

Drago Keler, dipl. ing.
Miljenko Maričević, dipl. ing.
Vjekoslav Srb, dipl. ing.

ELEKTROMONTERSKI PRIRUČNIK

DRUGO PROŠIRENO IZDANJE

**TEHNIČKA KNJIGA
ZAGREB**

8.3. POLAGANJE KABELA

8.3.1. Transport kabela

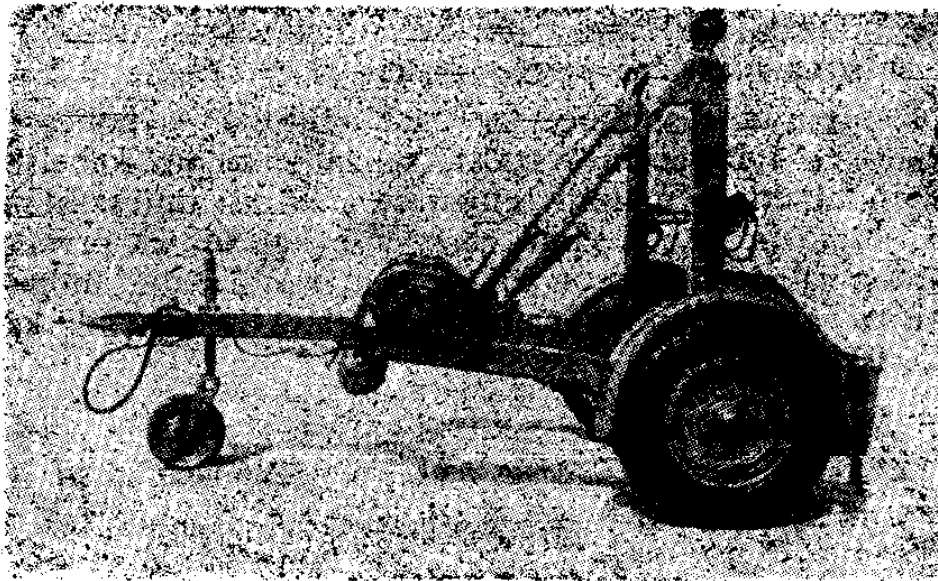
Kabeli se gotovo redovito transportiraju na drvenim bubnjevima (upotrebljavaju se i metalni montažni bubnjevi).

Kabeli duljine do 150 m, težine do 100 kg (kabeli bez čel. armature), odnosno težine do 250 kg (s čel. armaturom), mogu se također transportirati u kolutima, no moraju biti zaštićeni povezom od jutene trake ili krep-papira.

Kabelski bubnjevi i koluti se ne smiju pri istovaru bacati, čak ni onda kada je osigurana mekana podloga, već treba za tu svrhu upotrijebiti dizalice (kranove), utovarne rampe-kosine ili posebna vozila. (Vidi sl. 8.21.) Prethodno je potrebno osigurati prostor za istovar kabelskog bubnja, koji mora biti nešto veći od stvarno potrebnog, ukoliko se počne bubanj kotrljati.

Veličina kabelskog bubnja zavisi od duljine, težine i vanjskog promjera kabela. Pri tome se ne smije prekoračiti dopuštena nosivost bubnja.

Unutarnji promjer bubnja, slično kao i minimalni promjer koluta, mora se odrediti zavisno od izrade, presjeka i nazivnog napona kabela.



a) Jednoosovinska prikolica



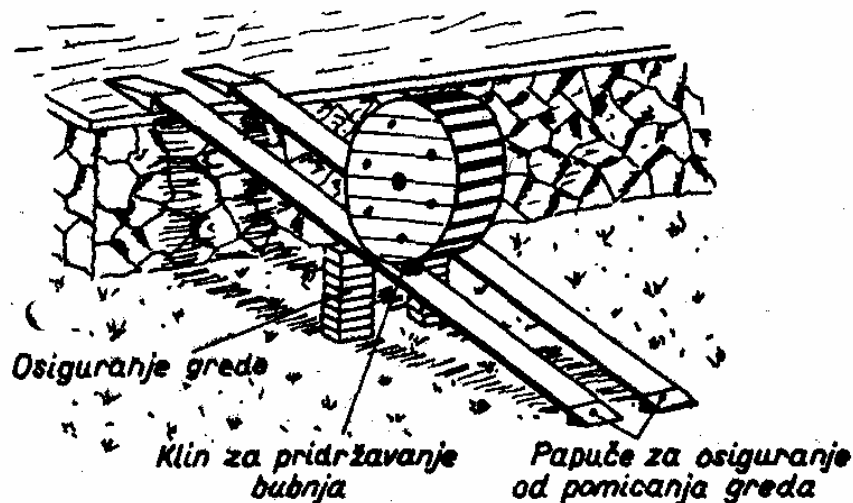
b) Dvoosovinska prikolica

Sl. 8.19. Posebna vozila-prikolice za transport i polaganje kabela (Peter Lancier—Münster)

Transport bubnjeva se obavlja vagonima i vozilima. Za transport do mjesta polaganja, uključujući i izravno polaganje kabela s vozila, upotrebljavaju se posebne prikolice, koje omogućavaju jednostavan i siguran utovar i istovar bubnjeva i na najnepristupačnijim mjestima. (Vidi sl. 8.19.) Za vrijeme transporta moraju bubnjevi biti osigurani protiv okretanja i trešnje.

Utovar i istovar bubnjeva obavlja se na kosini, ako nema dizalica. Kosina se napravi od jakih greda (drvenih ili čeličnih) tako da omjer stranica ne smije biti manji od 4:1. Uzdužne grede se podlože na nekoliko mjesta poprečnim gredama ili ciglama da kosina ne pukne pod težinom bubnja. Pomicanje kosine mora se osigurati odgovarajućim papučama na gornjoj strani pri utovaru, odnosno na donjoj strani pri istovaru. Preporučljivo je postaviti zaštitnu posteljicu na dnu kosine i to u vidu sloja od 20 cm pijeska.

Uže za pridržavanje bubnja zaveže se na cijev. Pri istovaru uže se lagano popušta, a klinovi koji dolaze ispod ivica bubnja istovremeno se izmiču prema dolje. (Vidi sl. 8.20.)

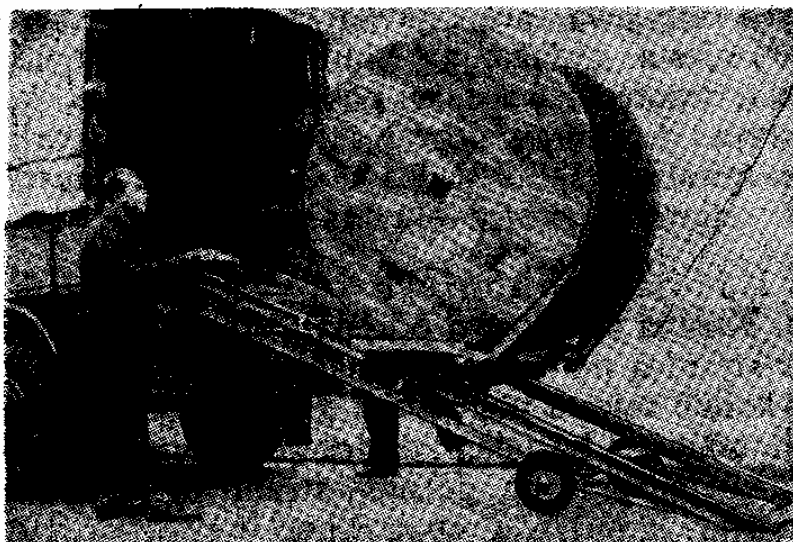


Sl. 8.20. Jednostavna kosina za istovar-utovar kabelskog bubnja

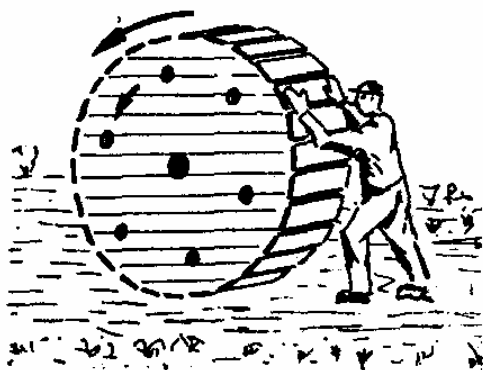
Pri utovaru postupak je obrnut, a klinovi se pomiču prema gore.

U oba slučaja jedan radnik mora nadzirati kretanje bubnja po kosini.

Kosina s ručnim vitlom osigurava pouzdaniji utovar i istovar bubnjeva nego jednostavna kosina. (Vidi sl. 8.21.) Nosivost kosine obično je do 2000 kp, za visinu dizanja 1 do 1,3 m.



Sl. 8.21. Kosina s ručnim vitlom za utovar i istovar bubnjeva (Peter—Lancier—Münster)



Sl. 8.22. Kotrljanje kablenskog bubnja

Transport kabela kotrljanjem dopušten je samo na kraćim udaljenostima, i to prvenstveno zbog pripreme bubnja za utovar ili polaganje kabela. Teren mora biti ravan i bez kamenja. Bubanj se mora kotrljati u smjeru strelice na njemu. (Vidi sl. 8.22.) Ako je teren vlažan ili mekan treba ispod bubnja postaviti debele daske.

Kabel u kolutima ne smije se kotrljati, jer se može tako oštetiti, odnosno saviti na polumjer koji je manji od dopuštenog. (Vidi glavu 8.3.6.) Iz istog razloga se kablenski koluti ne smiju nositi na šipki.

8.3.2. Uskladištenje kabela

Kad god je moguće, kabele treba uskladištiti na natkritom mjestu. Nosivost tla mora odgovarati težini bubnja, u protivnom treba ispod bubnjeva podmetnuti drvene daske, odnosno teže bubnjeve staviti uz zid skladišta. Kabeli koji se zadržavaju kraće vremena u skladištu stavljaju se bliže izlazu. Bubnjeve treba postaviti tako da su natpisne pločice vidljive i pristupačne.

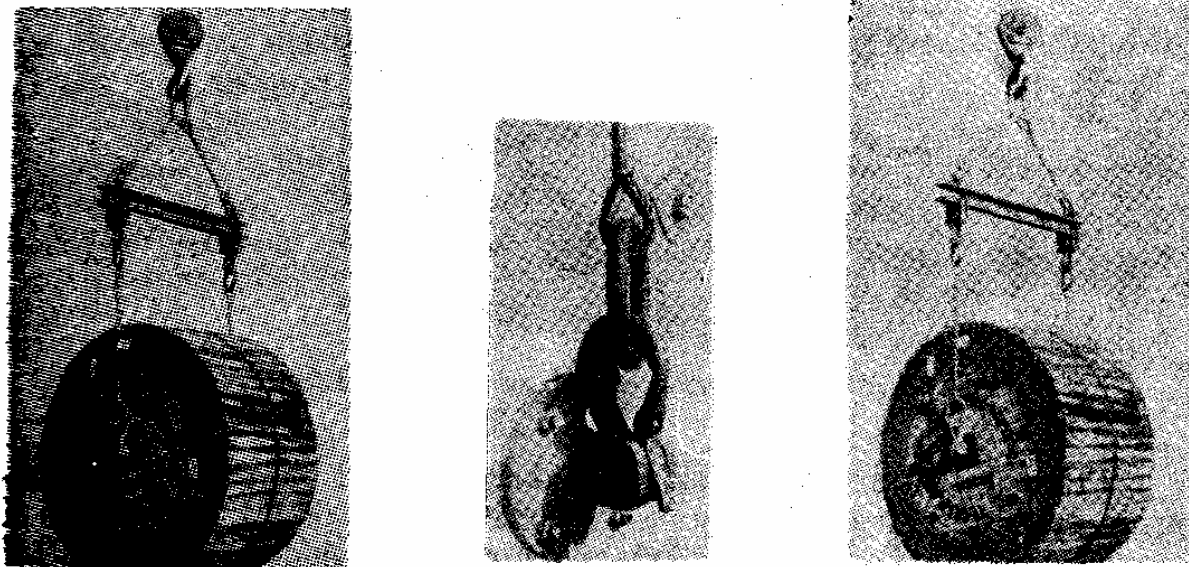
Kablenski koluti postavljaju se na ravan teren ili na posebne police, no na njih se ne smije staviti ništa drugo. Koluti se ne smiju

naslanjati na zid ili vješati o klin, jer bi se kabel mogao izobličiti savijanjem ispod dopuštenog polumjera zakrivljenosti. Svaki kabelski kolut, kao i kabelski bubanj, moraju imati natpisnu pločicu načinjenu od aluminijskog lima (ne papira) s utisnutim podacima o kabelu: tip kabela, broj i presjek žila, nazivni napon, težina i dužina, godina proizvodnje i broj kabelskog koluta. Preporučuje se da se vodi knjiga evidencije uskladištenih kabela sa svim podacima s natpisnih pločica.

Ako su kabele uskladišteni na otvorenom prostoru, onda se moraju bubnjevi postaviti u takvom položaju da se što bolje suše. Nije dopušteno da bubnjevi leže duže vremena izravno na zemlji, nego ih treba podići od zemlje za kojih 5 cm i zaštititi nadstrešnicom od ljepenke ili lima.

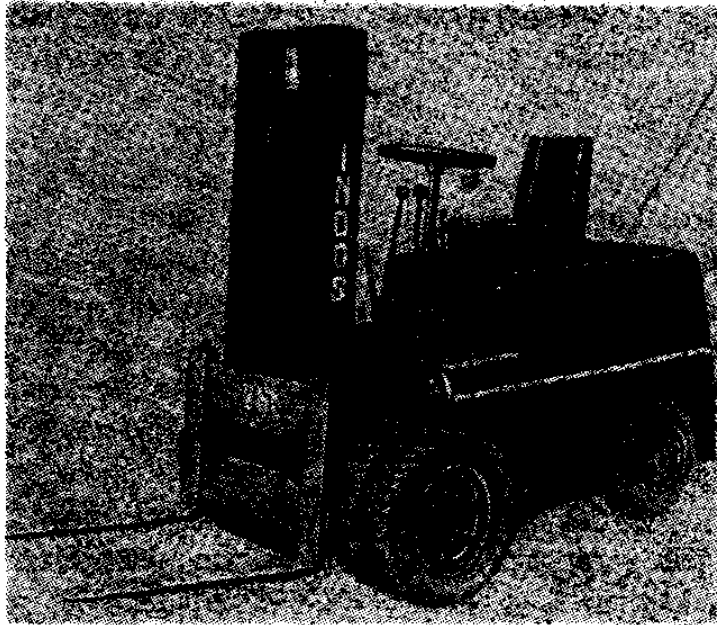
Da bi rad pri uskladištenju kabela bio ekonomičan i siguran, danas se sve više upotrebljavaju određena pomoćna sredstva, od kojih neka navodimo:

Dizalice i kranovi upotrebljavaju se prvenstveno za utovar bubnjeva u skladištima kabela, na brodovima i na mjestima gdje je pristup drugim prijenosnim sredstvima otežan. Nosivost dizalice i drugih prijenosnih sredstava mora biti veća od težine kabela (podatak dat na bubnju). Dizalica se postavi iznad bubnja, kroz otvor bubnja se provuče čelična cijev, a na krajeve cijevi se postavi uža, lanac ili posebni nosivi elementi. (Vidi sl. 8.23.) Za vrijeme dizanja tereta osoblje se ne smije zadržavati ispod bubnja.



Sl. 8.23. Elementi za dizanje bubnja (Peter Lancier—Münster)

Viljuškari, prema sl. 8.24, upotrebljavaju se isključivo za utovar i istovar bubnjeva, te za unutarnji transport. Pri tome moraju bubnjevi biti obloženi daskama, da se ne ošteti kabel.



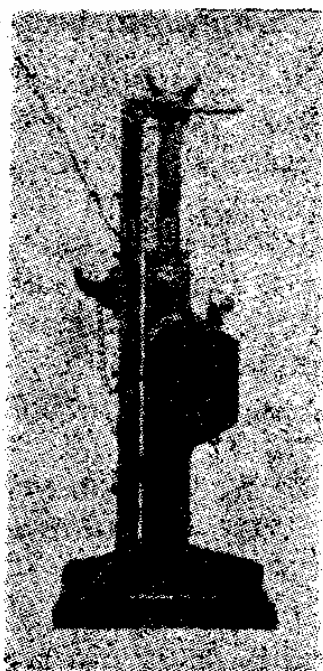
Sl. 8.24. Viljuškar (Indos—Ljubljana)



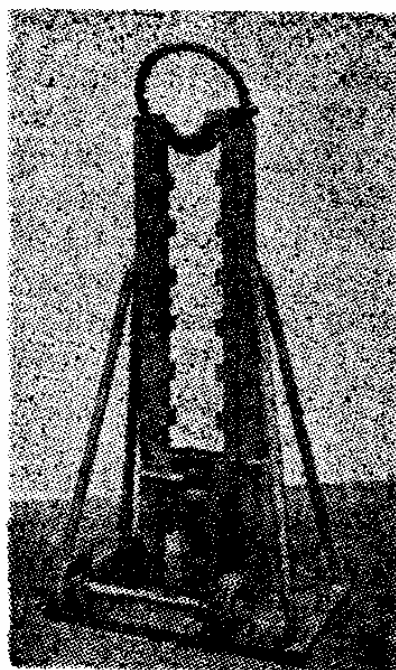
Sl. 8.25. Transportni uređaj za skladišta kabela

Transportni uređaj za skladišta kabela služi za dizanje i unutarnji transport laganih bubnjeva, težine do 400 kp. Podizanje i istovar bubnjeva obavlja se jednostavno okretanjem uređaja. (Vidi sl. 8.25.)

Ručne i hidraulične dizalice, nosivosti od 3 do 10 t, za dizanje bubnjeva prema sl. 8.26. Pri određivanju nosivosti dizalica treba računati samo sa 60% od težine bubnja, budući da se ta težina raspoređuje na dvije dizalice.



a) Ručna dizalica



b) Hidraulična dizalica

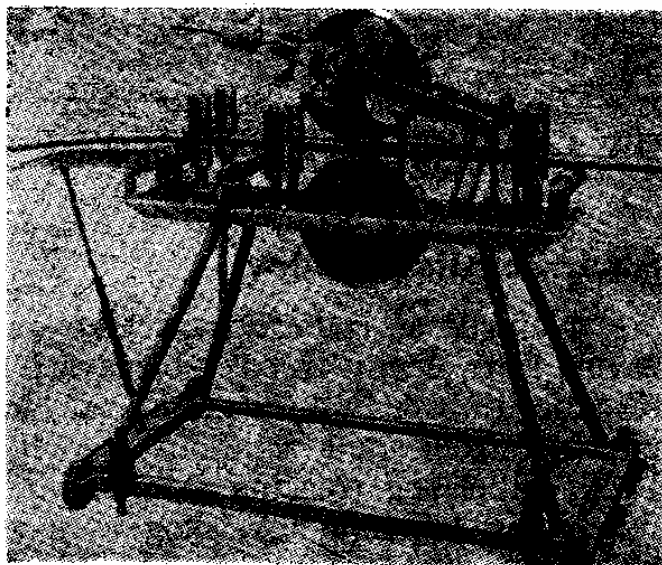
Sl. 8.26. Prijenosne dizalice za podizanje bubnjeva (Peter Lancier—Münster)

Hidraulična kliješta, prema sl. 8.27, omogućuju brzo i jednostavno rezanje kabela promjera do 90 mm. Kliješta se aktiviraju pomoću nožne pumpe, odnosno pumpe pokretane dizl-motorom ili električnim motorom.

Uređaj za mjerenje duljine kabela upotrebljava se pri kontroli duljine i premotavanju kabela u skladištima. Može se predvidjeti s dodatnim uređajem za automatsko davanje signala (isključenje) kada se postigne određena duljina kabela.



Sl. 8.27. Hidraulična kliješta za rezanje kabela (Peter Lancier)



Sl. 8.28. Uređaj za mjerenje duljine kabela (Peter Lancier — Münster)

8.3.3. Dopuštena temperatura pri polaganju kabela

Ukoliko bi se pristupilo odmotavanju i polaganju kabela na temperaturi nižoj od 0 °C, postoji mogućnost pucanja izolacije. Zbog toga se zahtijeva da minimalna temperatura pri polaganju iznosi +5 °C za sve vrste kabela. Pri polaganju na nižim temperaturama treba kabel prethodno ugrijati na jedan od slijedećih načina:

Ugrijavanje u toploj prostoriji. Buban s kablom ostavi se u toploj prostoriji. Ako je temperatura prostorije:

+ 5 °C do +10 °C,	vrijeme zadržavanja iznosi	72	sata
+10 °C do +20 °C	„	48	... 40 sati
+20 °C do +25 °C	„	36	... 24 sata

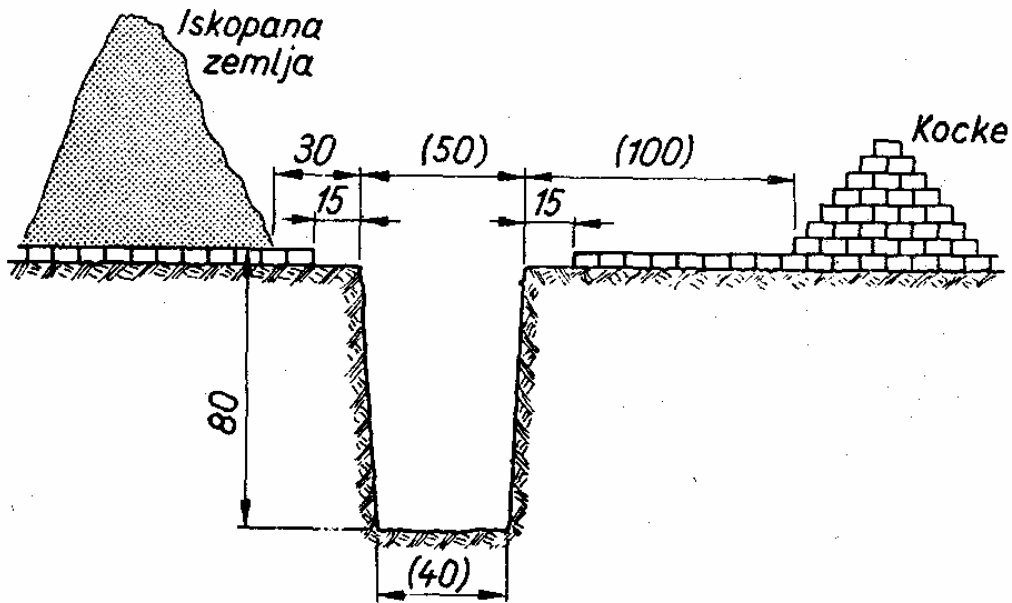
Ugrijavanje električnom strujom obavlja se tako da se sve žile kabela paralelno spoje, izuzev četvrte žile, ukoliko je manjeg presjeka, i priključe na aparat za varenje ili poseban transformator koji ima na sekundarnoj strani regulaciju napona od 10 do 90 V, i snagu od oko 30 kVA. Struja zagrijavanja zavisi od okolne temperature i presjeka kabela i iznosi približno 4 A/mm² za presjek vodiča do 70 mm², odnosno 3 do 2 A/mm² za presjek od 95 do 300 mm². Temperaturu zagrijavanja treba kontrolirati termometrom na površini kabela, a može iznositi najviše 25 °C za kabele 30 i 35 kV; 35 °C za kabele 6 i 10 kV; a do 40 °C za kabele do 3 kV. Vrijeme zagrijavanja zavisi od jakosti struje, a kreće se od 1...3 sata, zbog čega se ovaj postupak preporučuje izrazito u hitnim slučajevima. Zagrijavanje električnom strujom je moguće samo ako su pristupačna oba kraja kabela.

Ugrijavanje kabela pomoću koksnih peći; peći moraju biti dovoljno udaljene od kablinskih bubnjeva, a bubanj se mora povremeno okretati. Grijati treba tako dugo dok se kabel ne ugrije sve do jezgre bubnja. Nakon što je kabel ugrijan na potrebnu temperaturu treba ga položiti što brže, da se u međuvremenu ponovo ne ohladi.

Za tu svrhu također su veoma praktični posebni grijači zraka (tip G-R 01008 Peter Lancier).

8.3.4. Zemljani radovi

Najprije se izabere trasa tako da bude što kraća i sa što manje zavoja, pri čemu treba izbjegavati klizišta i agresivan teren (sol, kiseline itd.), te buduća gradilišta. Nakon što se ispita da li ima drugih instalacija pod zemljom (kabeli, cjevodovi itd.) kopa se rov. Profil kablenskog rova na slobodnom zemljištu prikazuje slika 8.38, dok način kopanja kablenskog rova na asfaltnoj ili popločenoj ulici prikazuje slika 8.29. Za razbijanje asfalta i betona upotrebljavaju se pneumatski ili motorni čekići. (Vidi sl. 8.30.)

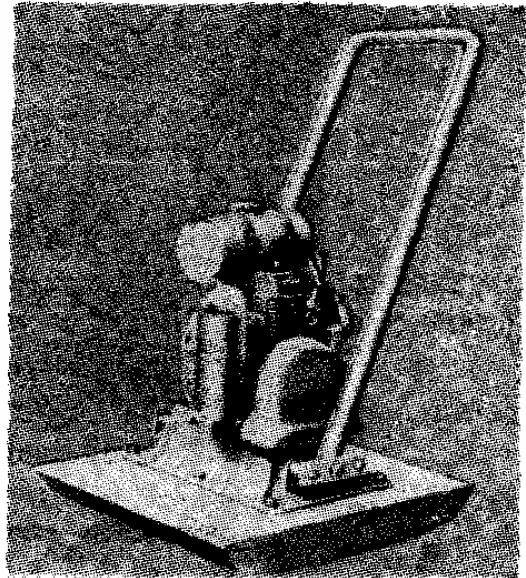


Sl. 8.29. Iskop kabelskog rova (u popločenoj ulici)

Za isklop rovova upotrebljavaju se univerzalni strojevi za iskop, zatrpavanje i planiranje zemljišta, kao npr. na sl. 8.32.



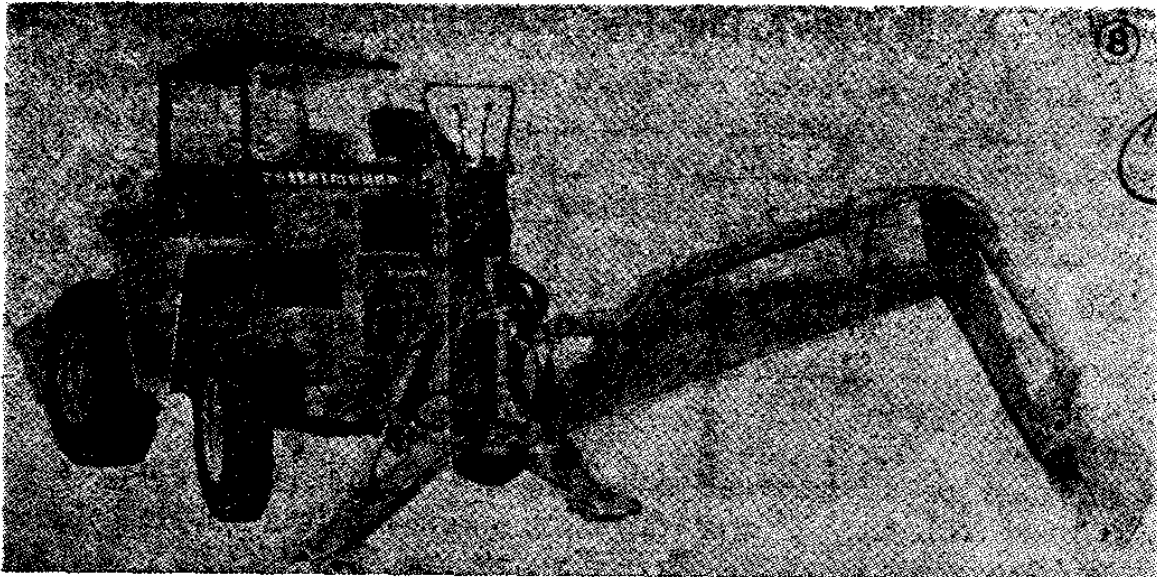
Sl. 8.30. Motorni čekić za razbijanje asfalta i betona (Wacker Werke—München)



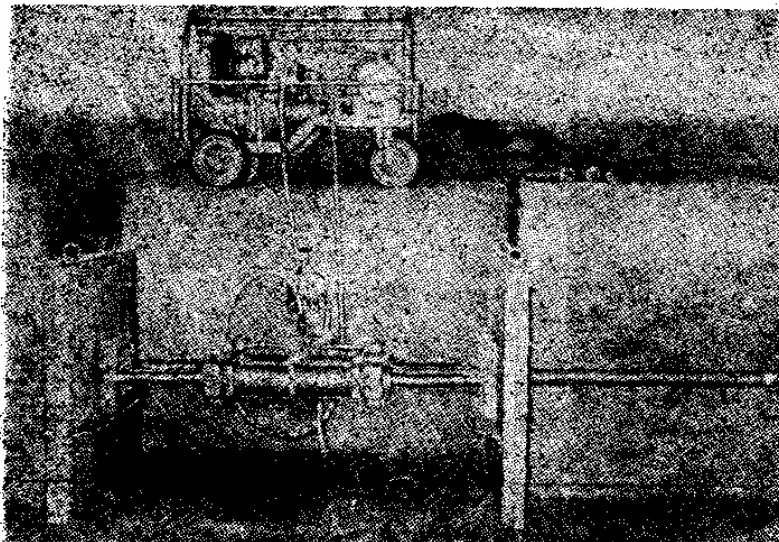
Sl. 8.31. Motorni nabijač zemlje (Wacker Werke—München)

Nabijanje zemlje nakon polaganja kabela u rov obavlja se obično nabijačima težine od 50 do 700 kg. Pri tome treba voditi računa o tome da se nabijanjem ne oštete položeni kabeli. Dubinsko djelovanje nabijača zavisi od sastava i vlažnosti tla, a prosječno iznosi:

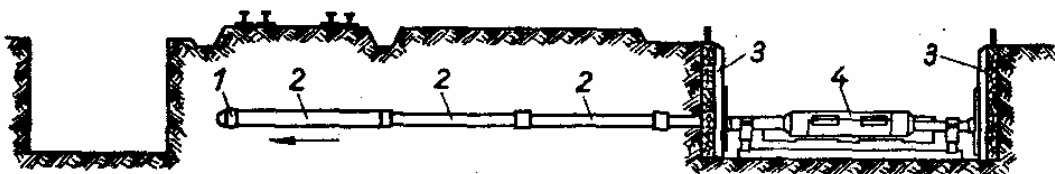
Težina nabijača (kg)	60	100	150	650
Približna dubina djelovanja (cm)	40	50	60	90



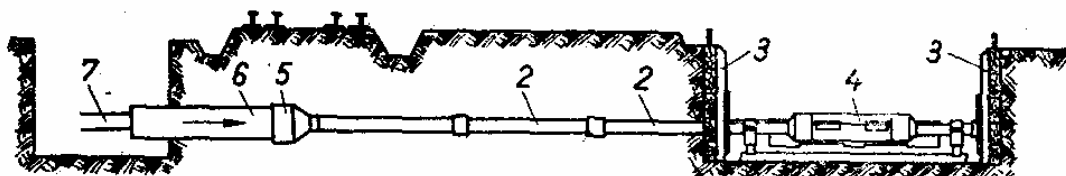
Sl. 8.32. Univerzalni stroj za iskop i zatrpavanje rovova (Hubert Zettelmeyer — Konz/Trier)



a) Hidraulični uređaj s pumpom



b) Predbušenje postupkom dubljenja



c) Uvlačenje zaštitne cijevi i pomoćnog užeta ili kabela ispod saobraćajnica

Sl. 8.33. Hidraulični uređaj za dubljenje (bušenje) tla
(Peter Lancier — Münster)

Kod ukrštavanja kabela i željezničke pruge, auto-putova i sl., mora se obaviti iskop zemlje na mjestu ukrštavanja, što redovno nije dopušteno, odnosno zemljište se na mjestu ukrštavanja mora probiti da bi se mogle postaviti zaštitne cijevi ili betonski kabelski kanali.

Zemljište se na mjestu ukrštavanja može probiti na više načina, npr. vibracionim postupkom, strojnim bušenjem, hidrauličkim potiskivanjem ili potiskivanjem uz pomoć traktora, odnosno motornog ili ručnog vitla.

U novije vrijeme se za dubljenje, odnosno bušenje zemlje, sve više upotrebljavaju hidraulični uređaji prema sl. 8.33.

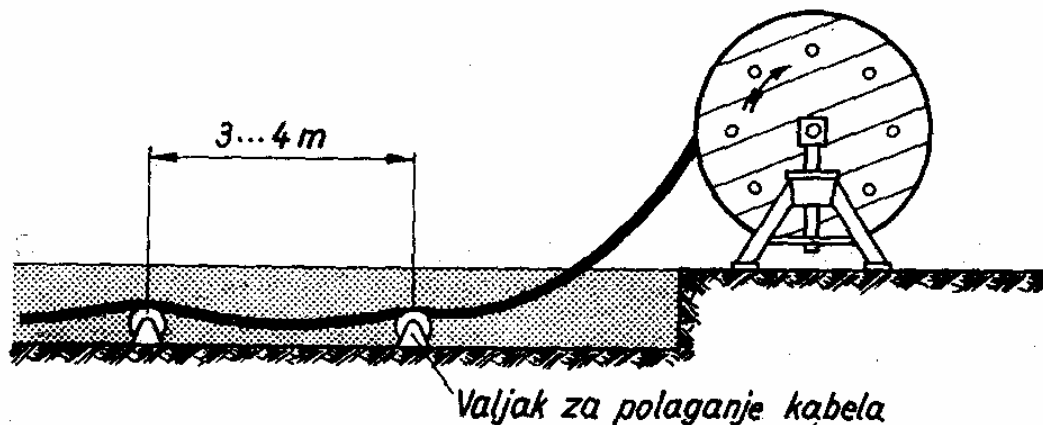
Sistem dubljenja tla zasniva se na tome da se sila hidrauličnih cilindara prenosi na čelične cijevi (2), koje se mogu nastaviti prema potrebi. Na čelu prve cijevi nalazi se čelični trn (1) za dubljenje tla. Tako dobivene rupe u tlu mogu se i proširiti trnom promjera 100 do 300 mm. Prvo se obavi predbušenje, sl. 33b, a zatim proširenje rupe, sl. 33c. Pri tome se u tako izdubljenu rupu uvlače zaštitne cijevi i pomoćno uže za naknadno uvlačenje kabela, ili se istovremeno povlači i kabel. Pri dubljenju preporučuje se položiti bar jednu rezervnu zaštitnu cijev.

8.3.5. Odmotavanje kabela

Prije nego se počne odmotavati i razvlačiti kabel, preporučuje se ispitati da li je kraj kabela bio dobro zabrtvljen, te da nije slučajno u kabel prodrla vlaga. (Vidi glavu 8.4.2.)

Bubanj s kablom postavi se, uz pomoć čeličnih cijevi, na tzv. željeznog jarca ili dizalice. (Vidi sl. 8.26 i 8.34.)

Nogari željeznog jarca moraju ležati na čvrstoj podlozi od drveta ili kamena.



Sl. 8.34. Odmotavanje kabela s bubnja

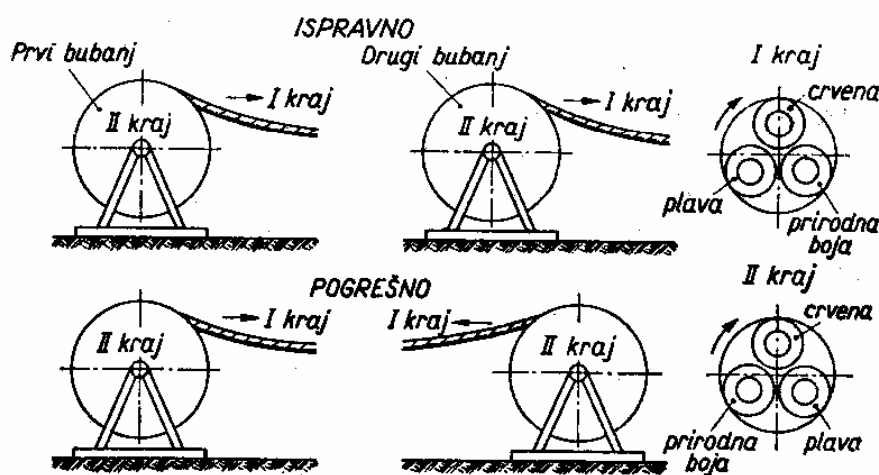
Umjesto željeznog jarca, mogu se za manje bubnjeve upotrijebiti i prukladne podloge načinjene, na primjer, od sanduka, na kojima mora biti izrađeno ležište za cijev.

Oplata se skine s bubnja i prekontrolira da li je kabel mehanički oštećen.

Za odmotavanje kablaskih koluta može se upotrijebiti jednostavno vitlo prema sl. 6.34.

Kabel se odmotava laganim i jednolikim potezanjem s gornje strane bubnja, tako da je smjer odmotavanja suprotan smjeru strelice na bubnju. Buban se pokreće rukom, kako bi se izbjegla u kabelu suviše velika zatezna napreznja. Na to treba posebno paziti kod tankih kabela i onih bez armature. Da bi se izbjeglo iznenadno stvaranje petlji i pucanje kabela, treba bubanj kočiti pomoću daske duge oko 1,5 m, poduprte o gredu.

Ako se uzastopno odmotava više bubnjeva na istoj trasi, tada treba paziti da se kabeli tako odmotaju da se zadrži isti redoslijed žila svih kabela, kako bi se žile mogle spojiti a da se ne ukrižavaju. (Vidi sl. 8.35.)

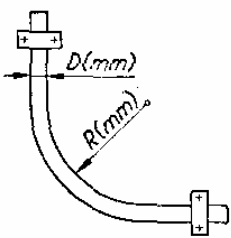


Sl. 8.35. Usklađivanje redoslijeda žila prema bojama kod kabela s papirnom izolacijom (označavanje prema JUS N.C5.020/1964)

8.3.6. Minimalni dopušteni polumjeri zakrivljenosti kabela

Pri odmotavanju, polaganju i transportu kabela mora se paziti da se kabel ne savija ispod minimalnih dopuštenih polumjera zakrivljenosti, navedenih u tablici 8.15, jer u protivnom postoji opasnost oštećenja izolacije kabela.

TABLICA 8.15

	Minimalni polumjer zakrivljenosti R^* (mm)		
	Kabela s papirnom izolacijom		Kabel s termo- plaštičnom izolacijom
	i olovnim ili aluminij. valo- vitim plaštom	i glatkim alumi- nijskim plaštom do 50 mm \varnothing	
Višežilni kabeli	$15 \times D$	$25 \times D$	$15 \times D$
Jednožilni kabeli	$25 \times D$	$30 \times D$	$15 \times D$

* Kod jednokratnog savijanja kabela, npr. ispred kableske glave, može polumjer iznositi do 70 (50) % vrijednosti iz tablice, pod uvjetom da se kabel savija pažljivo i ravnomjerno (u protivnom se savija preko šablone).

D = vanjski promjer kabela (mm).

8.3.7. Općenito o polaganju kabela u zemlju

U naseljenim mjestima najpogodnije mjesto za polaganje kabela (tzv. trasa) su pješačke staze i pločnici.

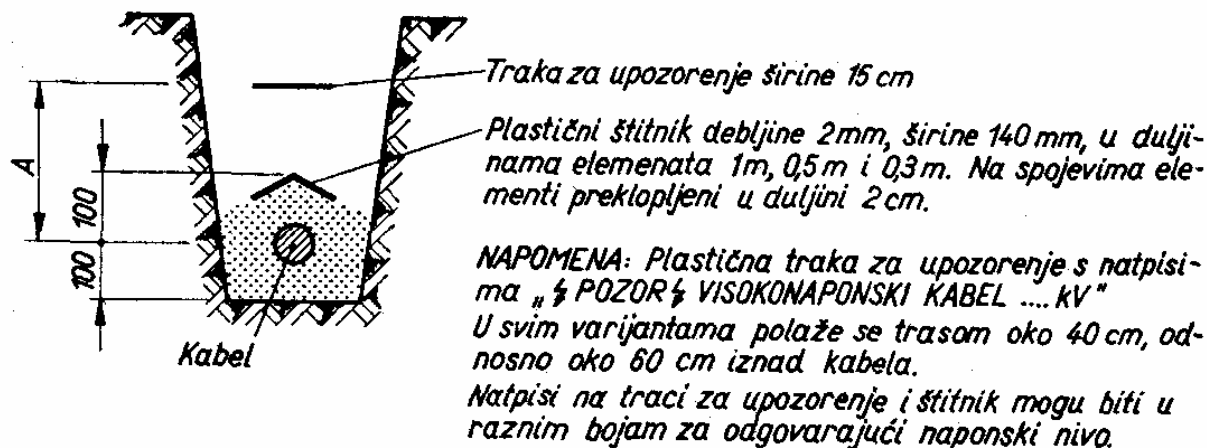
Za označavanje i mjerenje trase upotrebljava se tzv. mjerlač trase prema sl. 8.36. Za označavanje trase upotrebljava se PVC-prah (sprej), koji je otporan na atmosferske utjecaje izvjesno vrijeme.

Kabeli napona do 10 kV normalno se polažu na dubinu od 70 cm, a iznad 10 kV na dubinu od 1 m. Prilikom ukrižavanja s prugom



Sl. 8.36. Mjerlač i označivač trase (Peter Lancier – Münster)

i cestom minimalna dubina iznosi također 1 m. U rovu se kabel polaže na posteljicu od pijeska debelu 10 cm, a potom se pokrije drugim slojem pijeska debljine također 10 cm, iznad kojeg se stavlja poprečno postavljena cigla kao zaštita od mehaničkih oštećenja. Ukoliko se kabeli ne mogu polagati na tu dubinu, moraju se zaštititi dovoljno debelim betonskim pločama.



Sl. 8.37. Pokrivanje i označavanje kabela pomoću plastičnih štitić i trake za upozorenje (Galdovo — Sisak)

Novi način pokrivanja i označavanja kabela u rovu prikazan je na sl. 8.37. Taj način je brži, i ekonomičniji nego pokrivanje kabela ciglom, a vjerojatnost oštećenja kabela upotrebom mehanizacije je to manja što će se najprije naići na traku za upozorenje, a tek poslije toga na plastični štitić, odnosno kabel.

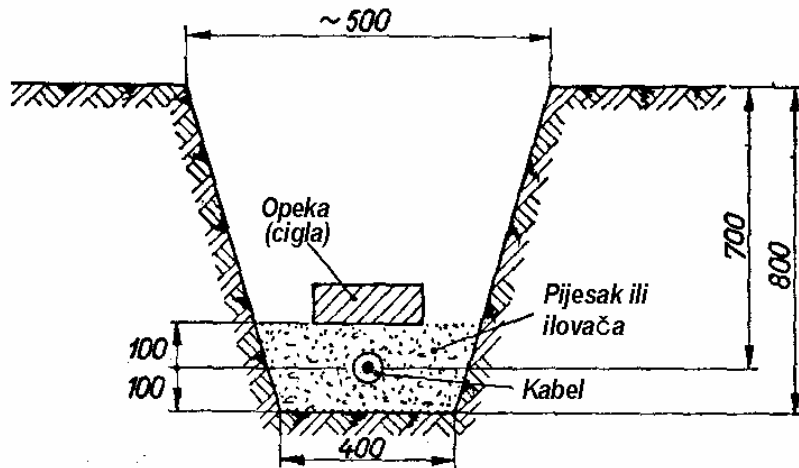
Način polaganja kabela u rov širok 40 cm prikazan je na sl. 8.38. Ako se više kabela polaže u isti rov, treba paziti na potrebne minimalne razmake između kabela. (Vidi tablice 8.16 i sl. 8.39.)

TABLICA 8.16

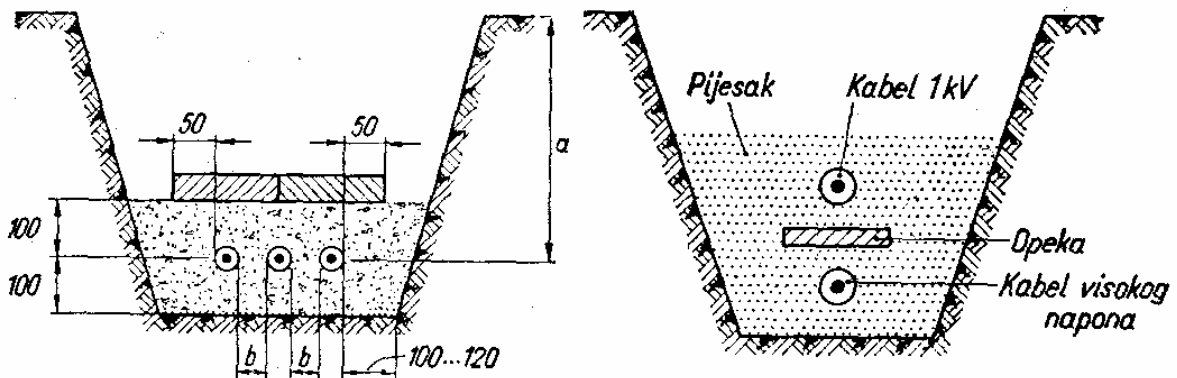
Dubine ukopa i međusobni razmaci pri polaganju kabela u rov

Pogonski napon	1 kV	10 kV	Od 10 do 35 kV
Dubina ukopa <i>a</i>	0,6...0,8 m	0,6...0,8 m	0,8...1 m
Međusobni razmak <i>b</i>	(7 cm)	8...10 cm	20 cm

Ako se polažu energetske kabele različitih napona, treba uzeti razmak naveden u tablici 8.16 i to za kabele višeg napona. Na primjer, između kabela 1 kV i 35 kV mora biti razmak od 20 cm.

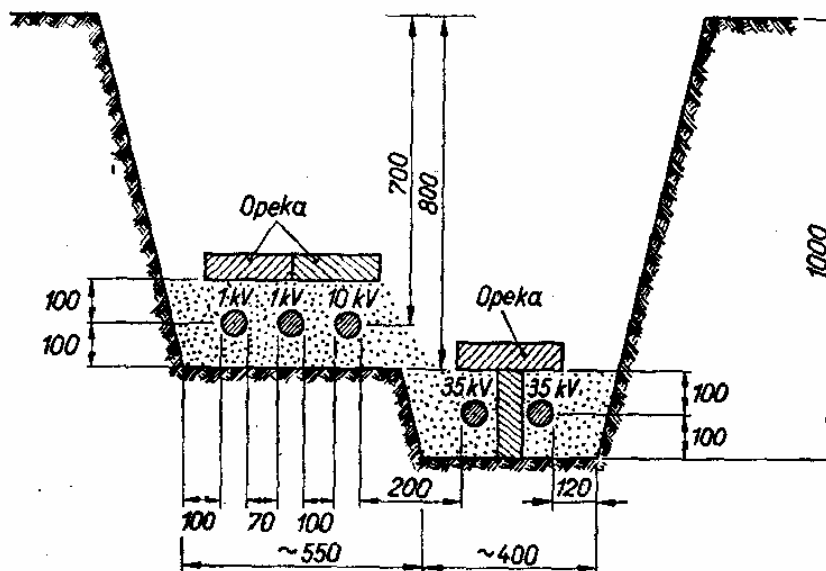


Sl. 8.38. Polaganje jednog kabela u rov (pokrivanje opekom)



Sl. 8.39. Polaganje više kabela istog napona u zajednički rov

Sl. 8.40. Polaganje n.n. kabela iznad kabela v.n.



Sl. 8.41. Polaganje kabela napona 1, 10 i 35 kV u zajednički rov

Razmak između signalnih kabela nije potreban. Kabele za mjerenje, signalizaciju i upravljanje treba polagati odvojeno od kabela visokog napona. Tamo gdje to nije moguće treba poduzeti posebne

zaštitne mjere, kao što su dovoljni razmaci, vatrostalne pregrade i sl. Tako se razmak između signalnih i energetskih kabela može odrediti prema tablici 8.16, tretirajući signalne kabele kao kabele niskog napona do 1 kV.

Gornji se razmaci mogu smanjiti ako se između kabela postavi opeka. Sl. 8.41. pokazuje kako se polaže više kabela različitih napona u zajednički rov.

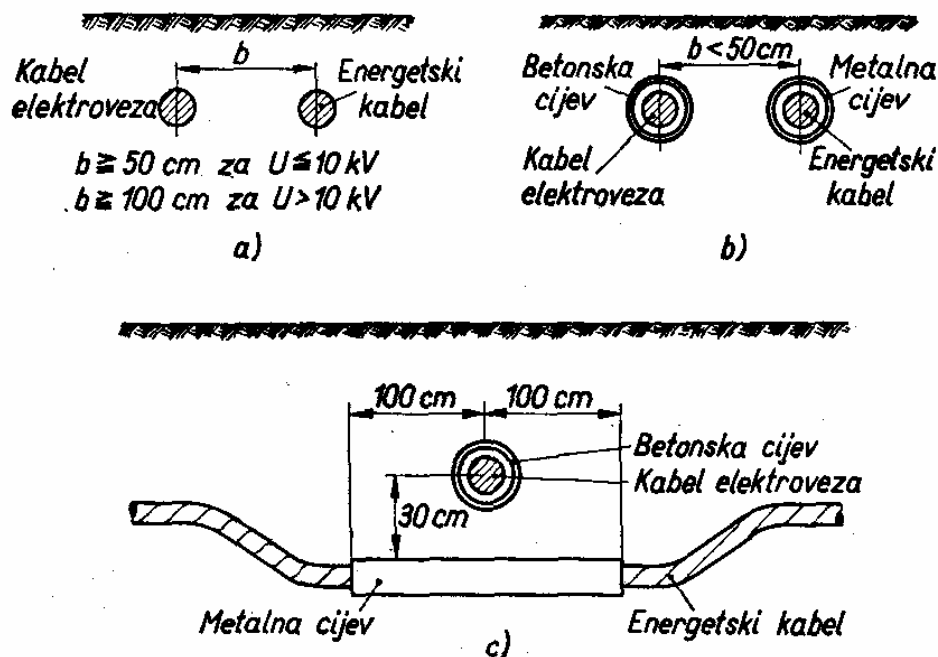
Ako je ograničen prostor, može se kabel n.n. položiti iznad kabela v.n., prema sl. 8.40. Pri tome se mora voditi računa o smanjenom strujnom opterećenju kabela zbog međusobnog utjecaja.

Pri polaganju energetskih kabela na trasi paralelnoj s telefonskim kabelima, treba se pridržavati razmaka koje traže Tehn. propisi o zaštiti vodova elektrovezova od električnih vodova (Prilog službenom listu SFRJ br. 34/51, 6/52 i 13/60):

- za energetske kabele do 10 kV minimalni razmak iznosi 50 cm,
- za energetske kabele iznad 10 kV minimalni razmak iznosi 1 m, prema sl. 8.42a.

Ako se taj razmak ne može ostvariti, treba na paralelnom dijelu trase energetske kabele staviti u čelične cijevi, a kabele elektrovezova u betonske cijevi ili zaštitne kanale, s time da njihova dužina na oba kraja bude veća najmanje za 50 cm od duljine paralelnog polaganja. (Vidi sl. 8.42b.)

Osim toga treba olovni plašt energetskih kabela uzemljiti na svakoj spojnici, a međusobna razdaljina pojedinih uzemljenja neka ne bude veća od 200 m na onom dijelu gdje su kabele položeni paralelno. Zemljovod treba da bude bar 2 m udaljen od kabela elektrovezova.

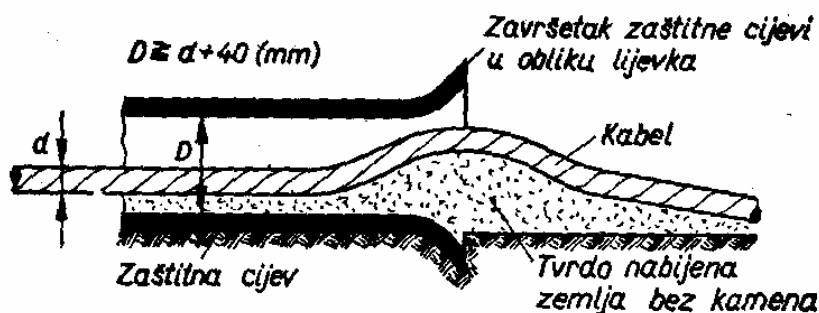


Sl. 8.42. Paralelno polaganje i ukriživanje energetskih kabela i kabela elektrovezova

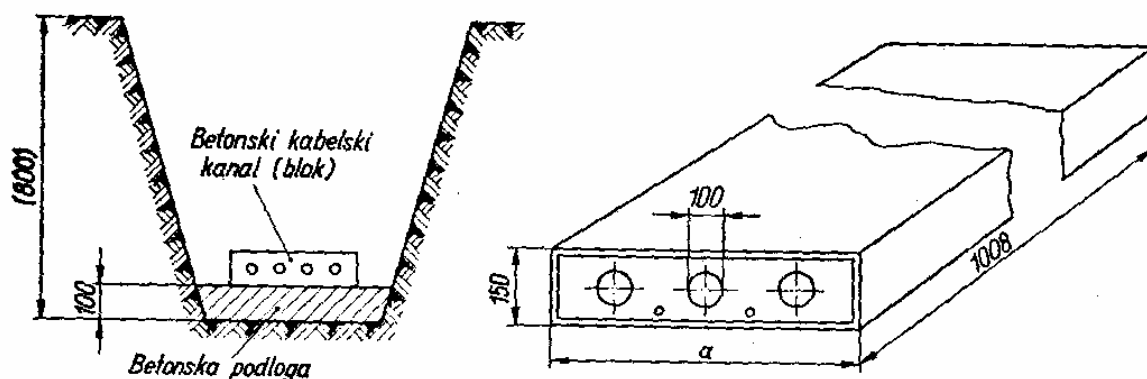
Zabranjeno je polaganje energetskih kabela i kabela elektrovezna jednih iznad drugih.

Kod ukrižavanja energetskih kabela napona do 250 V prema zemlji i kabela elektrovezna, minimalni razmak iznosi 30 cm, a za više napone 50 cm. U protivnom energetski kabel treba staviti u čeličnu cijev duljine 2—3 m, a kabel elektrovezna u betonsku cijev, s time da međusobni razmak ne bude manji od 30 cm. (Vidi sl. 8.42c.)

Pri polaganju kabela ispod pruge ili ispod ceste, oni se mogu polagati u cijevi ili betonske kableske kanale pri čemu nazivni (unutrašnji) promjer cijevi mora biti veći za 40 mm od promjera kabela. Na izlazu iz cijevi treba kabel zaštititi na način prikazan na sl. 43.



Sl. 8.43. Osiguranje kabela na mjestu izlaska iz cijevi



Dimenzije kanala (prema DIN 457)

Broj otvora	1	2	3	4
a (mm)	150	266	382	498

Sl. 8.44. Polaganje betonskog kableskog kanala (bloka) u rov

Polaganje betonskih kanala (blokova) u rov prikazuje sl. 8.44. U iskopan rov najprije se stavi betonska ploča (podloga) debljine 10 cm od mršavog betona, a iznad nje polože se betonski blokovi,

koji se moraju na čeonim stranama zaliti cementnim mlijekom. Da se kabeli mogu uvlačiti u betonske blokove, treba predvidjeti ulazna okna promjera koji ovisi od promjera najvećeg kabela i potrebnog polumjera zakrivljenosti kabela. Razmak između dva susjedna okna ne bi smio biti veći od 40 m. Betonski blokovi, i zaštitne cijevi moraju se nagnuti na jednu stranu radi otjecanja vode.

Kako je hlađenje kabela u betonskim blokovima otežano makar je promjer otvora 10 cm, na taj se način polaže samo na mjestima kao što su ukrižavanja cesta i pruga, u krugu tvorničkih dvorišta, i u gradskim četvrtima gdje je izrazito intenzivan saobraćaj.

Količina cijevi, odnosno otvora u betonskom bloku, moraju osigurati određenu rezervu kako bi se izbjeglo naknadno iskapanje terena. Rezervne cijevi, odnosno otvore, treba u međuvremenu zatvoriti.

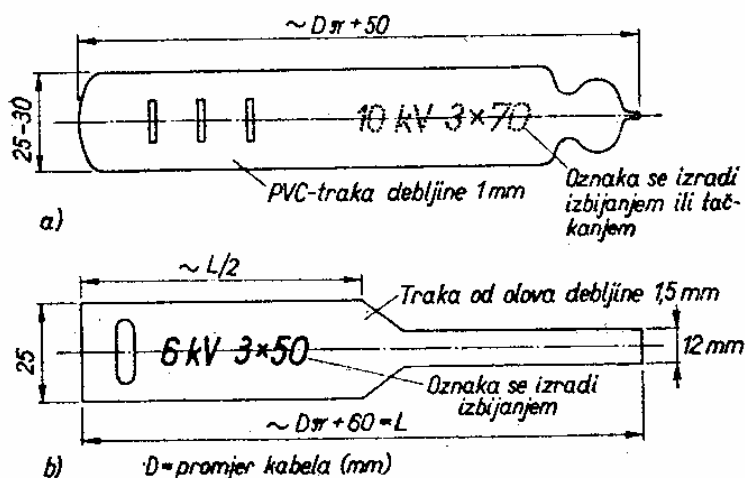
Zatrpavanje rova i planiranje zemljišta

Pošto je kabel položen, treba kontrolirati minimalne razmake prema tablici 8.16.

Trasu kabela treba snimiti tako da sadrži:

- mjesta križanja s prugom, cjevovodima, putovima i sl.,
- spojna mjesta, tj. ravne i odvojne spojnice,
- točnu duljinu kabela.

Iz rova treba izbaciti kamenje koje je palo u njega u toku polaganja. Na krajevima kabela obavezno, a uzduž njega prema potrebi i broju kabela, treba postaviti pločice za označavanje kabela, prema sl. 8.45 izrađene od olovne ili PVC-trake. Kabel treba zasuti pijeskom u sloju od 10 cm i prekriti ciglom, odnosno na način prikazan na sl. 8.37.



Sl. 8.45. Pločice za označavanje kabela

Započeti sa zatrpavanjem u slojevima od 20 cm, uz nabijanje zemlje. Ako je zemlja suviše suha, treba je navlažiti, a ako je smrznuta, ne smije se zatrpavati rov, jer tako otvrdnuta zemlja može oštetiti kabel. Za nabijanje zemlje mogu se upotrijebiti ručni ili pneumatski nabi-jači. Zemljište poravnati i izvaljati valjcima.

8.3.8. Načini polaganja kabela

Nakon što se obave predradnje, npr. zagrijavanje kabela, kontrola da kabel nije oštećen i sl., bubnjevi se razmjestе duž trase, ukoliko to nije suprotno s načinom polaganja, tako da kabeli nakon polaganja prekriju cijelu dužinu trase. Kabeli se odmotavaju na opisani način, pri čemu se mora paziti da se kabel ne ošteti i ne savije ispod dopuštenog polumjera zakrivljenosti.

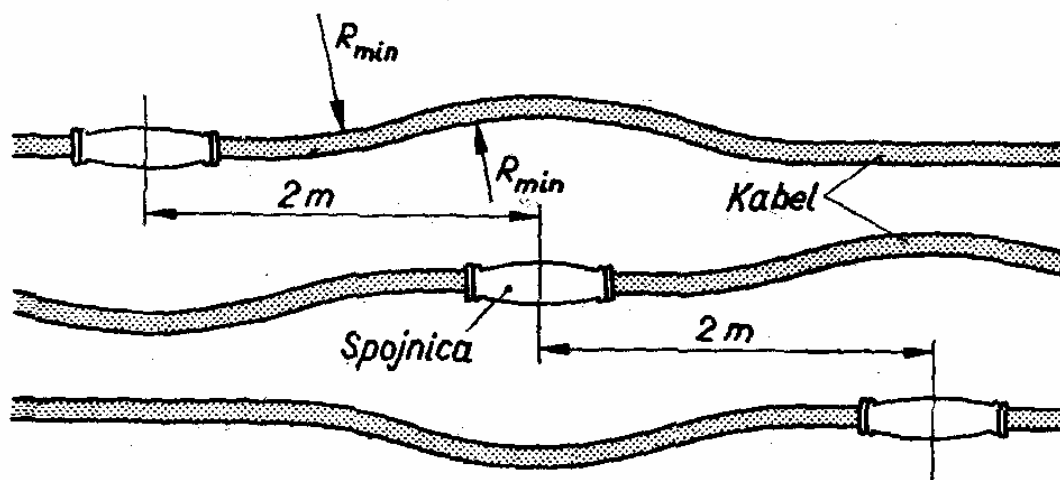
Polaganje kabela nadziru monter i raspoređeni duž trase.

Pri polaganju kabela u rov treba paziti na minimalne razmake između kabela. Između spojnica i kabela potrebni su isti minimalni razmaci kao i između kabela (vidi tablicu 8.16).

Kabel se polaže valovito u rov, kako bi se izbjegla naknadna naprezanja kabela zbog njegovog zagrijavanja ili pomicanja zamlišta. Radi toga duljina položenog kabela mora biti veća za 1 do 3% od duljine trase.

Na mjestima predviđenim za kabela spojnice treba ostaviti kabel duži oko 1 m da bi se kabel mogao naknadno saviti blago na ulazu u kabela spojnicu, a mora postojati i rezerva za slučaj proboja spojnice.

Na mjestu gdje će se postaviti kabela spojnicu treba proširiti rov, i to kod kabela za napon do 10 kV na širinu 1,2 m, a duljinu oko 2 m, a za napon 35 kV na širinu 2 m, a duljinu oko 3,5 m. Na te širine treba strogo paziti i one se ne smiju omalovažavati, jer se inače kabeli



8.46. Polaganje više spojnica u zajednički rov

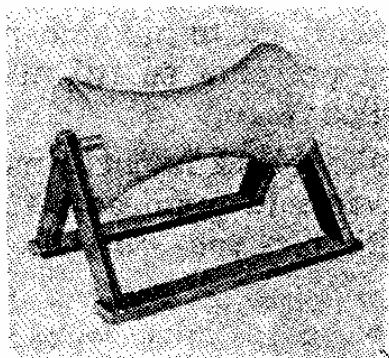
pri montaži spojnica moraju savijati ispod dopuštenog polumjera, a to bi prouzročilo pucanje izolacije kabela.

Za svaku slijedeću spojnicu rov se proširuje za daljnjih 35 cm. Spojnice se ne polažu paralelno, nego na način koji prikazuje sl. 8.46.

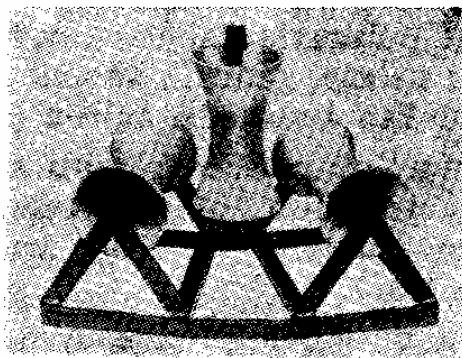
Kabel se može polagati na više načina:

- ručno
- izravno polaganje s vozila
- polaganje pomoću motornih valjaka
- povlačenje kabela pomoću vitla

8.3.8.1. Ručno polaganje kabela

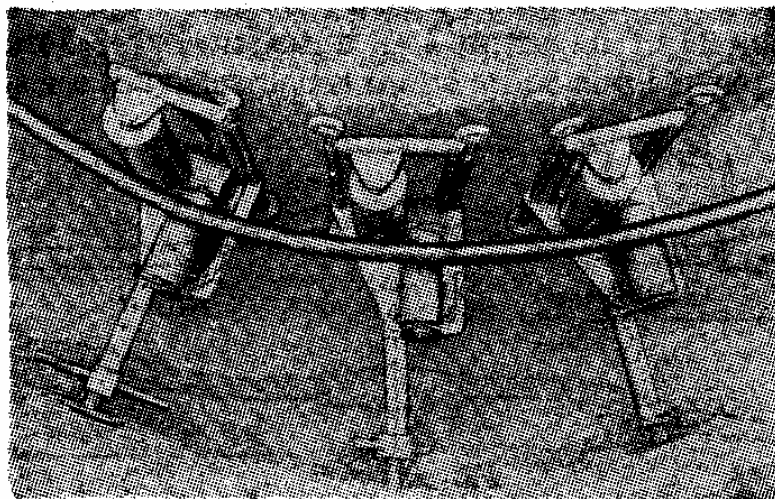


a) Ravni valjak



b) Kutni valjak

(Tvornica TEP-Zagreb)



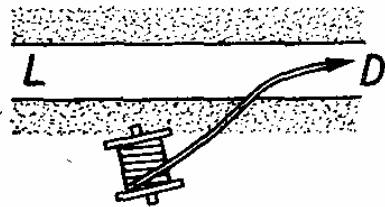
c) Kutni valjci s podupiračima (Peter Lancier—Münster)

Sl. 8.47. Valjci za polaganje kabela

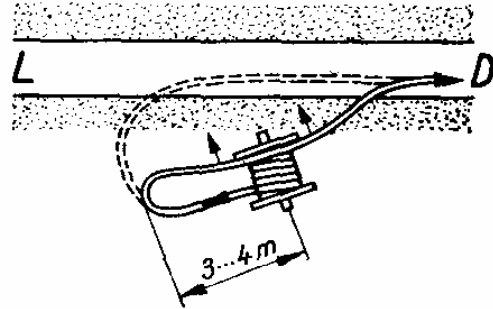
Radnici nose kabel u rukama ili na ramenu. Radnika treba odrediti toliko da opterećenje na jednoga ne iznosi više od 35 do 40 kg, a poštujući pri tome minimalne promjere zakrivljenosti, taj razmak iznosi 4 do 6 m. Na težim mjestima treba postaviti više radnika.

Ako je rov uzak, radnici nose kabel po njegovoj ivici, u protivnom po dnu rova. Kabel se može polagati i tako da radnici, razvrstani duž trase, dodaju kabel iz ruke u ruku, kao npr. pri polaganju u niskim prokopima.

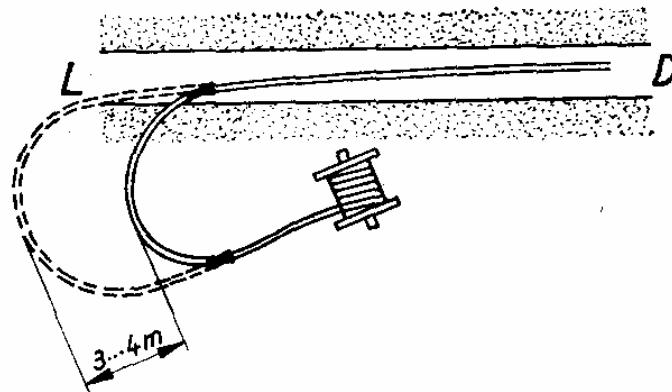
Ručni način polaganja kabela bit će znatno olakšan ako se pri tome upotrebljavaju valjci, raspoređeni uzduž trase na razmaku 3 do 4 m. Upotreba kutnih valjaka je gotovo neizbježna zbog održavanja min. polumjera zakrivljenosti kabela, a i zato što radnici ne mogu vladati kablom zbog velikih sila koje se javljaju na zavojima. Za to su prikladni kutni valjci prema sl. 8.47c, koji istovremeno, služe kao i podupirači.



a) Polaganje kabela udesno „D”



b) Priprema za polaganje kabela ulijevo



c) Polaganje kabela ulijevo „L”

Sl. 8.48. Polaganje kabela u dva pravca — po sistemu petlje

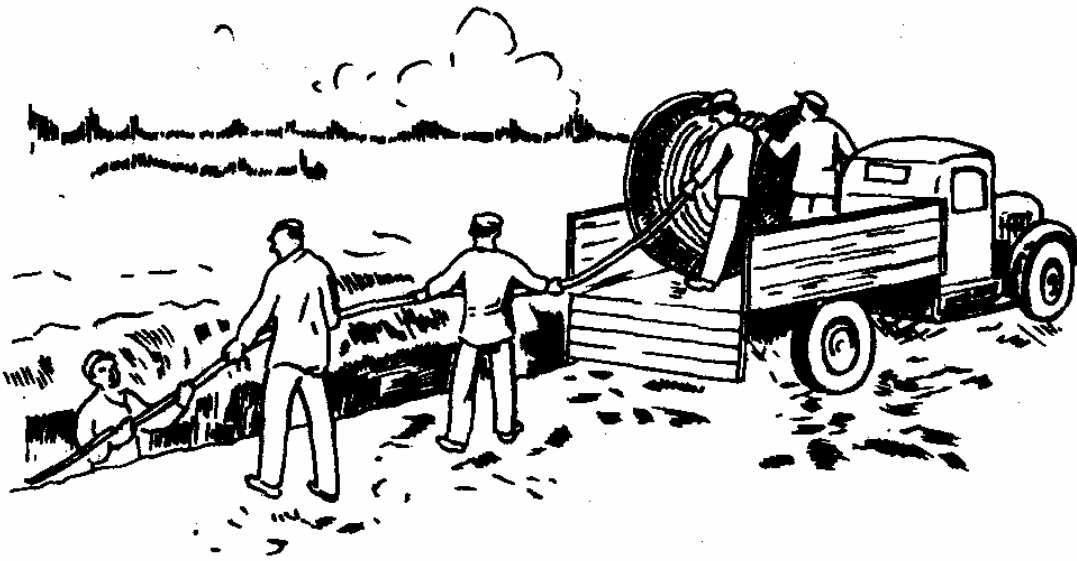
Pri polaganju dužeg kabela, ukoliko nema dovoljno radnika, kabel se polaže na način koji prikazuje sl. 8.48:

- bubanj se postavi u sredinu trase,
- kabel se prvo položi u pravcu „D” (desno),

- nastavi se odmotavanje, s gornje strane bubnja, sve dok se ne načini petlja dužine 3 ... 4 m, sl. b.,
- kabel se podigne preko bubnja i odmah položi u rov i to na lijevu stranu „L”,
- nastavi se odmotavanje, s donje strane bubnja, po sistemu uzastopnog oblikovanja petlji dužine 4 ... 6 m i polaganja kabela sve dok se ne odmota i ne položi preostala dužina kabela, sl. c.

8.3.8.2. Polaganje kabela s vozila

Za tu svrhu dolaze u obzir teška transportna vozila, vagoni i posebna vozila za transport i polaganje kabela. (Vidi sl. 8.19.) Taj sistem polaganja koristi se na prohodnim terenima, u gradskim naseljima, te uzduž saobraćajnica (pruga, put), vidi sl. 8.49. Na vozilu su radnici koji odmotavaju, odnosno koče, bubanj. Vozilo se s kablom kreće uzduž trase, a radnici prihvaćaju i polažu kabel u rov, na već opisani način, vidi glavu 8.3.8.1. Treba naglasiti da je to brz i ekonomičan način polaganja kabela, posebno ukoliko se koristi posebna prikolica za transport i polaganje kabela, vidi sl. 8.19.



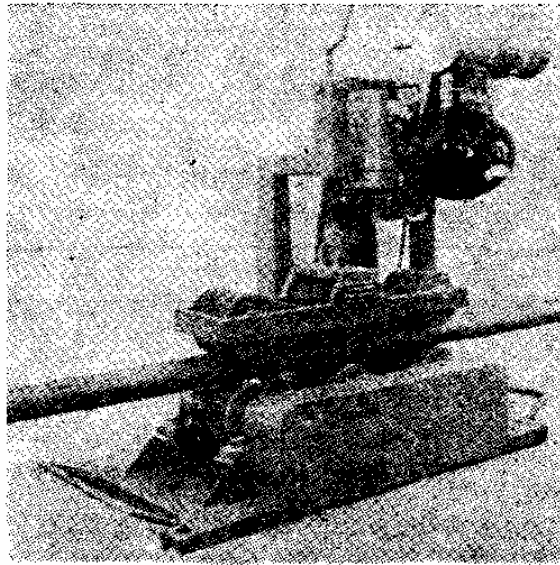
Sl. 8.49. Polaganje kabela s vozila

8.3.8.3. Polaganje kabela pomoću motornih valjaka

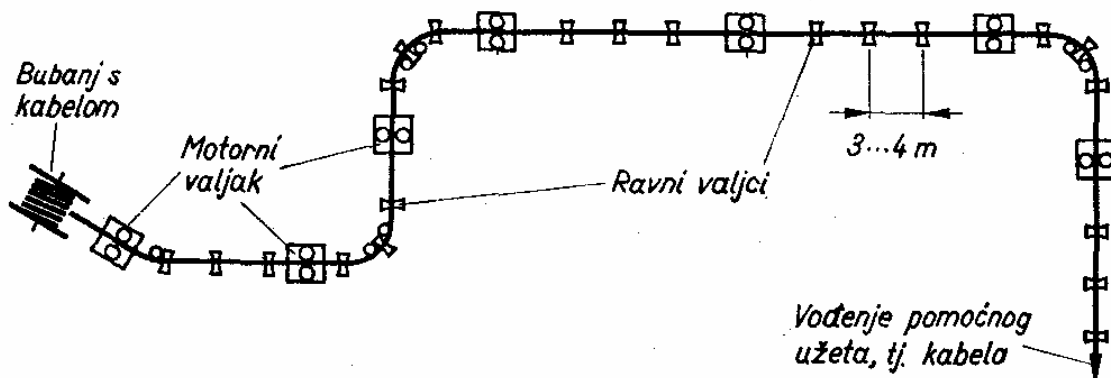
Taj način polaganja ima izrazite prednosti u naseljenim mjestima gdje se radi drveća, stupova, intenzivnog saobraćaja i sl. ne mogu primijeniti drugi načini polaganja, izuzev ručnog.

Motorni valjci, prema sl. 8.50, razlikuju se od valjka sa sl. 8.47 po tome što imaju vlastiti (električni ili benzinski) motor za pokretanje gumenih valjaka, između kojih se nalazi kabel. Gornji (pritisni)

valjci pritišću na kabel stvarajući tako potisnu-vučnu silu do 250 kp, pri čemu se može postići brzina povlačenja od približno 10 m/min.



Sl. 8.50 Motorni valjak VEK za povlačenje kabela, na benzinski (ili električni) pogon (Peter Lancier—Münster)



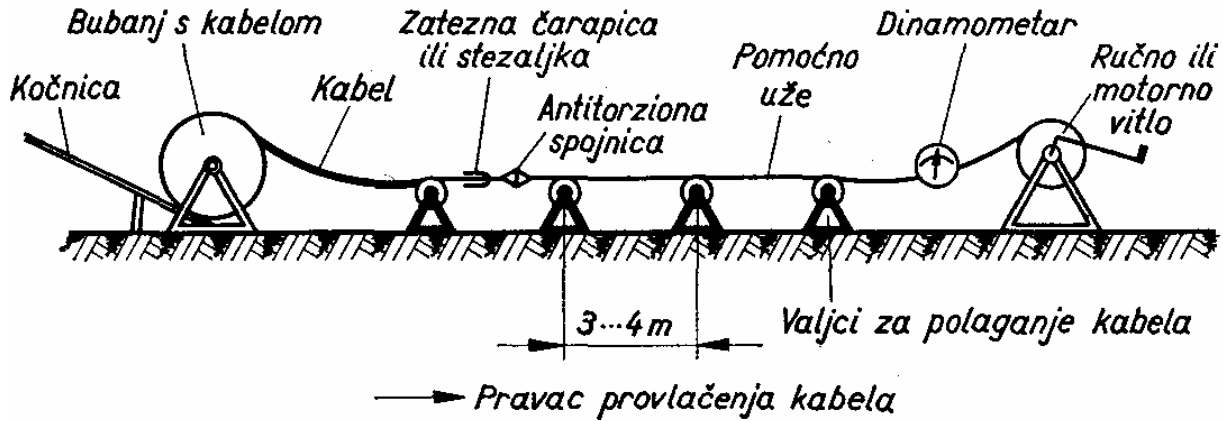
Sl. 8.51. Polaganje kabela pomoću motornih valjaka

Motorni valjci postave se u kabelski rov na međusobnom razmaku od 30 do 45 m. Ako je trasa izlomljena (jaki zavoji), a kabeli teški, treba motorne valjke postaviti također na početku svakog teškog zavoja (vidi sl. 8.51). U takvim prilikama preporučljivo je da su motorni valjci na električni pogon, sa zajedničkim napajanjem i sinhroniziranim upravljanjem.

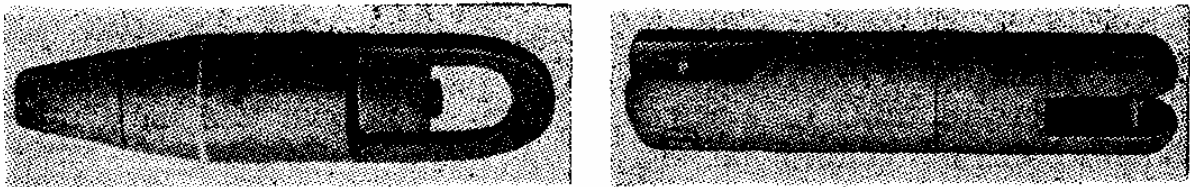
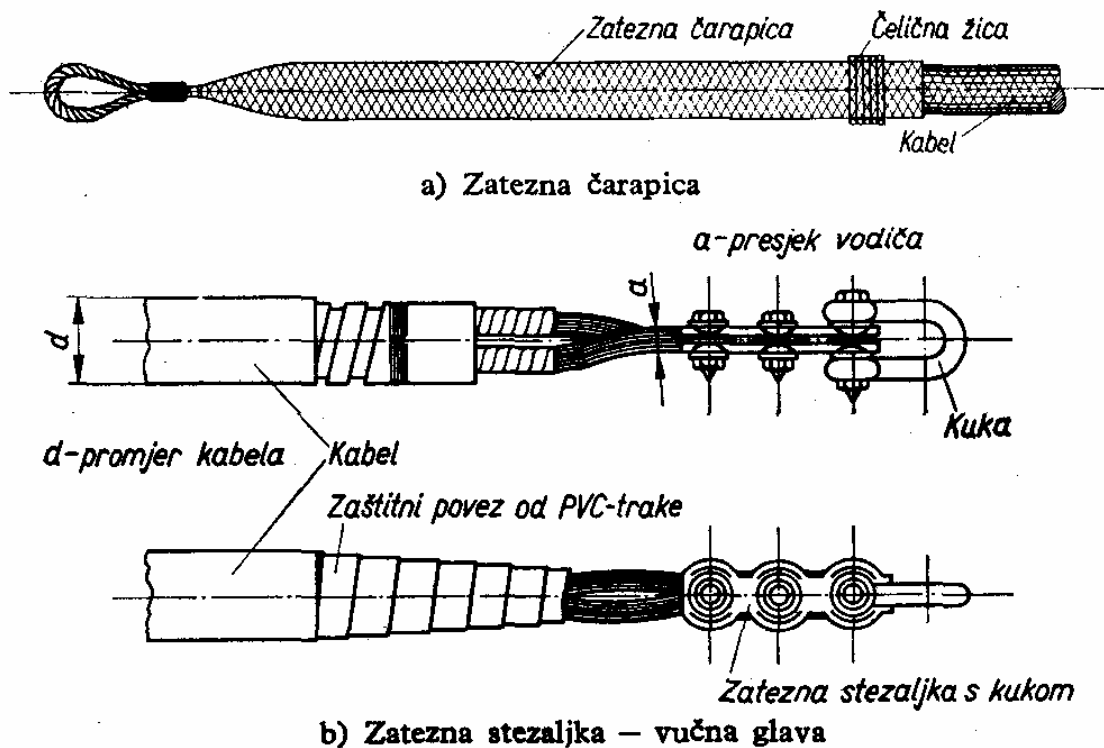
Pri polaganju kabela pomoću motornih valjaka potrebna je mala vučna sila na početku kabela. Za tu svrhu može se upotrijebiti motorni valjak (tip VEK) s prigradenim motornim vitlom.

8.3.8.4. Povlačenje kabela pomoću vitla i pomoćnog užeta

Taj način polaganja sve je češći, budući da zahtijeva malo radne snage, a polaganje je sigurno i brzo, To je isključiv postupak uvlačenja kabela u cijevi i kableske kanale.



Sl. 8.52. Povlačenje kabela pomoću motornog vitla i pomoćnog užeta



c) Antitorziona spojnice

Sl. 8.53. Elementi za međusobno spajanje kabela i pomoćnog užeta
(Peter Lancier—Münster)

Kabel se vuče preko valjka koji se postavljaju u rov na razmaku 3...4 m, i to pomoću prethodno razvučenog pomoćnog čeličnog užeta (npr. $\varnothing 6$ mm). Čelično uže se veže na jednom kraju za kabel pomoću zatezne čarapice ili zatezne stezaljke, prema sl. 8.53. Na drugom kraju se čelično uže, a time i kabel povlače preko ručnog ili motornog vitla (vidi sl. 8.54). Pošto je kabel razvučen skine se s valjka i položi u rov.

Pri polaganju kabela pomoću vitla treba da se ispune slijedeći zahtjevi:

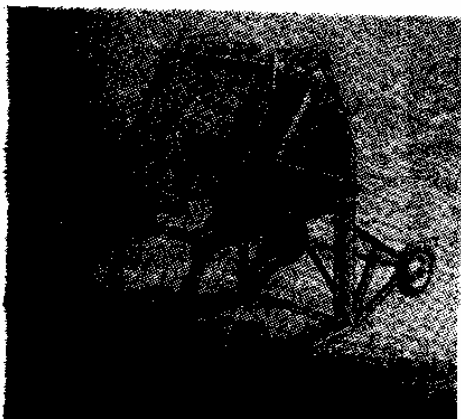
1. Ne smije nastati uvijanje, tj. torziona opterećenje kabela, radi čega se mora ugraditi antitorziona spojnica između pomoćnog užeta i zatezne čarapice-spojnice (vidi sl. 8.53c).

2. Vučna sila ne smije prekoračiti dopušteno vlačno opterećenje kabela. Radi toga je potrebno slijedeće:

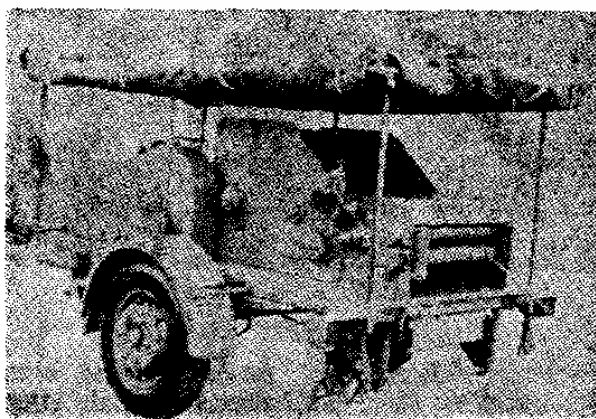
2.1. Vučnu silu treba kontrolirati dinamometrom, koji je na motorni vitao već ugrađen, dok se kod ručnog vitla može za tu svrhu upotrijebiti dinamometar prema sl. 8.55. Proračun potrebnih i dopuštenih vučnih sila dat je u gl. 8.3.8.5. i 8.3.8.6.

2.2. Na vitlu mora biti ugrađen osigurač, koji će popustiti kad se prekorači dopuštena vučna sila za odgovarajući kabel. Kod motornog vitla za tu svrhu postoji automatski izbacivač, koji je sinhroniziran s mjeracem duljine položenog kabela i registratorom vučne sile.

3. Treba pratiti kretanje užeta i kabela, napose na kutnim valjcima.



a) ručno vitlo

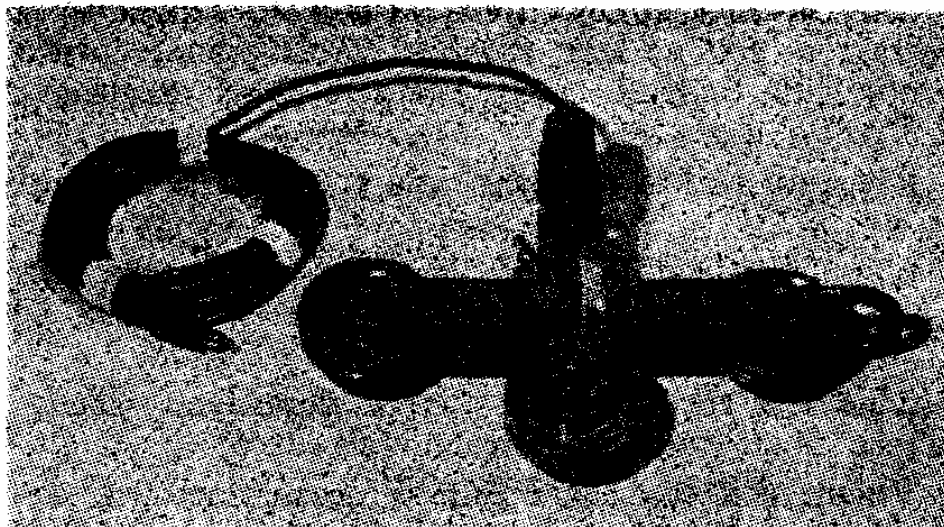


b) Motorno vitlo (W 2000/25 M)

Sl. 8.54. Vitla za povlačenje kabela (Peter Lancier—Münster)

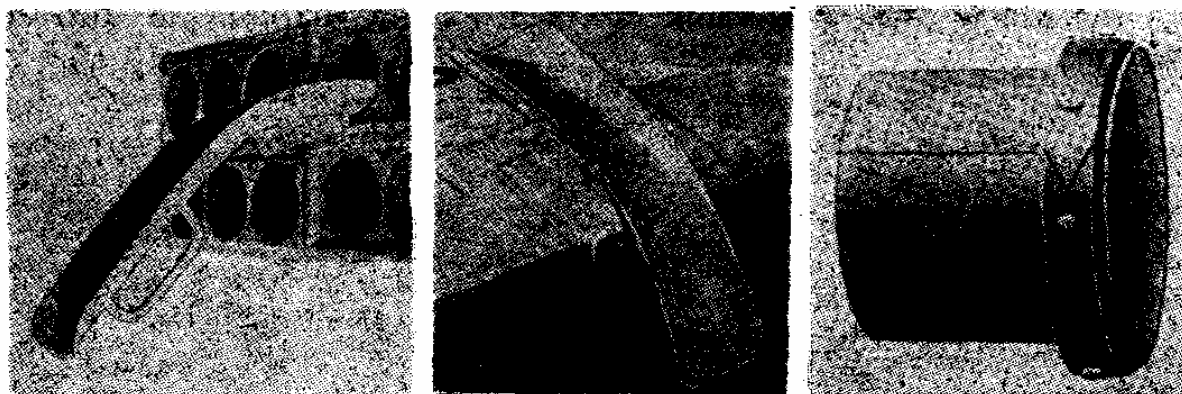
Ako vučna sila vitla nije dovoljna da izvuče kabel, odnosno je trasa jako duga ili teška pa je potrebna vučna sila veća od tražene za dotični kabel, preporučuje se upotrijebiti dodatne

motorne valjke, prema sl. 8.50, koji se pri tome obično postavljaju ispred i pozadi teških zavoja (vidi glavu 8.3.8.3).



Sl. 8.55. Dinamometar za mjerenje vučne sile do 3000 kp
(Peter Lancier – Münster)

Kada se kabel uvlači u cijevi ili kabelaške kanale potrebni su zaštitni lukovi za kabel, odnosno treba ga podmazivati, kako bi se smanjilo trenje, a time i vučna sila (vidi sl. 8.56).



a) Zaštitni lukovi

b) Dvodjelna zaštitna ljuska
za kabel

Sl. 8.56. Pomični zaštitni elementi za uvlačenje kabela u cijevi
i kabelaške kanale (Peter Lancier—Münster)

8.3.8.5. Proračun potrebnih vučnih sila pri povlačenju kabela pomoću vitla i pomoćnog užeta, prema sl. 8.52.

Vučna sila za povlačenje kabela na ravnoj trasi zavisi od ukupne težine kabela koji se povlači, te od trenja između valjaka i kabela.

Koeficijent trenja ako su valjci s kugličnim ležajevima i postavljeni na razmaku 3 do 4 m, zavisi od kakvog je materijala vanjski plašt kabela. Tako npr. plašt od bitumenizirane jute pruža veći otpor trenju nego plašt od PVC-mase, osobito u ljetnim mjesecima, kada se u stanovitoj mjeri lijepi juta s površinom valjka.

Faktor trenja je još veći kad se kabeli uvlače u cijevi i kanale, zbog čega je potrebno podmazivati kabele.

Pregled osnovnih vrijednosti koeficijenta trenja:

plašt od jute	= 0,15 ... 0,2 ($\geq 0,25$ u iznimnim slučajevima npr. kod visokih temperatura)
plašt od PVC.....	= 0,1 ... 0,15 ($\geq 0,2$ u iznimnim slučajevima)
uvlačenje kabela u cijevi i kanale	= 0,5 ... 0,6 bez podmazivanja; a 0,3 ... 0,5 s podmazivanjem)

Vučna sila kabela prema tome se može izračunati po obrascu:

$$P = \mu \times l \times T$$

P = potrebna sila za vuču kabela (kp)

μ = koeficijent trenja

T = specifična težina kabela (kg/m)

l = duljina kabela koji se polaže povlačenjem (m)

Pri povlačenju kabela na teškoj trasi, tj. takvoj koja ima oštre zavoje, vučna sila postaje znatno veća. Zato su u tablici 8.17 date prosječne vrijednosti vučnih sila, zavisno od trase i težine kabela.

Savjet kako da se smanji potrebna sila za vuču kabela;

- Ispred teških zavoja postaviti motorne valjke.
- Smjer vuče kabela treba da bude od težeg prema lakšem dijelu trase.

TABLICA 8.17

Potrebna sila za vuču kabela

Vrsta kabela trase	Vučna sila u % ukupne težine kabela koji se povlači pomoću vitla i pomoćnog užeta
Ravna trasa — s malim neravnostima	15 do 20%
Trasa sa dva zavoja po 90°	20 do 40%
Trasa sa tri zavoja po 90°	40 do 60%
Uvlačenje kabela u cijevi i kabela kanale	30 do 50%

8.3.8.6. Dopuštena vučna sila za kabele

Pri povlačenju kabela pomoću vitla i pomoćnog užeta kabel se povlači preko zatezne čarapice ili zatezne stezaljke, (sl. 8.53).

Pri tome treba razlikovati troje:

a) Kabeli koji imaju armaturu od čelične žice (pomorski ili rudnički te oni koji se polažu na izrazito kosim terenima i sl.) npr. kabel PP 45 smiju se opteretiti vučnom silom:

$$P_{\text{dop}} = q \times \sigma \text{ (kp)}$$

q = presjek svih čeličnih žica (mm^2)

σ = 8 ... 10 kp/ mm^2

U tom slučaju treba koristiti takvu zateznu stezaljku odnosno vučnu glavu koja će zahvatiti sve plosnate ili okrugle žice čelične armature.

b) Kabeli se mogu povlačiti pomoću zatezne stezaljke odnosno vučne glave (npr. Kabelziehkop proizvodnje firme P. Lancier Münster – Zap. Njemačka, koja podjednako zahvaća žice svih žila kabela).

Dopuštena vučna sila pri tome je:

$$P_{\text{dop}} = S \times \sigma \text{ (kp)}$$

S = ukupan presjek svih vodiča (mm^2)

σ = 5 kp/ mm^2 za Cu-vodiče

σ = 3 kp/ mm^2 za Al-vodiče

Primjer: Za kabel s Al-vodičima $4 \times 50 \text{ mm}^2$ dopuštena vučna sila iznosi:

$$P_{\text{dop}} = (4 \times 50) \times 3 = 600 \text{ kp.}$$

c) Povlačenje kabela pomoću zatezne čarapice je veoma jednostavno, ali ima nedostatak što su dopuštene vučne sile u principu manje nego za slučaj a), a prednost brz i jednostavan rad.

Dopuštena vučna sila izračunava se po obrascu:

$$P_{\text{dop}} = K \times D \text{ (kp)}$$

K = faktor prema tablici 8.18

D = vanjski promjer kabela (mm)

TABLICA 8.18

**Maksimalno dopuštena vučna sila kada se kabeli
vuku pomoću zatezne čarapice**

Tip kabela	Faktor K	Obrazac za izračunavanje dopuštene vučne sile *)
IPO 04, NPA 04, IPO 13, NPO 14, IPZO 13, NPZO 14 PO 13, PO 13 – A	0,33	$P_{dop} \leq 0,33 \cdot D^2$
PP 00, PP 40, PP 41, PHP 48, XP 48, EP 48	0,5	$P_{dop} \leq 0,5 \cdot D^2$
IPO 24, IPO 34, NPZO 24, IPZO 34, PP 44, PP 45, PHP 84, PHP 88	1,2	$P_{dop} \leq 1,2 \cdot D^2$

*) D = vanjski promjer kabela u mm

P_{dop} = dopuštena vučna sila u kp

8.3.9. Specijalni slučajevi polaganja kabela u zemlju

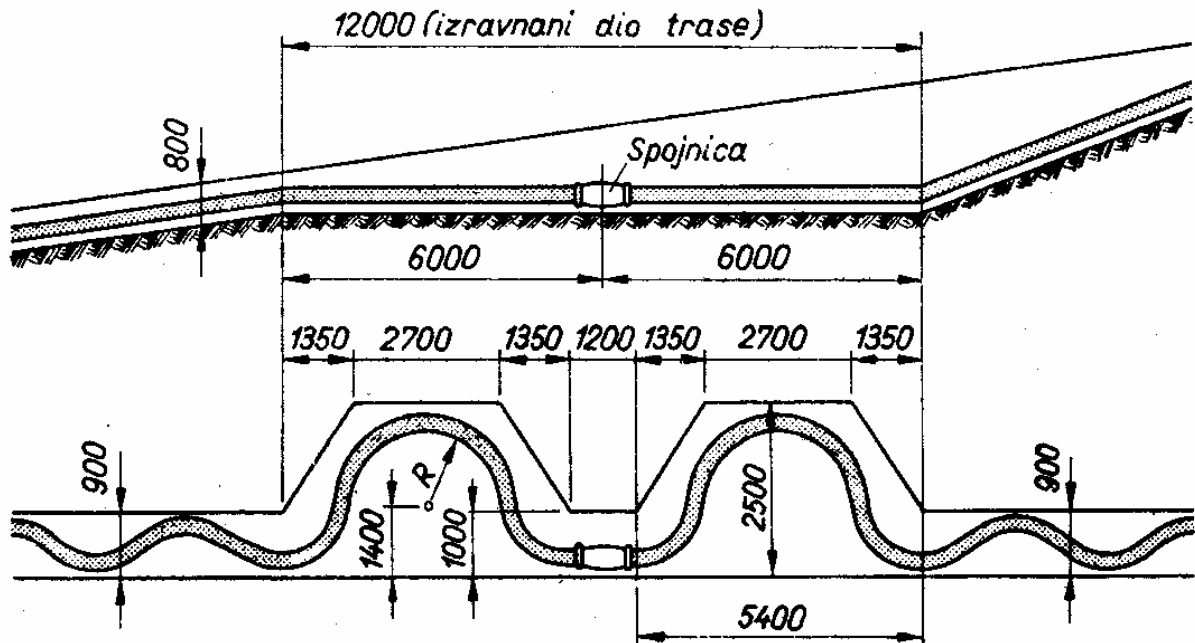
Polaganje kabela na kosim terenima i klizištima

Trasa se smatra kosom ako je kabel u neprekidnoj duljini od 10 m i više pod stalnim nagibom. Prema nagibu trase izabire se vrst kabela:

- za nagib do 10° dopuštene su sve vrste izolacije i plašta s armaturom ili bez nje;
- za nagib do 20° vrijedi isto kao i do 10° , ali kabeli moraju imati čeličnu armaturu;
- za nagib od 20° do 45° isto kao i do 10° , ali kabeli moraju imati armaturu od čelične žice;
- za nagib iznad 45° izolacija mora biti „suha”, tj. PVC-izolacija ili naročito impregnirani papir NP, a armatura od dva sloja čelične žice, npr. kabel PP 44 (NYRGbY).

Kad se kabel polaže na kosom terenu, ukoliko se to ne može izbjeći, treba kabel i kabelaške spojnice rasteretiti od djelovanja vlastite težine, spojnica i zemlje u koju su položeni, i to na jedan od slijedećih načina:

- a) Ako je nagib terena do 20° , kabel se polaže valovito u proširen rov na 90 cm, a pri polaganju kabelaške spojnice teren se mora prethodno poravnati i rov znatno proširiti. (Vidi sl. 8.57.)



Sl. 8.57. Valovito polaganje kabela na kosom terenu

b) Ako je nagib iznad 20° i na klizištima, moraju se upotrijebiti kabele s armaturom od čelične žice, a spajaju se specijalnim rasteretnim spojnica. Ukoliko se za tu svrhu upotrebljavaju normalne spojnice, moraju se rasteretiti od zateznih vlačnih sila posebnom konstrukcijom. Ako se upotrebljava kabel s armaturom od čelične trake, tada se on na kosom zemljištu mora rasteretiti od zateznih napreznja na taj način da se stisne drvenim oblogama, koje se ukrute između dva drvena sidra.

Paralelno vođenje i križanje kabela s cjevovodima

Kabel nije dobro polagati pored plinovoda i cjevovoda, a ako se to ne može izbjeći, tada se moraju ostvariti ovi razmaci:

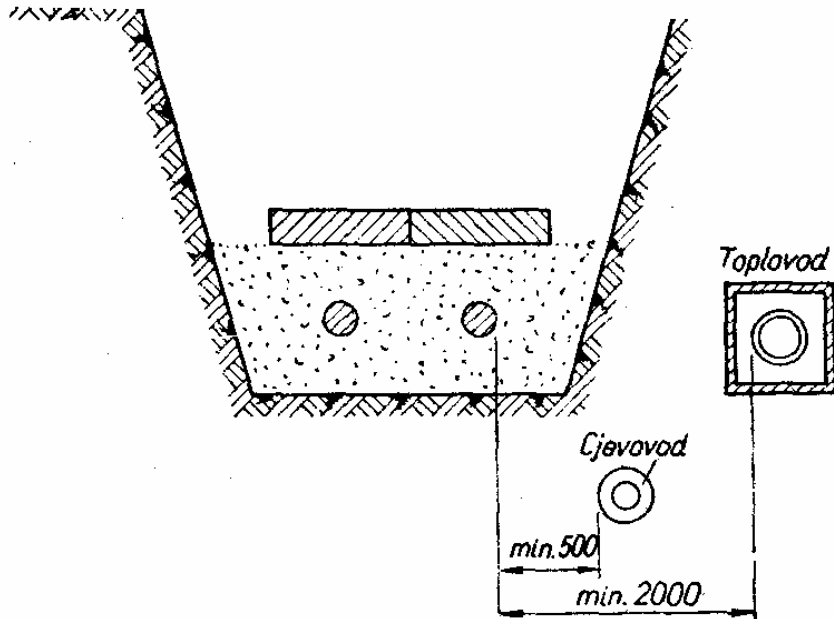
- pri paralelnom polaganju kabela i cjevovoda: 500 mm, prema sl. 8.58.
- pri križanju kabela s glavnim cjevovodom: 500 mm
- pri križanju kabela s odvodnim cjevovodom: 300 mm

U svim gornjim slučajevima kabel mora biti mehanički zaštićen, prema sl. 8.59.

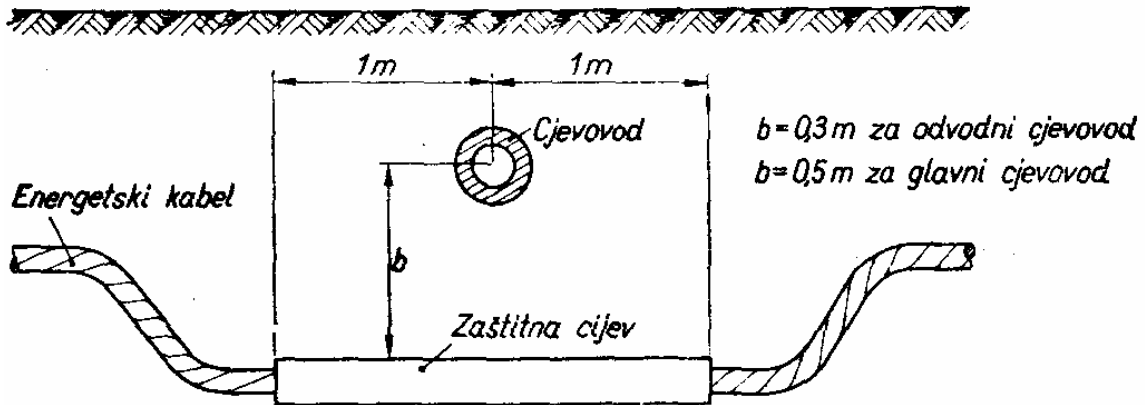
Križanje kabela s prugom prikazuje sl. 8.60. Kabel se polaže u cijev na minimalnu dubinu od 1 m.

Paralelno polaganje i križanje kabela s toplovodom

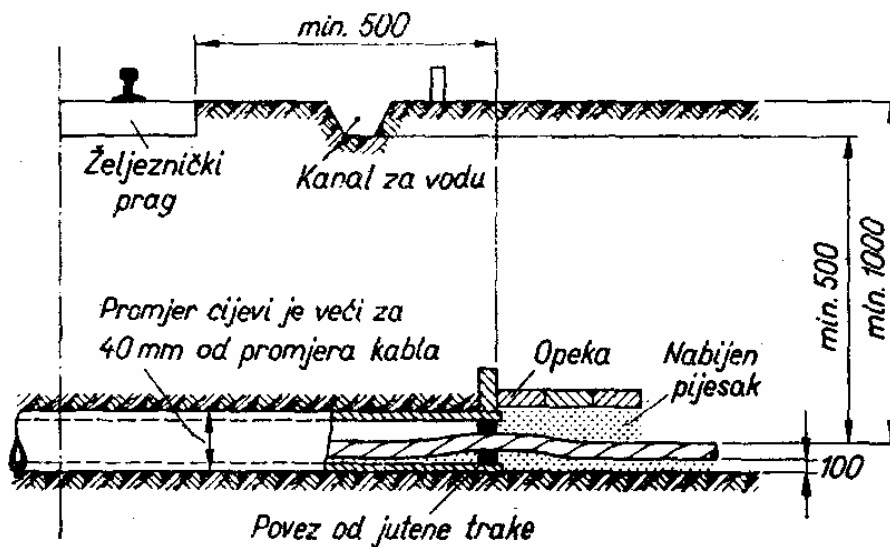
Pri paralelnom polaganju kabela i toplovoda mora se ostvariti minimalni razmak od 2 m, prema sl. 8.58. Temperatura tla oko



Sl. 8.58. Paralelno polaganje cjevovoda (toplovoda) i energetskeg kabela



Sl. 8.59. Križanje cjevovoda i energetskeg kabela



Sl. 8.60. Križanje kabela s prugom

kabela ne smije biti ni u kojem slučaju viša od $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ i ona se mora uzeti u obzir u proračunu strujne opteretivosti kabela. (Vidi glavu 8.1.10.) Ako se to ne može postići, toplovod se izolira toplinskom izolacijom koja neće dozvoliti da razlika temperature na površini toplovoda i temperature tla bude veća do $10\text{ }^{\circ}\text{C}$.

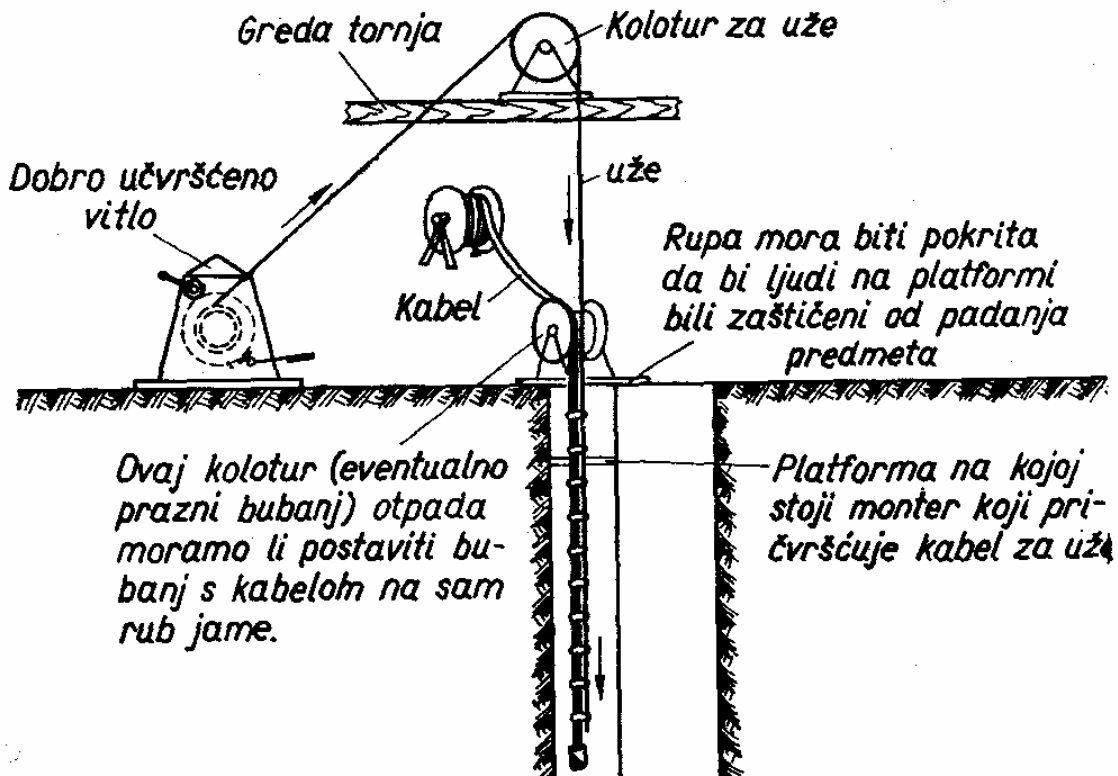
Pri križanju energetskog kabela i toplovoda mora se ostvariti vertikalni razmak od 500 mm; u protivnom se toplovod mora izolirati na isti način kao pri paralelnom polaganju.

Polaganje kabela u okna (vertikalne jame)

Kabeli se dovode u podzemlje polaganjem kroz okna (vertikalne jame) i to na dva osnovna načina:

- polaganjem odozgo, s vrha okna
- polaganje odozdo, s dna okna

Kad se polaže odozgo postavi se bubanj s kablom neposredno uz okno, tako da se kabel može spuštati u okno preko kolotura dovoljnog promjera. (Vidi sl. 8.61.) Na kraj kabela stavi se uteg koji ga vuče u okno. Kabel se spušta u okno pomoću užeta i ručnog vitla s kočnicom. Na noseće uže, u razmacima od 3 m, kabel pričvršćuje radnik, koji stoji na posebno postavljenoj platformi oko 2 m od otvora okna. Uže mora biti tako dimenzionirano da može preuzeti vlastitu težinu, težinu kabela i težinu utega. Inače uže treba tako postaviti preko kolotura da pada točno vertikalno iznad okna.

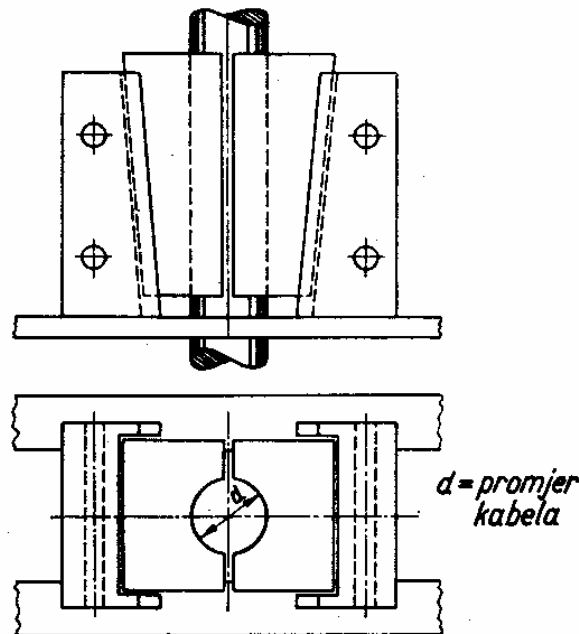


Sl. 8.61. Polaganje kabela u okno odozgo

U toku polaganja kabela u okno mora se obavezno primijeniti jedan od ova dva načina osiguranja:

a) Osiguranje kabela pomoću kočnica s drvenim čeljustima, prema sl. 8.62. Drvene čeljusti obuhvaćaju kabel koji se spušta, a smještene su pri vrhu otvora okna na posebnu konstrukciju. U slučaju potrebe dežurni radnik popusti užu za upravljanje, čime se stegnu čeljusti i tako zaustavi klizanje kabela kroz njih.

b) Osiguranje kabela kočnicom pomoću omče mnogo je sigurnije od spomenutog osiguranja pod a), ali je zato i znatno štetnije po kabel. Oko kabela se postavi čelični lanac koji se učvrsti izvan okna. Za omču se priveže užu za upravljanje pri kočenju, s tim da drugi kraj tog užeta drži dežurni radnik koji se nalazi na oknu. U slučaju opasnosti popusti se užu za upravljanje, time se stegne omča oko kabela, zaustavljajući trenutno sam kabel. Pri tome se redovno oštećuje kabel na mjestu stezanja omče, zbog čega se taj sistem upotrebljava samo kad se ne može primijeniti prvi način.



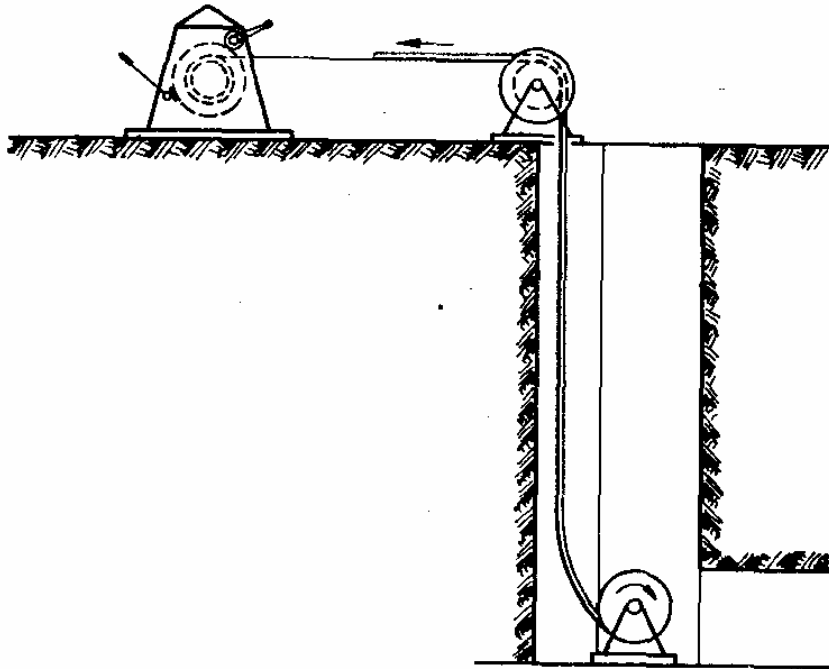
Sl. 8.62. Kočnica s drvenim čeljustima

Pri normalnom polaganju kabel se zaustavlja pomoću kočnice na vitlu. Spušteni kabel učvrsti se odmah obujmicama na stijenu okna, i to polazeći odozdo prema otvoru okna. Razmak obujmica ovisi od vrste kabela. Ako se upotrebljava kabel s armaturom od čeličnih žica, dopušten je maksimalni razmak između obujmica od 6 m.

Kad se kabel polaže u okno odozdo, bubanj se smjesti na dno okna prema sl. 8.63. Taj način polaganja je dopušten samo za

specijalno ojačane kabele, npr. PP 45 (NYFGbY), budući da je kabel opterećen zateznom silom koja je jednaka težini slobodno visećeg kabela. Kabel se izvlači za gornji kraj pomoću užeta i ručnog vitla. Vitao se smjesti toliko daleko od otvora okna koliko iznosi potrebna duljina kabela izvan okna, uvećana za 2 do 3 m, što odgovara oštećenoj duljini kraja kabela, na dijelu na kojem će se povlačiti. Taj se dio redovno mora odsjeći. Uže za izvlačenje veže se na ušicu napravljenu od čelične žice armature kabela koji se izvlači. Za tu svrhu treba svakako upotrijebiti i zatezne čarapice, prema sl. 8.53a. Inače su redosljed rada, sistem osiguranja i pričvršćenje kabela u svemu slični kao kod polaganja kabela odozgo.

Kad se kabel polaže u okno, otvor okna mora se prekriti daskama kako bi bili zaštićeni radnici koji rade na polaganju.



Sl. 8.63. Polaganje kabela u okno odozdo

Polaganje kabela na mostovima

Na čeličnim, betonskim i kamenim mostovima kabele se polažu slobodno na mjestima koja nisu pristupačna nepozvanim osobama. Kabel se polaže u posebno predviđene kanale ili nezapaljive cijevi. Ako je most izložen većim vibracijama, treba predvidjeti kabel s naročito legiranim olovnom plaštom otpornim na vibracije ili onaj sa plastičnim, odnosno Al-plaštom, zavisno od izvedbe kabela. Utjecaj vibracija može se umanjiti ako se kabel položi na pješčanu podlogu.

Na čeličnim ili na armirano-betonskim mostovima s kolosijekom električnog tramvaja ili električne željeznice kabel se mora položiti izolirano, da ne dodiruje metalne dijelove mosta ili armaturu betona.

Na mjestima dilatacije kabel se mora položiti u blagom luku, kako bi se izbjegla dilataciona naprezanja kabela.

Polaganje jednožilnih kabela za izmjeničnu struju

Kao što je rečeno u glavi 8.1.1. jednožilni kabeli s normalnom čeličnom armaturom ne smiju se upotrebljavati za izmjeničnu struju.

Za pričvršćenje jednožilnih kabela za izmjeničnu struju ne smiju se upotrebljavati obujmice od magnetskog materijala, npr. od čelika, odnosno, takve obujmice se mogu upotrijebiti ako se pričvrste na izolacionu podlogu, tako da s podlogom ne čine zatvoren galvan-ski krug.

Ako se jednožilni kabeli polažu u čelične cijevi, mora se strogo paziti da ne dođe samo jedan kabel u jednu cijev, nego:

- pri jednofaznom izmjeničnom sistemu u cijev se moraju položiti oba kabela,
- pri trofaznom sistemu sva tri kabela dolaze u zajedničku cijev,
- pri trofaznom sistemu s neutralnim vodičem sva četiri kabela moraju se položiti u istu cijev.

Ako se za svaku fazu mora položiti nekoliko jednožilnih kabela paralelno, tada treba formirati grupe kabela sa po jednim kabelom od svake faze u svakoj grupi. Između pojedinih grupa treba ostaviti dovoljne razmake. Na taj način se smanjuje dodatno ugrijavanje kabela, a ujedno se postiže ravnomjerna raspodjela struja u paralelnim kabelima.

8.4. MONTAŽA KABELSKIH GLAVA I SPOJNICA

8.4.1. Općenito o montaži kabelskih glava i spojnica

U toku rada s kabelima stalno susrećemo određen broj radnih operacija koje se moraju uvijek primijeniti na manje-više isti način, neovisno od tipa kabela i kablenskog postrojenja.

Pregled zajedničkih radnih operacija:

- ispitivanje kabela,
- otvaranje krajeva kabela,
- uzemljenje kabela, kablenskih glava i spojnica,
- spajanje vodiča kabela,
- priprema i način upotrebe zaljevnih masa i smola.