet, tartósodrony, munkavezeték, stb.) között sem lehet 320 mm-nél kisebb távolságot megengedni.

Abban az esetben, ha a fenti legalacsonyabb munkavezeték magasság mellett sem tartható be a műtárgyhoz az előírt szigetelési távolság, akkor a hosszláncot a műtárgy alatt kiszigetelten vezetik át. Ez azonban a villamos vontatásban jelentős hátránnyal jár.

Mint tudjuk, a vonali, vagy mechanikus szakaszolás alatt az egyes, mechanikailag külön-külön működő, de azonos áramkörhöz tartozó hosszláncok kapcsolódását, az állomás előtti, vagy villamos szakaszolás alatt pedig két légszigeteléssel elválasztott hosszlánc csatlakozását értjük.

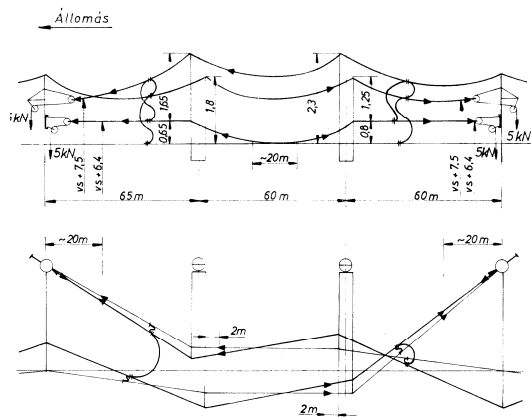


8.9. ábra Vonali (mechanikus) szakaszolás

Elvégzik a szakaszolási elrendezési tervben előírt tartószerkezet beállításokat és ellenőrzik, ha kell beállítják, a szakaszolás váltó (középső) oszlopközében a munkavezetékek magasságának beállítását úgy, hogy azok a mező közepén mintegy 18 - 22 m hosszan egymás mellett haladjanak, az áramszedő mindkettővel érintkezzen. A munkavezeték kiemelt szakasza folyamatosan, magasságtörés nélkül haladjon a tartószerkezetig.

Ha előzőleg elmaradt, be kell építeni a még elmaradt válaszszigetelőket, Y - sodronyokat, villamos kötést, stb.

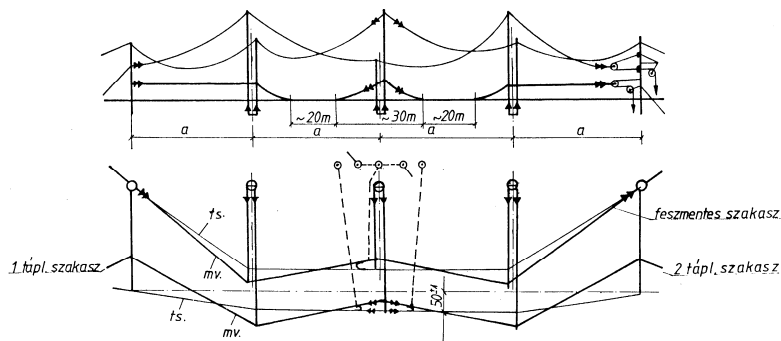
Az állomás előtti szakaszolásnál ellenőrzik és ha szükséges beállítják a légszigetelési távolságot. Ennek értéke a ± 400 mm-es kigyózásnál 500 mm, a ± 300 mm-es kigyózásnál pedig 400 mm.



8.10. ábra Állomás előtt (villamos) szakaszolás

más szorítónak lennie. Ezt a szakaszt *szorítómentes* témek nevezik.

A fázishatár tartószerkezeteit, válaszszigetelőit, a légszigetelési távolságokat, a hosszláncok váltását, a segéd (semleges) hosszláncának utánfeszítéseit, stb. ellenőrzik, szükség esetén beállítják. A légszigetelés soha nem lehet kisebb 500 ± 10 mm-nél.



8.11. ábra A fázishatár

A fázishatár teljes hosszát, a szakaszolásokhoz hasonlóan áramszedővel kétszer bejárják, s közben ellenőrzik az összes fontos méretet, különös tekintettel a megemelt vezeték légszigetelési távolságára.

A szerelési munka közben, vagy gyártási hiba miatt a sodrony elemi szálának összehegesztése eltörhet és az elemi szál kisodródhat. Ha az 50 mm^2 -es keresztmetsztű sodronyból egynél több elemi szál, a $70 - 95 \text{ mm}^2$ -es sodronynál három szál folytonossága sérül meg, akkor a sodronyt el kell vágni és toldást kell beépíteni. A megengedett számú sérült szálát le kell bandácsolni és ennek tényét és helyét írásban is (pl. építési naplóban) rögzíteni kell.

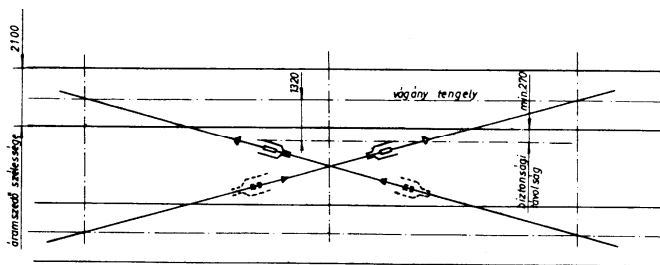
A teljes vonalszakaszon, vagy állomáson a hosszlánc szabályozási munka végeztével a szerelő kocsival áramszedős bejárásom győződnek meg a felsővezeték jószágáról. A bejárás során az eddig felsoroltakon kívül még ellenőrzik a szigetelők állapotát is, azok felületi épségét, tisztaságát. Egy szigetelőkön összesen $1,8 \text{ cm}^2$ mázhiány lehet, ami több sérülésből is

összetevődhet. Az ennél nagyobb mázhiányos szigetelőt ki kell cserélni. A szigetelőnek mechanikai szennyeződéstől, sár, olaj, festék, stb. mentesnek kell lennie, mert azok a szigetelési tulajdonságot jelentősen rontják.

8.10. Szakaszszigetelők, szakaszolók szerelése

A szakaszszigetelő beépítése előtt pontosan meghatározzák a beépítés helyét. Ezt körültekintően kell végezni, mert a csatlakozó vágányok tengelytávolsága rendszerint kicsi és a szakaszszigetelő szánkója a legnagyobb hosszlánc elmozdulás esetén sem kerülhet 270 mm-nél közelebb a szomszédos vágányon mellette elhaladó mozdony áramszedőjéhez.

A szakaszszigetelő helyének, amely a szigetelőtest közepét jelenti, meghatározása után, attól kb. 1000 mm-re a szánkók nyitott végei felé eltolva beépítik a tartósodronyba a válaszszigetelőt. A munkavezeték a munkaszakasz két oldalára szerelt feszítőzárak között összehúzzák és elvágják, majd beépítik a szigetelőt. A tartósodronyra a szánkók megfogása fölé felszerelik a munkavezetékéből készült kengyelt, amely a tartósodrony lejtését küszöböli ki. Ezen a kengyelen el tud mozdulni a görgő, amelyhez a szakaszszigetelőt felfüggesztik.

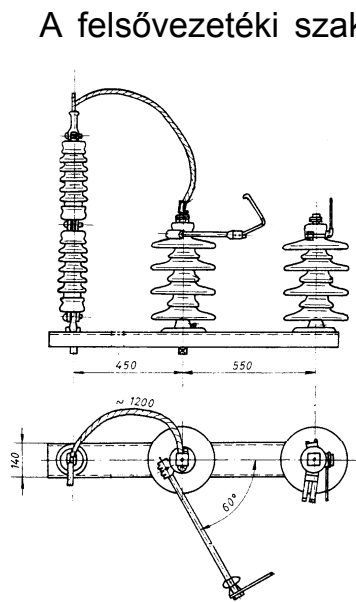


8.12. ábra A szakaszszigetelő beépítése

A szerelőkocsi áramszedőjével mindkét irányban be kell járni. Rendellenesség (ütés) esetén a hibát ki kell javítani.

A szakaszszigetelő helyének kiválasztáskor és a beépítéskor figyelemmel kell lenni arra is, hogy a szakaszszigetelő szánkók nyitott vége a kiszigetelt szakasz felé nézzen.

A felsővezeték hálózatunkon eddig két olyan szakaszszigetelő típust építettünk be amely bizonyíthatóan alkalmas a $v > 100$ km/h sebesség tartományban való közlekedésre. Ezek a szakaszszigetelők külföldről származnak, az egyiket a svájci Flury AG, a másikat a németországi ABB cég szállítja. Mindkét típus beépítéséhez a gyártó technológiai útmutatót szolgáltatott.



8.13. ábra Szakaszkapcsoló

megoldást igényel.

A felsővezetéki szakaszkapcsolókat tartó oszlopokra, vagy erre a célra készült kapcsoló állványra szerelik fel úgy, hogy annak be-, vagy kikapcsolt helyzete a kezelő által könnyen felismerhető legyen. A kapcsoló állványokat a könnyű elérhetőség végett a forgalmi szolgálati helyek közelében telepítik, elfogadott elnevezésük *kapcsolókert*. A kézi működtetésű szakaszolókkal szerelt kapcsolókeretet minden esetben be kell keríteni, a tisztán motoros hajtással szereltekét kerítés nélkül is lehet létesíteni.

A kapcsoló kerti szakaszolók két csoportra oszthatók, főáramköri, vagy soros szakaszolók és az állomási áramköri szakaszkapcsolók. A főáramköri kapcsolók a nyíltvonalai hosszláncokhoz csatlakozó megkerülő vezetéseket, illetve a tápvezetéki szakaszokat kötik össze a kapcsoló állvány gyűjtő sínjén keresztül. Itt van lehetőség a jobb és a bal vágány felsővezetékének, vagy a felsővezetéknek és a tápvezetéknek az összekapcsolására (párhuzamos kapcsolására) az *összekötő szakaszolók (Öj és Öb)* által.

A szakaszolókat az általuk kapcsolt áramkör elnevezését tartalmazó jelöléssel látják el. Egyeseket a forgalom, a vontatás, a kereskedelem lebonyolítását végző, erre kioktatott és vizsgáztatott személyzete, másokat kizárólag a felsővezetékes szakszolgálat munkatársai kezelhetnek. A szakaszkapcsolók működtetésének jogosultságát üzemeltetési utasítások tartalmazzák.

A szakaszkapcsolók kialakítására és szerelésére vonatkozó előírásokat a vonatkozó tervek és szabványok tartalmazzák.

8.11. Túlfeszültség elleni védelem

Az ún. szelepes túlfeszültség levezetők a túlfeszültség keletkezésekor veszélytelenül levezetik a túlfeszültség energiáját. A „megszólalási feszültség” elérésekor villamos ellenállása hirtelen és nagymértékben csökken és a vezetőt gyakorlatilag földeli. A túlfeszültség töltését a földre levezetve elejét veszi a káros hatásoknak. A túlfeszültség megszűnte után megszakítja az áramot és visszaáll az eredeti állapot.

A túlfeszültség levezető, vagy a szikraköz „megszólalása” a hálózati zárlatvédelem működtetésével jár.

Túlfeszültség elleni védelemmel kell ellátni általában a nagy impedanciájú és/vagy nagy értékű és túlfeszültségre érzékeny áramellátó és felsővezetéki berendezéseket, így pl. transzformátor állomásokat, oszlop-transzformátorokat, kapcsoló csoportokat, stb.

9. A felsővezeték kiegészítő létesítményei

A hosszlánc szereléstechológiai fejezetének végén felsorolásszerűen összefoglaljuk, hogy villamos vontatás üzembiztonságához és a balesetek megelőzéséhez a felsoroltakon kívül még milyen intézkedések megtételére van szükség.

Az áramszedővel nem járható vezeték szakaszok kezdetén (és végén) az üzemviteli utasításban előírt figyelmeztető jelzőket kell felszerelni a hosszláncra, a felsővezeték tartó oszlopára, vagy külön tartóra. Ugyancsak figyelmeztető jelzést kell szerelni mindazon helyekre, ahol a vontató jármű vezetőjének az áramellátás megszakadására kell számítnia (pl. fázishatárnál) és ott a jármű főmegszakítóját kezelnie kell.

Minden kézi működtetésű szakaszolót nyitott állapotban lezárhatóan kell készíteni az illetéktelen feszültség alá helyezés meggátlása végett. Bekapcsolt helyzetben csak a villamos üzemi személyzet által működtethető azon szakaszolókat szabad lezárni, amelyeknél az utasítások előírásai ezt megengedik.

A villamosított vonalak szolgálati helyeinek közelében a felsővezeték kikapcsolása utáni földelésére szolgáló ún. földelő rudak, továbbá a villamos üzemet szabályozó kitűzhető jelzőtáblák tárolására szolgáló állványokat kell telepíteni.

Mindazon helyekre, ahonnan a felsővezetéki berendezés megközelíthető, épületekre, műtárgyakra, perontetőkre, rakodó berendezésekre, útátjárók mindkét oldalára, stb. a vonatkozó szabvány szerinti figyelmeztető táblát kell kihelyezni. A rakodó területeken ezeket a figyelmeztető táblákat még ki kell egészíteni a munkavezeték, a megkerülő- és a tápvezeték terepszint feletti magassági adatait tartalmazó tájékoztató táblákkal, illetve a munkavégzés feltételeit tartalmazó rendelkező táblákkal.

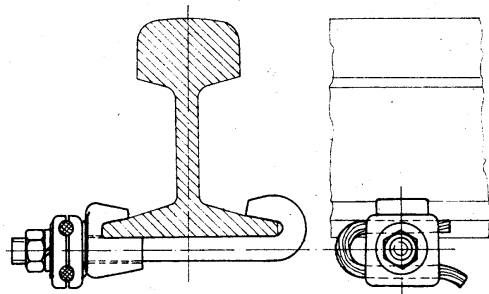
Azokra a helyekre viszont, ahonnan a berendezés eszközök igénybevétele nélkül megérinthető, vagy 2,0 m-nél jobban megközelíthető, nem ele-

gendő figyelmeztető tábla kitétele, hanem megközelítést megakadályozó védőberendezést kell felszerelni. Ez a helyszíni adottság szerint védőrács, kerítés, fal, stb. lehet.

Útátjárók felett a felsővezeték szabványban előírt magassága 6000 mm. Amennyiben ezt a magasságot valamely ok miatt, pl. közelben lévő műtárgy alatti hosszlánc átvezetés miatt tartani nem lehet, akkor az útátjáró mindkét oldalára helyezkötött közúti magasságkorlátozó kaput kell telepíteni. A kaput és a hozzá vezető útszakaszt el kell látni a közúti közlekedési rend szabályaiban előírt jelzőeszközökkel. A magasságkorlátozó kapu szabad magasságának a munkavezeték vágány-járósík, illetve az útszint legalacsonyabb magasságánál 1600 mm-re kisebbnek kell lennie, pl. 5800 mm munkavezeték magasság esetén a korlátozó kapu aló élének magassága 4200 mm.

10. Üzemi áram-visszavezetés és érintésvédelem

Az érintésvédelemmel kapcsolatos előírásokat hazánkban is szabványok tartalmazzák. Ezen szabványok előírásai alapján a vasúti különleges körülményekre tekintettel készült el a vasúti érintésvédelmi szabályzat, amelynek betartása kötelező a helyezkötött villamos berendezések létesítése, felújítása és karbantartása esetén.



10.1. ábra Hagyományos sínbekötés

A szabvány részletes ismertetése nem tárgya ezen jegyzetnek, azt annak tanulmányozásával kell elsajátítani. Néhány gondolatot azonban ki kell emelni, mert eltér az érintésvédelemben általánosan alkalmazott gyakorlattól.

A vasúti gyakorlatban a vágány, illetve a sínszál nemcsak a vonatok mechanikai terhelését viseli, hanem többcélú villamos vezető feladatot lát el. A biztosítóberendezés sínáramköreinek része, a villamos felsővezeték közelében lévő fémtárgyak érintésvédelmi gyűjtő vezetője és részt vesz a vontatási áram visszavezetésében. Ez a hármas villamos feladat különleges feltételeket szab a sínhálózat folytonossága, talajtól való „elszigeteltsége” tekintetében is. Mi csak a felsővezeték miatt szükséges feladatok megoldásával foglalkozunk.

A biztosítóberendezés sínáramainak és vontatási áramok visszavezetésére szolgáló közös csatlakozó vezetékkel szemben követelmény a kicsi átmeneti ellenállás a vezeték - sín csatlakozásoknál. Ez a hagyományos kampós csavaros szerelvényvel nem biztosítható. Ezért vezették be az átfúrt síngerinchez való vezeték csatlakozást.

Ennél a módszernél, a síngerincet a mechanikailag legkevésbé igénybevett helyén (középen) átfújják. A furatba rozsdamentes anyagból készült

peremes hüvelyt tesznek, amelynek másik oldalát is, a csőszegecshez hasonlóan, peremezik. A hüvely furatába helyezett, ahhoz illeszkedő különleges csavarhoz a csatlakozik az összekötő sodrony. A csatlakozó sodrony szigetelt, 50 mm² keresztmetszetű, vékonyszálú acélsodrony. A sodrony csatlakozó végeire kábelsarukat sajtolnak. Az esetleg szükséges nagyobb vezeték keresztmetszetet a sodronyok számának többszörözésével érik el.

Az üzemi áram visszavezető és az érintésvédelmi bekötéseket a már említett *földelési terven* megadott helyek, a terven egyezményes jelekkel megjelölt kivitelben kell elkészíteni. Ezek az egyezményes jelöléseket, amelyek a vonalvillamosítás évtizedeiben alakultak ki, sőt ma is folyamatosan a felmerülő igényekhez igazodik, a 38. táblázat tartalmazza.

11. Korrózió elleni védelem

A korrózió elleni védekezés a felhasznált anyag kiválasztásával kezdődik. Cél az, hogy minél korrózió-ellenállóbb anyagot találjunk és az a leg-gazdaságosabban tudjuk felhasználni. Ezért tértünk át korábban az acél oszlopokról a betonból készült oszlopok felhasználására, s napjainkban mindjobban előtérbe kerül a korrózió ellenálló alumínium alkalmazása a vasból készült szerelvények helyett.

Gyakorlatunkban a korrózió elleni védekezés a vasanyagú szerelvények védelmére korlátozódik. Ez történhet:

- mázolóással,
- tűzi horganyozással,
- a tűzi horganyozás és a mázolás együttes alkalmazásával,
- fémszórással,
- galvanikus horganyozással, és
- a fenti két módszer és a mázolás együttes alkalmazásával.

Bármelyik eljárást alkalmazzák, az acél- és vasszerelvények felületének gondos és az előírások szerint megtisztítása elengedhetetlen. A horganyozáshoz, fémszóráshoz fémtiszta felület szükséges, de a festékbevonat élettartama is akkor a legjobb, ha az fémtiszta felületre kerül rá. A gyengébb tisztasági fokozatú felületen ugyanannak a bevonatnak az élettartama rövidebb.

A fémtiszta felületet csak szemcsefúvással, vagy szemcseszórással lehet előállítani. A kézi vagy gépi drótkéfézés erre a célra nem elegendő. Ha ezt a módszert kell alkalmaznunk, akkor számítani kell rövid időn belül az újbóli festésre. Vegyi rozsdá-átalakítást nem szabad alkalmazni, mert a vegyszer maradványok a korróziós hatást felgyorsítják.

A vasszerkezetek alapozó festését két rétegű miniumos, vagy cinkkromátos festékekkel végzik. A festéket rétegenként legalább 30 µm szára-z rétegvastagságban ecseteléssel hordják fel. Vízzel hígítható

korróziógátló festék esetében legalább 50 μm rétegvastagságot biztosítanak egy-egy bevonatnál.

Az alapozó festésre kerülő bevonó festékek általában oldószeres, vagy vízzel hígítható zománccfestékek szoktak lenni. Ezek rétegvastagsága legalább 30 μm rétegenként. A legalább két réteg bevonó festéknek színárnyalatában el kell térnie egymástól, mert ezzel a későbbi ellenőrzésnél a mázolóással kapcsolatos viták megelőzhetőek. A tartó oszlopok és a rájuk szerelt szerkezetek végső színe az ún. RAL - színkártyák szerinti 6017, vagy 6018, esetleg 6025 színárnyalatú zöld lehet.

A beton vagy a horganyzott oszlopokra, gerendákra kerülő szerelvényeket ezüst színűre szokták festeni.

A festés általában az utolsó munkaművelet, de ekkor is figyelemmel kell lenni arra, hogy az eltakarásra kerülő oszloprészek alatt, még a szerelvények felszerelése előtt a teljes korrózió ellen védő bevonat elkészüljön.

12. A kivitelezés ellenőrzése

A kivitelezés minőségére döntő befolyással bír a felhasznált anyagok minősége, a terveknek, szabványoknak megfelelő szerkezetek alkalmazása, a technológiai fegyelem betartása minden munkaműveletnél.

A felhasznált és készített anyagok minőségi fokozata nem lehet gyengébb a termékszabványokban és a villamos felsővezeték minőségi követelményeire vonatkozó szabványban előírtaknál.

A villamos felsővezetékét és tartozékait elkészültük után részletes minőségi átvételi eljárás keretében minőségi osztályba sorolják. Első osztályú minőség biztosítása kötelező minden $v \geq 100$ km/h sebességgel járt felsővezeték esetében. A másodosztályú minőséget csak az ennél kisebb sebességi tartományban lehet elfogadni.

A minőségi osztályozás alapja jelenleg az eljárás keretében megtartott áramszedős bejáráson mért és írásban rögzített adatsor. Ezek egy részét szűrőpróba szerűen elvégzett egyedi mérésekkel veszik fel, másik részét pedig a felsővezeték mérőkocsi által rögzített adatokból állapítják meg. A szabvány adataival összevetve történik a berendezés minősítése.

A bizottsági átvételi eljáráson a fenti mérhető adatokon ellenőrzésén túlmenően még meg kell vizsgálni a felsővezeték - áramszedő együttműködését. Az alábbi szempontok szerint folyamatosan ellenőrizni kell:

- a vezeték kigyózását,
- a váltóknál, vágány keresztezéseknél a keresztező munkavezeték fel- és lefutását, a szorítómentes tér meglétét,
- szakaszolásoknál, fázishatárnál a vezeték váltások egyenletességét, a szigetelők helyzetét,
- laza-, vagy túl feszes függesztőket,

- egyenetlen, elcsavarodott munkavezetékét,
- irányosodrony rugók beállítását,
- szakasz- és fázishatár szigetelők beépítését,
- villamos és mechanikai kötések jóságát, helyzetét,
- a munkavezeték útátjárók feletti magasságát,
- tartószerkezetek, oldalkarok beállítását a hőmérséklet függvényében,
- az áram-visszavezető és az érintésvédelmi kötések meglétét.

Szűrőpróbaszerűen ellenőrzik:

- a szakaszkapcsolók működését, azonosítási jelük meglétét,
- az utánfeszítő szerkezetek hőfok szerinti beállítási méreteit, a súlyköteg könnyű mozgathatóságát,
- megkerülő vezetékek rakodóterületek feletti magasságát,
- az oszlopszámok, nagyfeszültségre figyelmeztető jelek meglétét, tervvel való azonosságát,
- a figyelmeztető, tiltó, rendelkező és az F1-es Jelzési Utasításban előírt táblák, jelzők elhelyezését,
- továbbá mindazt, amit a bizottság vezetője szükségesnek ítél.

A villamos felsővezeték mérőkocsival végzett mérési eredmények, illetve a mérések utáni szabályozás ellenőrzése szintén a bizottság feladata. Vitás esetekben kézi műszeres (pl. diopteres) mérés alapján állapítják meg a tényleges helyzetet.

A mérések eredménye alapján a bizottság jegyzőkönyvben minősíti az elkészült berendezést és engedélyt ad a felsővezeték bekapcsolására.

A villamos felsővezeték első feszültség alá helyezésével kapcsolatos teendőket az „E101. sz. Általános utasítás a MÁV villamosított vonalainak üzemére” írja elő.

FELHASZNÁLT IRODALOM

Rónai Endre: Vasúti villamos felsővezeték. MÁV Rt Szakjegyzet, 1997.