

Podniková norma energetiky pro rozvod elektrické energie		Znění pro tisk
ČEZ distribuce, E.ON distribuce, E.ON CZ, PRE distribuce, ČEPS, ZSE	KLADENÍ KABELŮ NN, VN A 110 KV V DISTRIBUČNÍCH SÍTÍCH ENERGETIKY	PNE 34 1050
Odsouhlasení normy Konečný návrh podnikové normy energetiky pro rozvod elektrické energie odsouhlasily tyto organizace: ČEPS, a.s., ČEZ Distribuce, a.s., E.ON Česká republika, s.r.o., E.ON Distribuce, a.s., PRE distribuce, a.s. a ZSE, a.s. PNE platí pro projektování a kladení nových či rekonstruovaných silových elektrických kabelů 1 až 110 kV v distribučních sítích, nových i rekonstruovaných, do země, i na vzduchu při zaústění do koncových stanic nebo na koncové stožáry venkovních vedení. Norma se netýká závěsných kabelů a izolovaných vodičů venkovních vedení (tvoří se samostatná norma PNE). S ohledem na rozdílné podmínky při kladení a montáži kabelů 110 kV a kabelů do 35 kV, jsou v části 2 řešeny pouze kabely do 35 kV a v části 3 pouze kabely 110 kV. Ostatní části normy jsou společné jak pro kabely do 35 kV, tak pro kabely 110 kV. Tato norma neřeší problematiku ochrany kovových izolovaných potrubí v zemi před nebezpečnými vlivy kabelů do 110 kV včetně.		
Návaznost: ČSN EN 50423:2005, ČSN 33 2000-5-52:1998, PNE 38 2157		Účinnost od: 1.7.2011

OBSAH

1	VŠEOBECNĚ	16
1.1	Platnost normy	16
1.2	Terminologie	16
1.3	Základní požadavky	17
1.3.1	Přístupnost, možnost zkoušení.	17
1.3.2	Bezpečnost vůči okolí.	17
1.3.3	Přehlednost.	17
1.4	Vnější vlivy a prostředí.	17
1.4.1	Okolní teplota.	17
1.4.2	Vnější zdroje oteplení.	17
1.4.3	Voda nebo vysoká vlhkost.	18
1.4.4	Cizí tělesa nebo prašnost.	18
1.4.5	Ochrana proti korozi a znečištění.	19
1.4.6	Ochrana proti mechanickým poškozením	19
1.4.7	Ochrana proti vibracím.	19
1.4.8	Výskyt živočichů	20
1.4.9	Sluneční záření	20
1.4.10	Seizmické účinky	20
1.4.11	Provedení budov	20
1.5	Ochrana před úrazem elektrickým proudem	20
1.6	Spojování a připojování vodičů	20
1.7	Kabelové soubory	21
1.7.1	Kabelové soubory nn a vn	21
1.7.2	Kabelové soubory 110 kV	21
1.7.2.1	Kabelové koncovky 110 kV	21
1.7.2.1.1	Venkovní koncovky	21
1.7.2.1.2	Vnitřní koncovky	21
1.7.2.2	Kabelové spojky 110 kV	22
1.7.2.2.1	Typy spojek	22
1.7.2.3	Ostatní zařízení	22
1.7.3	Spojovací místo pro kabel 110 kV	24
2	KABELY DO 35 KV	25
2.1	Elektrické požadavky	25
2.1.1	Napětí	25

2.1.2	Proudové obvody	25
2.1.3	Použití kovových plášťů	26
2.1.4	Zpětné vedení proudu	26
2.1.5	PEN vodič	26
2.1.6	Typy kabelů a izolace	26
2.1.6.1	Nová kabelová vedení	26
2.1.6.2	Opravy kabelového vedení VN po poruchách	26
2.2	Kladení kabelů do země	26
2.2.1	Hloubky krytí	27
2.2.2	Kabelové lože, uspořádání kabelů, případně ukládání pluhováním	27
2.2.2.1	Kabely ve výkopu	27
2.2.2.2	Vzdálenosti kabelů od stavebních objektů a jiných souběžných vedení	28
2.2.2.3	Výstražná folie	28
2.2.2.4	Bezvýkopová metoda pluhováním viz Příloha L	28
2.2.2.5	Označování kabelů v trase	28
2.2.3	Souběh a křížování kabelů v zemi	28
2.2.3.1	Ve výkopu	28
2.2.4	Ochrana před mechanickým poškozením	29
2.2.4.1	Požadavky na odolnost vůči ohni	29
2.2.4.2	Životní prostředí	30
2.2.4.3	Jedno a vícekomorové ochranné konstrukce, kabelovody	30
2.2.4.3.1	Šířka výkopu	31
2.2.4.3.2	Hloubka výkopu	31
2.2.4.3.3	Příprava dna výkopu před pokládkou ochranných konstrukcí	32
2.2.4.3.4	Instalace do stabilní granulované půdy	32
2.2.4.3.5	Instalace do nepevné a sypké půdy	32
2.2.4.3.6	Vyústění kabelů z ochranných konstrukcí	32
2.2.5	Styk kabelů s ostatními podzemními vedeními	33
2.2.5.1	Souběh a křížování kabelů s potrubími	33
2.2.6	Kabelové křížovatky s komunikacemi, dráhami a vodními toky	33
2.2.6.1	Kladení kabelů do vody a vodních cest	33
2.2.6.2	křížovatky s komunikacemi, sítěmi, dráhami a vodními toky	34
2.2.7	Uspořádání kabelů	35
2.3	Kladení kabelů na vzduchu	36
2.3.1	Uložení kabelů ve stavebních objektech	36
2.3.2	Kladení kabelů v budovách přímo na podklad	36
2.3.3	Vzdálenost přichytek nebo podpěr	36
2.3.4	Uložení kabelů ve stavebních objektech	36
2.3.4.1	Kladení jednožilových kabelů a jejich souběh ve stavebních objektech	36

2.3.5	Souběhy a křížování kabelů na vzduchu	37
2.4	Kladení kabelů v kabelových kanálech (zejména v rozvodnách a mezi objekty)	38
2.4.1	Kladení kabelů v chráničkách	38
2.4.2	Umísťování vedení v blízkosti jiných rozvodů	39
2.4.2.1	Umísťování v blízkosti elektrických vedení	39
2.4.2.2	Kladení silových vedení se zřetelem ke sdělovacím zařízením ve vnitřním rozvodu	39
2.4.2.3	Kladení silových vedení se zřetelem k vedením hromosvodu	39
2.4.2.4	Umísťování vedení do blízkosti neelektrických rozvodů	39
2.4.3	Výběr a způsoby kladení vedení s ohledem na údržbu, včetně provádění úklidu	40
2.5	Ochrana před šířením požáru	40
2.6	Montáž kabelů	43
2.6.1	Organizace montáže a tažení kabelů	43
2.6.1.1	Kladení kabelů - výkopová metoda a kladení na podpůrné konstrukce	44
2.6.2	Pokládka kabelů vn s XLPE izolací	44
2.6.2.1	Zásady při pokládání kabelu:	44
2.6.3	Dovolené teploty	44
2.6.4	Poloměr ohybu kabelů nn	45
2.6.5	Poloměry ohybů kabelů vn s XPLE izolací	45
2.6.6	Síly při tažení	45
2.6.7	Dovolené teploty při montáži kabelů	45
2.6.8	Úprava konců kabelů	45
2.6.9	Spojování, odbočování a zakončování kabelů	45
3	KABELY 110 KV	46
3.1	Elektrické požadavky	46
3.1.1	Napětí	46
3.1.2	Proudové obvody	46
3.1.3	Zpětné vedení proudu	46
3.1.4	Konstrukce kabelů	46
3.1.4.1	Požadavky na konstrukci kabelů	47
3.1.4.1.1	Vodivé jádro kabelu	47
3.1.4.1.2	Izolace kabelů	47
3.1.4.1.3	Kovové stínění nebo kovové pláště kabelů	47
3.1.4.1.4	Vodotěsnost	47
3.1.4.1.5	Vnější plášť kabelu	48
3.1.5	Konfigurace jednožilových kabelů	48
3.1.5.1	Vlastnosti konfigurací jednožilových kabelů	48
3.1.5.1.1	Uložení v těsném trojúhelníku	48
3.1.5.1.2	Uložení ploché, (vedle sebe) s mezerami	48

3.1.6	Uzemnění kovových stínění nebo kovových plášťů kabelů	48
3.1.6.1	Oboustranně uzemněné systémy	49
3.1.6.2	Speciálně uzemněné systémy	49
3.1.6.2.1	Jednostranně uzemněné systémy	50
3.1.6.2.2	Transpozice cross-bonding	50
3.1.6.2.3	Kombinace více systémů	51
3.1.7	Dimenzování kabelů 110 kV	52
3.2	Upevňování kabelů	52
3.2.1	Upevňovací prvky	52
3.2.1.1	Základní rozdělení prvků pro upevňování jednožilových kabelů	52
3.2.1.2	Rozdělení upevnění fází	52
3.2.1.3	Pro volné uložení v zemi (kabely v trojúhelníku, ve svazku)	52
3.2.1.4	Pro pevné uložení na vzduchu	52
3.3	Kladení kabelů do země	53
3.3.1	Uložení do pískového lože s cementovou stabilizací	53
3.3.2	Uložení v kabelových chráničkách	54
3.3.3	Uložení v kabelových žlabech	55
3.3.4	Bezvýkopová metoda pluhováním viz Příloha L	55
3.3.5	Uložení kabelu v podvrtnu	55
3.3.6	Souběh a křížování kabelů v zemi	56
3.3.7	Kontrola oteplení	56
3.3.8	Ochrana před mechanickým poškozením	57
3.3.8.1	Výstražné folie	57
3.3.8.2	Krycí desky	57
3.3.8.3	Plastové chráničky	57
3.3.8.4	Kabelové žlaby	58
3.3.8.5	Markery	58
3.3.9	Styk kabelů s ostatními podzemními vedeními	58
3.3.10	Kabelové křížovatky s komunikacemi, sítěmi, dráhami a vodními toky	58
3.3.10.1	Křížení s komunikacemi	58
3.3.10.2	Křížení s inženýrskými sítěmi	58
3.3.10.3	Křížení s železniční tratí	59
3.3.10.4	Křížení s vodními toky	59
3.3.11	Ochrana kabelového vedení před bludnými proudy a vnější vlivy	59
3.3.11.1	Ochrana kabelu 110 kV	59
3.3.11.2	Působení vedení vvn na souběžná vedení	59
3.3.11.3	Ochrana sdělovacích vedení a zařízení před nebezpečnými vlivy trojfázového vedení vvn	60
3.3.11.4	Elektromagnetické vlivy na okolí kabelu	60

3.3.11.4.1	Elektrické pole.	60
3.3.11.4.2	Magnetické pole.	60
3.4	Uložení kabelů na vzduchu	60
3.4.1	Způsoby upevnění kabelů	60
3.5	Kladení kabelů v kabelových kanálech a tunelech	60
3.5.1	Prostupy	60
3.5.2	Uložení vodorovné	61
3.5.3	Uložení svislé	62
3.6	Ochrana kabelových vedení 110 kV	62
3.7	Ochrana kabelů proti šíření požáru	63
PŘÍLOHA A – HLOUBKA ULOŽENÍ KABELŮ		64
PŘÍLOHA B – PŘÍKLADY KLADENÍ KABELŮ		65
PŘÍLOHA C – POŽADAVKY NA KLADENÍ KABELŮ 110 KV		73
PŘÍLOHA D – PŘÍKLADY ULOŽENÍ KABELŮ DO 35KV		76
PŘÍLOHA E – DOPORUČENÉ VELIKOSTI CHRÁNIČEK		79
PŘÍLOHA F – POROVNÁNÍ VLASTNOSTÍ KONFIGURACE KABELŮ 110 KV		80
PŘÍLOHA G – PROVOZNÍ VLIVY NA KABELY 110 KV		81
PŘÍLOHA H – PRODLOUŽENÍ KABELŮ 110 KV VLIVEM OTEPLOVÁNÍ		82
PŘÍLOHA I – DIMENZOVÁNÍ KABELŮ Z HLEDISKA DYNAMICKÝCH ÚČINKŮ ZKRATOVÉHO PROUDU		83
PŘÍLOHA J – VLIVY NA DIMENZOVÁNÍ KABELU 110 KV		85
PŘÍLOHA K – ORIENTAČNÍ HODNOTY MAGNETICKÉHO POLE NAD KABELY 110 KV		87
PŘÍLOHA L – UKLÁDÁNÍ KABELŮ PLUHOVÁNÍM		88

Seznam obrázků

obr. 1-1 - Typy spojek.....	22
obr. 1-2 - Příklad koncovka s přímým uzemněním stínění	23
obr. 1-3 - Příklad spojka s cross-bondingem a omezovači přepětí	23
obr. 1-4 - Příklad optimálního řešení spojovacího pro kabely 110 kV spojky za sebou	24
obr. 1-5 - Příklad optimálního řešení spojovacího pro kabely 110 kV spojky vedle sebe	25
obr. 2-1 - Řezy kabelovou rýhou (2-1a až 2-1d)	27
obr. 2-2 - Použití chráničů	31
obr. 2-3 - Uložení ochranné konstrukce v zemi	32
obr. 2-4 - Uložení kabelu vn v kabelovém žlabu	33
obr. 2-5 - Kladení kabelů pod vodní hladinu	34
obr. 2-6 - Uspořádání kabelů	36
obr. 2-7 - Příklad průchodu do TS	41
obr. 2-8 - Příklad metody utěsnění pomocí víka se smršťovací trubici	42
obr. 2-9 - Příklad prostupu kabelu stěnou s požárním utěsněním	42
obr. 2-10 - Příklad prostupu pro více kabelu stěnou s požárním utěsněním	42
obr. 3-1 - Řez kabelem 110 kV – příklad	46
obr. 3-2 - Oboustranně uzemněné systémy (both end bonding)	49
obr. 3-3 - Jednostranně uzemněné systémy (single point bonding)	50
obr. 3-4 - Transpozice cross-bonding	51
obr. 3-5 - Uložení kabelu v normální trase v trojúhelníkové formaci	53
obr. 3-6 - Uložení kabelu v normální trase v rovinné formaci	54
obr. 3-7 - Uložení kabelu v podvrtnu s ochranou vnější chráničkou a s chráničkami jednotlivých fází	55
obr. 3-8 - Uložení kabelu v podvrtnu s ochranou jednotlivých fází chráničkami z nemagnetického materiálu	55
obr. 3-9 - Způsob uložení kabelu 110 kV do trojúhelníkové a rovinné formace	56
obr. 3-10 - Umístění optického kabelu vně pláště silového kabelu	56
obr. 3-11 - Příklad zapojení systému DTS	57
obr. 3-12 - Měření čidlem	57
obr. 3-13 - Pohled na prostup ke kabelu 110 kV do kopané trasy	61
obr. 3-14 - Řez kabelovým tunelem s uložení 110 kV	61
obr. 3-15 - Detail upevnění svazku k lávce a svazování ve vodorovné trase	62
obr. 3-16 - Detail volného upevnění kabelu ve vodorovné trase	62
obr. 3-17 - Příklad svislého uložení kabelů	62
obr. B-1 - Uložení kabelu v přechodu komunikace v trojúhelníkové formaci – přechod překopem, 3xchránička + rezervní chránička, chráničky obetonovat	65
obr. B-2 - Uložení kabelu v přechodu komunikace v rovinné formaci – přechod překopem, 3xchránička + rezervní chránička, chráničky obetonovat	65
obr. B-3 - Křížení kabelů 110 kV s potrubím (plyn, voda, kanalizace), uložení kabelu nad potrubím s ochranou jednotlivých fází chráničkami+rezervní chránička, chráničky obetonovat	66
obr. B-4 - Křížení kabelů 110 kV s potrubím (plyn, voda, kanalizace), uložení kabelu pod potrubím s ochranou jednotlivých fází chráničkami+rezervní chránička, chráničky obetonovat	67
obr. B-5 - Křížení kabelů 110 kV s teplovodem uložení kabelu pod teplovodem s ochranou jednotlivých fází chráničkami+rezervní chránička, chráničky obetonovat	68
obr. B-6 - Křížení kabelů 110 kV s teplovodem uložení kabelu nad teplovodem s ochranou jednotlivých fází chráničkami+rezervní chránička, chráničky obetonovat	69
obr. B-7 - Křížení kabelů 110 kV s železniční tratí podvrtem, řez A – chráničky z nemagnetického materiálu, řez B – společná chránička s ochranou jednotlivých fází chráničkami+rezervní chránička	70
obr. B-8 - Křížení kabelu 110 kV s vodním tokem	70
obr. B-9 - křížení k110 kV s vodním tokem	71
obr. B-10 - Nedoporučený způsob pokládky pro kabelové vedení 110 kV	72
obr. D-1 - Uložení kabelu vn v pískovém loži	76
obr. D-2 - Uložení kabelů vn v chráničce	76
obr. D-3 - Uložení kabelů vn v kabelovém žlabu	77
obr. D-4 - Uložení kabelů nn v pískovém loži	77
obr. D-5 - Uložení kabelů nn v kabelovém žlabu	77

obr. D-6 - Uložení kabelů v pískovém loži souběh vn a nn	78
obr. D-7 - Kabelový patníček pro označování kabelových sítí.....	78
obr. D-8 - Výškové označení lomového bodu křížování se železnicí	78

Seznam tabulek

tab. 2-1 - Ochranné trubky	31
tab. 2-2 - Souběhy se sdělovacím vedením	39
tab. C-1 - Doporučené dovolené ohyby.....	75
tab. C-2 - Doporučené síly při tažení	75
tab. E-1 - Doporučné velikosti chrániček	79
tab. F-1 - Porovnání vlastností konfigurace kabelů 110 kV.....	80
tab. J-1 - Porovnání vlastností způsobu uzemnění stínění kabelů 110 kV	85
tab. J-2 - Obvyklá řada průřezů vodičů kabelů 110 kV (mm ²)	85
tab. J-3 - Orientační porovnání středních hodnot zatížitelností systémů SPB, CB a BEB	85
tab. J-4 - Orientační vlivy podmínek uložení kabelů 110 kV	86

Citované a související normy doplnit

ČSN 33 0166, ed.2 Označování žil kabelů a ohebných šňůr

STN 01 8012-1 Bezpečnostné farby a značky. Časť 1: Definície a požiadavky na vyhotovenie

STN 01 8012-2 Bezpečnostné farby a značky. Časť 2: Bezpečnostné značky a značky na ochranu zdravia

ČSN ISO 3864 Bezpečnostní barvy a bezpečnostní značky (01 8010)

ČSN 03 8371 Protikoroziční ochrana v zemi uložených sdělovacích kabelů s olověnými, hliníkovými a ocelovými obaly

ČSN IEC 60050-442 Mezinárodní elektrotechnický slovník – Kapitola 442: Elektrická příslušenství (33 0050)

STN IEC 60050-442 Medzinárodný elektrotechnický slovník. Kapitola 442: Elektrické príslušenstvo

ČSN IEC 60050-461 Mezinárodní elektrotechnický slovník – Kapitola 461: Elektrické kabely (33 0050)

STN IEC 60050-461+A1 Medzinárodný elektrotechnický slovník. Kapitola 461: Elektrické káble

STN IEC 60050-461+A1 Medzinárodný elektrotechnický slovník. Kapitola 461: Elektrické káble

STN 33 2000-2 Medzinárodný elektrotechnický slovník. Kapitola 826: Elektrické inštalácie budov

ČSN IEC 60050-826 Mezinárodní elektrotechnický slovník - Část 826: Elektrické instalace (33 0050)

ČSN IEC 449 Napěťová pásma pro elektrické instalace v budovách (33 0130)

ČSN 33 0165 Elektrotechnické předpisy. Značení vodičů barvami nebo číslicemi. Prováděcí ustanovení

ČSN EN 60529 Stupně ochrany krytem (krytí - IP kód) (33 0330)

STN EN 60529 Stupne ochrany krytom (krytie - IP kód)

ČSN 33 0405 Elektrotechnické předpisy. Navrhování venkovní elektrické izolace podle stupně znečištění

STN 33 0405 Elektrotechnické predpisy. Navrhovanie vonkajšej elektrickej izolácie podľa stupňa znečistenia

ČSN 33 2000-1 ed.2 Elektrické instalace nízkého napětí - Část 1: Základní hlediska, stanovení základních charakteristik, definice

STN 33 2000-1 Elektrické inštalácie nízkeho napätia. Časť 1: Základné princípy, stanovenie všeobecných charakteristík, definície

ČSN 33 2000-4-41 ed.2 Elektrické instalace nízkého napětí - Část 4-41: Ochranná opatření pro zajištění bezpečnosti - Ochrana před úrazem elektrickým proudem

STN 33 2000-4-41 Elektrické inštalácie nízkeho napätia. Časť 4-41: Zaistenie bezpečnosti. Ochrana pred zásahom elektrickým prúdom

ČSN 33 2000-4-43 ed.2 Elektrické instalace budov - Část 4: Bezpečnost - Kapitola 43: Ochrana proti nadproudům

STN 33 2000-4-43 Elektrické inštalácie budov. Časť 4: Zaistenie bezpečnosti. Kapitola 43: Ochrana pred nadprúdom

ČSN 33 2000-4-473 Elektrotechnické předpisy. Elektrická zařízení. Část 4: Bezpečnost. Kapitola 47: Použití ochranných opatření pro zajištění bezpečnosti. Oddíl 473: Opatření k ochraně proti nadproudům

STN 33 2000-4-473 Elektrotechnické predpisy. Elektrické zariadenia. 4. časť: Bezpečnosť. Kapitola 47: Použitie ochranných opatrení na zaistenie bezpečnosti. Oddiel 473: Opatrenia na ochranu proti nadprúdom

ČSN 33 2000-5-51 ed.3 Elektrické instalace nízkého napětí - Část 5-51: Výběr a stavba elektrických zařízení - Všeobecné předpisy

STN 33 2000-5-51 Elektrické inštalácie budov. Časť 5-51: Výber a stavba elektrických zariadení. Spoločné pravidlá

ČSN 33 2000-5-52 Elektrotechnické předpisy - Elektrická zařízení - Část 5: Výběr a stavba elektrických zařízení - Kapitola 52: Výběr soustav a stavba vedení

STN 33 2000-5-52 Elektrické inštalácie budov. Časť 5: Výber a stavba elektrických zariadení. Kapitola 52: Elektrické rozvody

ČSN 33 2000-5-523 ed.2 Elektrické instalace budov - Část 5: Výběr a stavba elektrických zařízení - Oddíl 523: Dovolené proudy v elektrických rozvodech

STN 33 2000-5-523 Elektrické inštalácie budov. Časť 5: Výber a stavba elektrických zariadení. Oddiel 523: Prúdová zaťažiteľnosť elektrických rozvodov

ČSN 33 2000-5-54 ed.2 Elektrické instalace nízkého napětí - Část 5-54: Výběr a stavba elektrických zařízení - Uzemnění, ochranné vodiče a vodiče ochranného pospojování

STN 33 2000-5-54 Elektrické inštalácie nízkeho napätia. Časť 5-54: Výber a stavba elektrických zariadení. Uzemňovacie sústavy, ochranné vodiče a vodiče na ochranné pospájanie

ČSN 33 2040 Elektrotechnické předpisy. Ochrana před účinky elektromagnetického pole 50 Hz v pásmu vlivu zařízení elektrizační soustavy

STN 33 2040 Elektrotechnické predpisy. Ochrana pred účinkami elektromagnetického poľa 50 Hz v pásme vplyvu zariadenia elektrizačnej sústavy

ČSN 33 2160 Elektrotechnické předpisy. Předpisy pro ochranu sdělovacích vedení a zařízení před nebezpečnými vlivy trojfázových vedení vn, vvn a zvn

STN 33 2160 Elektrotechnické predpisy. Predpisy na ochranu oznamovacích vedení a zariadení pred nebezpečnými vplyvmi trojfázových vedení vn, vvn a zvn

ČSN 33 2312 Elektrotechnické predpisy. Elektrické zariadenia v horľavých látkach a na nich

STN 33 2312 Elektrotechnické predpisy. Elektrické zariadenia v horľavých látkach a na nich

ČSN EN 60909-0 Zkratové proudy v trojfázových střídavých soustavách - Část 0: Výpočet proudů (33 3020)

STN EN 60909-0 Skratové prúdy v trojfázových striedavých sústavách. Časť 0: Výpočet prúdov

ČSN EN 60865-1 Zkratové proudy - Výpočet účinků - Část 1: Definice a výpočetní metody (33 3040)

STN EN 60865-1 Skratové prúdy. Výpočet účinkov. Časť 1: Definície a výpočtové metódy

ČSN 33 3201 Elektrické instalace nad AC 1 kV

STN 33 3201 Elektrické inštalácie so striedavým napätím nad 1 kV

ČSN 33 3320 Elektrotechnické předpisy. Elektrické přípojky

STN 33 3320 Elektrické prípojky

ČSN EN 62305-1 Ochrana před bleskem - Část 1: Obecné principy (34 1390)

STN EN 62305-1 Ochrana pred bleskom. Časť 1: Všeobecné princípy

ČSN EN 62305-2 Ochrana před bleskem - Část 2: Řízení rizika (34 1390)

STN EN 62305-2 Ochrana pred bleskom. Časť 2: Manažérstvo rizika

ČSN EN 62305-3 Ochrana před bleskem - Část 3: Hmotné škody na stavbách a nebezpečí života (34 1390)

STN EN 62305-3 Ochrana pred bleskom. Časť 3: Ochrana stavieb a ohrozenie života

ČSN EN 62305-4 Ochrana před bleskem - Část 4: Elektrické a elektronické systémy ve stavbách (34 1390)

STN EN 62305-4 Ochrana pred bleskom. Časť 4: Elektrické a elektronické systémy v stavbách

ČSN 34 2300 Předpisy pro vnitřní rozvody sdělovacích vedení

ČSN 34 5123 Kabelářské názvoslovie

ČSN 34 7006 ed.2 Zkušební požadavky na silnoproudé kabelové soubory se jmenovitým napětím od 3,6/6 (7,2) kV do 20,8/36 (42) kV - Část 1: Kabely s vytlačně lisovanou izolací

STN 34 7006-1 Skúšobné požiadavky na káblové súbory na menovité napätie od 3,6/6 (7,2) kV do 20,8/36 (42) kV. Časť 1: Káble s vytlačanou izoláciou

STN 34 7006-2 Skúšobné požiadavky na káblové súbory na menovité napätie od 3,6/6 (7,2) kV do 20,8/36 (42) kV. Časť 2: Káble s impregnovanou papierovou izoláciou

STN 34 7605 Silnoprúdové káble s vytlačanou izoláciou a ich príslušenstvo na menovité napätia nad 36 kV ($U_m = 42$ kV) do 150 kV ($U_m = 170$ kV)

ČSN 34 7007 ed.2 Zkušební požadavky na silnoproudé kabelové soubory se jmenovitým napětím od 3,6/6 (7,2) kV do 20,8/36 (42) kV - Část 2: Kabely s impregnovanou papírovou izolací

ČSN EN 60332-1-1 Zkoušky elektrických a optických kabelů v podmínkách požáru - Část 1-1: Zkouška svislého šíření plamene pro vodiče nebo kabely s jednou izolací (34 7107)

ČSN EN 60332-1-2 Zkoušky elektrických a optických kabelů v podmínkách požáru - Část 1-2: Zkouška svislého šíření plamene pro vodiče nebo kabely malého průřezu s jednou izolací - Postup pro 1 kW směsný plamen (34 7107)

STN EN 60332-1-1 Skúšky elektrických a optických káblov v podmienkach požiaru. Časť 1-1: Skúška samostatného izolovaného vodiča alebo kábla proti vertikálnemu šíreniu plameňa. Zariadenie

STN EN 60332-2-1 Skúšky elektrických a optických káblov v podmienkach požiaru. Časť 2-1: Skúška samostatného malého izolovaného vodiča alebo kábla proti vertikálnemu šíreniu plameňa. Zariadenie

STN EN 60332-1-2 Skúšky elektrických a optických káblov v podmienkach požiaru. Časť 1-2: Skúška samostatného izolovaného vodiča alebo kábla proti vertikálnemu šíreniu plameňa. Postup pre 1 kW zmiešaný plameň

ČSN EN 60332-3-22 Zkoušky elektrických a optických kabelů v podmínkách požáru - Část 3-22: Zkouška vertikálního šíření plamene na vertikálně namontovaných svazcích vodičů nebo kabelů - Kategorie A (34 7107)

STN EN 60332-3-22 Skúšky elektrických a optovláknových káblov v podmienkach horenia. Časť 3-22: Skúška vertikálne šíreným plameňom na vertikálne uložených vodičoch alebo kábloch vo zväzkoch. Kategória A

ČSN EN 50266-2-2 Společné zkušební metody pro kabely za podmínek požáru - Zkouška vertikálního šíření plamene na vertikálně namontovaných svazcích vodičů nebo kabelů - Část 2-2: Postupy - Kategorie A (34 7113) (bude zrušena k 1.8.2012)

STN EN 50266-2-2 Spoločné metódy skúšok káblov v podmienkach požiaru. Skúška vertikálne šírením plameňom vertikálne uložených vodičov alebo káblov vo zväzkoch. Časť 2-2: Postupy. Kategória A

ČSN IEC 287-1-1 +A1 Elektrické kabely - Výpočet dovolených proudů - Část 1: Rovnice pro výpočet dovolených proudů (100% zatížitelnost) a výpočet ztrát - Oddíl 1: Všeobecně (34 7420)

ČSN IEC 287-1-2 Elektrické kabely - Výpočet dovolených proudů - Část 1: Rovnice pro výpočet dovolených proudů (100% zatížitelnost) a výpočet ztrát - Oddíl 2: Činitele pro výpočet ztrát vířivými proudy v pláštích kabelů uspořádaných ve dvou obvodech uložených vedle sebe (34 7420)

ČSN IEC 287-2-1 Elektrické kabely - Výpočet dovolených proudů - Část 2: Tepelný odpor - Oddíl 1: Výpočet tepelného odporu (34 7420)

STN 34 7605 Silnopráúdové káble s vytláčanou izoláciou a ich príslušenstvo na menovité napätia nad 36 kV ($U_m = 42$ kV) do 150 kV ($U_m = 170$ kV)

ČSN IEC 60840 Silnoproudé kabely s výtlačně lisovanou izolací a jejich kabelové soubory pro jmenovitá napětí od 30 kV ($U_m = 36$ kV) do 150 kV ($U_m = 170$ kV) - Zkušební metody a požadavky (34 7012)

ČSN EN 50423-1 Elektrická venkovní vedení s napětím nad AC 1 kV do AC 45 kV včetně - Část 1: Všeobecné požadavky - Společné specifikace (33 3301)

STN EN 50423-1 Vonkajšie elektrické vedenia so striedavým napätím nad 1 kV do 45 kV vrátane. Časť 1: Všeobecné požiadavky. Spoločné špecifikácie

ČSN 34 7402 Pokyny pro používání nn kabelů a vodičů

STN 34 7402 Pokyny na používanie harmonizovaných káblov a vodičov nn

STN 37 0606 Mechanické spájanie vodičov. Mechanické spájanie hliníkových vodičov v elektrických zariadeniach.

ČSN EN 61537 ed.2 Vedení kabelů - Systémy kabelových lávek a systémy kabelových roštů (37 0400)

STN EN 61537 Príslušenstvo káblov. Systémy káblových žľabov a systémy káblových roštov

ČSN EN 50368 Kabelové příchytky pro elektrické instalace (37 0550)

STN EN 50368 Káblové príchytky na elektrické inštalácie

ČSN EN 62271-209 Vysokonapěťová spínací a řídicí zařízení - Část 209: Kabelové koncovky pro plynem izolované kovově kryté rozváděče pro jmenovitá napětí nad 52 kV - Tekutinou izolované kabely a kabely s výtlačně lisovanou izolací - Tekutinou izolované a suché kabelové koncovky (37 0921)

STN EN 62271-209 Vysokonapätňové spínacie a riadiace zariadenia. Časť 209: Káblové pripojenia kovovo krytých spínacích zariadení izolovaných plynom na menovité napätia nad 52 kV. Káble s izoláciou tvorenou médiom a s vytláčanou izoláciou. Káblové koncovky plnené médiom a suché káblové koncovky

ČSN 37 5711 ed.2 Drážní zařízení – Křížení kabelových vedení s železničními dráhami

STN 37 5711 Križovanie káblov so železničnými dráhami

ČSN EN 45510-2-9 Pokyn pro pořizování zařízení elektráren - Část 2-9: Elektrické zařízení - Kabelové systémy (38 0210)

STN EN 45510-2-9 Predpisy na obstarávanie zariadení elektrární. Časť 2-9: Elektrické zariadenia. Sústava káblových rozvodov

ČSN 38 0810, STN 38 0810 Použití ochrany před přepětím v silových zařízeních

ČSN EN 12613 Označovací výstražné fólie z plastů pro kabely a potrubí uložené v zemi (64 6910)

STN EN 12613 Vizualne výstražné prostriedky z plastov na označovanie káblov a potrubí uložených v zemi

ČSN 73 0802 Požární bezpečnost staveb – Nevýrobní objekty

STN 73 0802 Požiarna bezpečnosť stavieb. Spoločné ustanovenia

ČSN 73 0804 Požární bezpečnost staveb – Výrobní objekty

STN 73 0804 Požiarna bezpečnosť stavieb. Výrobné objekty

ČSN 73 0810 Požární bezpečnost staveb - Společná ustanovení

ČSN EN 13501-1+ A1 Požární klasifikace stavebních výrobků a konstrukcí staveb - Část 1: Klasifikace podle výsledků zkoušek reakce na oheň (73 0860)

STN EN 13501-1+A1 Klasifikácia požiarlych charakteristik stavebných výrobkov a prvkov stavieb. Časť 1: Klasifikácia využívajúca údaje zo skúšok reakcie na oheň.

ČSN EN 13501-2+ A1 Požární klasifikace stavebních výrobků a konstrukcí staveb - Část 2: Klasifikace podle výsledků zkoušek požární odolnosti kromě vzduchotechnických zařízení (73 0860)

STN EN 13501-2+A1 Klasifikácia požiarlych charakteristik stavebných výrobkov a prvkov stavieb. Časť 2: Klasifikácia využívajúca údaje zo skúšok požiarnej odolnosti (okrem ventilačných zariadení).

ČSN EN 1366-3 Zkoušení požární odolnosti provozních instalací - Část 3: Těsnění prostupů (73 0857)

STN EN 1366-3 Skúšanie požiarnej odolnosti prevádzkových zariadení. Časť 3: Tesnenia prestupov

ČSN EN ISO 11925-2 Zkoušení reakce na oheň - Zápalnost stavebních výrobků vystavených přímému působení plamene - Část 2: Zkouška malým zdrojem plamene (73 0884)

STN EN ISO 11925-2 Skúšky reakcie na oheň. Zápalnosť stavebných výrobkov vystavených priamym pôsobeniu plameňového horenia. Časť 2: Skúška jednoplameňovým zdrojom.

ČSN 73 6005 Prostorové uspořádání sítě technického vybavení

STN 73 6005 Priestorová úprava vedení technického vybavenia

ČSN 73 6006 Výstražné fólie k identifikaci podzemních vedení technického vybavení

STN 73 6006 Označovanie podzemných vedení výstražnými fóliami

ČSN 73 6100 Názvosloví pozemních komunikací - Část 1: Základní názvosloví

STN 73 6100 Názvoslovie pozemných komunikácií

ČSN 73 6301 Projektování železničních drah

ČSN 73 7505 Sdružené trasy městských vedení technického vybavení

STN 73 7505 Kolektory a technické chodby pre združené trasy podzemných vedení

ČSN 75 2130 Křížení a souběhy vodních toků s dráhami, pozemními komunikacemi a vedeními

TNI 37 0606 Mechanické spojování hliníkových vodičů a hliníkových vodičů s měděnými vodiči

PNE 33 0000-1 ed.5 Ochrana před úrazem elektrickým proudem v distribuční soustavě dodavatele elektřiny

PNE 33 2000-1 Ochrana pred úrazom elektrickým prúdom v prenosovej a distribučnej sústave

PNE 33 0000-2 ed.4 Stanovení základních charakteristik vnějších vlivů působících na rozvodná zařízení distribuční a přenosové soustavy

PNE 33 0000-8 Navrhování a umísťování svodičů přepětí v distribučních sítích nad 1 kV do 45 kV

PNE 33 0000-9 Navrhování a umísťování svodičů přepětí v sítích 110 kV

PNE 33 3302 ed.2 Elektrická venkovní vedení s napětím do 1 kV AC

PNE 34 7625 ed.4 Kabely vn se zesíťnou PE izolací pro sítě do 35 kV

PNE 34 7659-3 Kabely plastové pro distribuční sítě o jmenovitém napětí 0,6/1 kV – Oddíl 3: Kabely s PVC izolací bez koncentrického jádra

PNE 34 7659-5 Kabely plastové pro distribuční sítě o jmenovitém napětí 0,6/1 kV – Oddíl 5: Kabely s XLPE izolací bez koncentrického jádra

PNE 34 1614 ed.2 Závěsné kabely a izolované vodiče pro venkovní vedení distribuční soustavy do 35 kV

PNE 38 2157 Kabelové kanály, podlaží a šachty

IEC 60949 Calculation of thermally permissible short-circuit currents, taking into account non-adiabatic heating effects
IEC 61443 Short-circuit temperature limits of electric cables with rated voltages above 30 kV ($U_m = 36$ kV)

Citované předpisy

Zákon o pozemních komunikacích č. 13/1997 Sb. ze dne 23.ledna 1997.

Zákon NR SR č. 315/1996 Z. z. o premávke na pozemných komunikáciach

Vyhláška ministerstva dopravy o pozemních komunikacích č. 104/1997 Sb.

Vyhláška MV SR č. 225/2004 Z. z., ktorou sa vykonávajú niektoré ustanovenia zákona NR SR o premávke na pozemných komunikáciach

Zákon o vnítrozemské plavbě č. 114/1995 Sb. ze dne 14.července 1995.

Zákon NR SR č. 338/2000 Z. z. o vnútrozemskej plavbe a o zmene a doplnení niektorých zákonov

Vyhláška ministerstva dopravy o vodních cestách č. 222/1995 Sb.

Zákon o drahách č. 266/1994 Sb. ze dne 14.prosince 1994.

Zákon NR SR č. 164/1996 Z. z. o drahách v znení neskorších predpisov

Zákon o podmínkách podnikání a výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon) č. 458/2000 Sb. ze dne 28.listopadu 2000, (aktuální plné znění 91/2005 Sb).

Zákon NR SR č. 656/2004 Z. z. o energetike a o zmene niektorých zákonov

Zákon NR SR č. 109/1998 Z. z. úplné znenie zákona č. 50/1996 Zb. O územnom plánovaní a o stavebnom poriadku (stavebný zákon)

Vypracování normy

Zpracovatel: Ing. Jiří Slaviček, PRING, s.r.o. Ing. Jan Vočko

Pracovník ONS odvětví energetiky: Ing. Jaroslav Bárta, ÚJV Řež, a.s. divize Energoprojekt
Praha

1 VŠEOBECNĚ

1.1 Platnost normy

Tato norma platí pro projektování a kladení nových či rekonstruovaných silových elektrických kabelů 1 až 110 kV v distribučních sítích, nových i rekonstruovaných, do země, i na vzduchu při zaústění do koncových stanic nebo na koncové stožáry venkovních vedení a navazuje na ČSN 33 2000-5-52 a PNE 33 3302 ed. 2 Elektrická venkovní vedení s napětím do 1 kV AC. Norma se netýká závěsných kabelů a izolovaných vodičů venkovního vedení (viz PNE 34 1614).

1.2 Terminologie

Základní terminologie týkající se elektrických kabelů je uvedena v ČSN IEC 60050-461, ČSN IEC 60050-442, ČSN IEC 60050-826, ČSN EN 50368, ČSN EN 45510-2-9, ČSN EN 61537, ČSN 34 5123, ČSN 73 7505, PNE 34 7625 a PNE 38 2157.

Pro potřeby této normy se zavádí následující termíny a definice:

Úsek kabelové trasy (*Cable route section*)

Úsek, který je po celé délce stejně vybaven.

Kabelovod (*(Underground) conduit system*)

Podzemní zařízení tvořící kabelovou trasu pro zatahování většího množství kabelů. Skládá se z tělesa kabelovodu a kabelových komor.

POZNÁMKA 1: Kabelovod povrchový má hloubku krytí menší než 600 mm, skládá se z tělesa kabelovodu a povrchových kabelových komor (kabelových jímek).

Kabelovod hloubkový má hloubku krytí 600 mm a větší, skládá se z tělesa kabelovodu a hloubkových kabelových komor.

POZNÁMKA 2: U kabelovodu z plastových vícekomorových tvarovek se někdy užívá termín multikánál.

Kabelová komora (*Cable chamber*)

Uzavřený podzemní prostor určený k vyrovnání různých hloubek uložení kabelovodů, ke změně směru kabelovodu, k odbočení kabelů a/nebo k zatahování kabelů a ukládání kabelových spojek.

POZNÁMKA 1: Komora se zhotovuje na přechodu mezi kabely uloženými v zemi nebo v kabelovodu a kolektorem nebo mezi kabelovody.

*POZNÁMKA 2: Povrchová kabelová komora, nazývaná též kabelová jímka (*Cable shaft; Cable pit*), nemá horní stranu pevně uzavřenu, je opatřena poklopem vsazeným do rámu po celém průřezu jímky (poklop jednokřídlý nebo dvoukřídlý s odnímatelnou střední příčkou).*

POZNÁMKA 3: Hloubková kabelová komora je pevně (stavebně) uzavřena ze všech stran a na horní straně je opatřena vstupním otvorem s poklopem.

Kabelová chránička (*Cable protective casing*)

Ochranné zařízení sloužící k bezpečnému uložení a ochraně kabelu(ů) proti mechanickému poškození v daném místě.

POZNÁMKA 1: Jedná se o místa se zvýšeným rizikem mechanického poškození, které je způsobeno provozem technických zařízení nebo jinou činností při obsluze a údržbě zařízení (např. místo křížování nebo souběhu s jiným vedením nebo komunikací, místo bez možnosti dosáhnout stanoveného nejmenšího krytí, průchod stavební konstrukcí).

POZNÁMKA 2: U podzemní kabelové trasy přechází kabelová chránička přímo do terénu, ukončení komorami je výjimečné.

Kabelová rýha (*Cable trench*)

Upravený výkop pro uložení podzemního kabelového vedení a jeho součástí.

Společná kabelová rýha (*Common cable trench*)

Upravený výkop pro uložení několika podzemních kabelových vedení a jejich součástí.

Kabelový prostor

Stavebně ohraničený prostor určený pro ukládání kabelových vedení a umožňující vstup osob.

Kabelový kanál (*Cable channel*)

Stavebně ohraničený prostor liniového charakteru, vodorovný nebo šikmý s úhlem sklonu do 45° (včetně), který je určený pro uložení elektrických kabelů a izolovaných vodičů.

Prosátá zemina

Třída zeminy 1 – 3 s oblázky do průměru 16 mm, kromě jílu.

1.3 Základní požadavky

1.3.1 Přístupnost, možnost zkoušení.

Koncovky kabelů musí být uloženy tak, aby je po dohotovení bylo možno elektricky zkoušet a byl k nim zajištěn přístup za účelem provádění údržby vedení (prohlídky, dotahování šroubových spojů apod.).

1.3.2 Bezpečnost vůči okolí.

Kabely svým uložením, volbou konstrukce, typu či instalačního materiálu apod. nesmí způsobit nebezpečí osobám a zvířatům nebo věcem. Musí být umístěny tak, aby nepřekážely při obvyklém používání prostoru. Jsou-li vystaveny nebezpečí mechanického poškození, musí být uložení kabelů provedeno s ohledem na toto prostředí nebo chráněno.

1.3.3 Přehlednost.

Vedení mají být uložena a provedena přehledně, aby byla co nejkratší a aby se křížovala co nejméně. Vedení se mají klást přímočaře.

1.4 Vnější vlivy a prostředí.

1.4.1 Okolní teplota.

Kabely musí být dimenzovány tak, aby nejvyšší dovolená teplota jednotlivých komponentů kabelu při normálním provozu ani nejvyšší dovolená teplota při zkratu nebyly překročeny vlivem nejvyšší okolní teploty. Vlivy vnějšího prostředí se posuzují podle ČSN 33 2000-5-51 a PNE 33 0000-2.

1.4.2 Vnější zdroje oteplení.

Teplo od vnějších zdrojů může působit vedením, prouděním nebo zářením. Zdrojem tepla mohou být zejména teplovodní systémy nebo jiné kabelové systémy v souběhu nebo v křížení, dále také sluneční záření, kabely mohou být oteplovány přímo nebo nepřímo z okolí zdrojů tepla materiály nebo médii, která vedou teplo.

Pro ochranu před vnějším teplem se použije buď dostatečná vzdálenost od zdroje tepla nebo tepelné stínění nebo místní zvýšení tepelné izolace.

K zamezení působení tepla z vnějších tepelných zdrojů, musí být k ochraně systému vedení použit jeden nebo více z následujících způsobů nebo jiný způsob se stejným účinkem:

- zastínění;
- umístění v dostatečné vzdálenosti od zdroje tepla;
- volba systému vedení s ohledem na možné zvýšení teploty;
- místní zesílení izolace nebo záměna izolačního materiálu;

nebo:

- větrání prostoru s vedením;
- chlazení vedení.

POZNÁMKA - Teplo může být přivedeno zářením (radiací) vodivým spojením (kondukcí) nebo prouděním (konvekci) z následujících vnějších zdrojů:

- z horkovodních systémů,
- provozních spotřebičů a svítidel,
- z výrobních procesů,
- z materiálů, které vedou teplo,
- z vlivu slunečního tepla nebo z okolního prostředí na systém vedení.

Způsoby kladení vedení se musí vybírat s ohledem na nejvyšší nebo nejnižší možnou teplotu okolí a musí zajistit, aby nebyla překročena nejvyšší dovolená provozní teplota.

Rovněž se musí zajistit, aby nebyla překročena nejvyšší dovolená teplota jader vodičů a kabelů při normálním provozu.

Součásti systému vedení včetně vodičů a kabelů a jejich příslušenství musí být kladeny při teplotě, jejíž meze jsou stanoveny v normách příslušného výrobku nebo v údajích uváděných výrobcem.

Jsou-li do stejného krytu instalovány kabely pro různé jmenovité teploty, je jmenovitá teplota kabelového systému dána nejnižší jmenovitou teplotou kabelu.

1.4.3 Voda nebo vysoká vlhkost.

U přechodů z prostorů s nepříznivým působením vnějších vlivů, jako jsou atmosférické vlivy, se musí stanovit klasifikace prostředí (viz ČSN 33 2000-5-51 a PNE 33 0000-2). Při významném působení vody musí být utěsnění a systémy vedení chráněny proti pronikání vody podél systému vedení nebo proti jejímu hromadění kolem těsnění, není-li materiál použitý k těsnění po ukončení montáže zcela odolný proti vlhkosti.

Vedení musí být zvoleno a kladeno tak, aby nemohlo být poškozeno průsakem vody.

POZNÁMKA - Neporušené izolace plášťů kabelů pro pevné instalace mohou být obecně považovány za odolné proti vniknutí vlhkosti. Na kabely, které jsou často vystaveny střikající vodě, ponořování nebo stálému ponoření, platí zvláštní požadavky.

Může-li se v systémech vedení hromadit nebo kondenzovat voda, musí být provedeno opatření k jejímu odvedení.

1.4.4 Cizí tělesa nebo prašnost.

Výběr a stavba systémů vedení musí být provedeny tak, aby se minimalizovalo nebezpečí, které by mohlo být způsobeno proniknutím cizích pevných částí.

Na značně prašných místech musí být provedena doplňující opatření proti hromadění prachu nebo jiných částic v množství, které by mohlo nepříznivě ovlivnit rozptyl tepla ze systému vedení.

POZNÁMKA - Může být požadován takový systém vedení, který usnadňuje odstraňování prachu (AE1 až AE6 PNE 33 0000-2).

1.4.5 Ochrana proti korozi a znečištění.

Kabely musí být chráněny proti látkám (včetně vody nebo vlhkosti) způsobujícím znečištění nebo korozi. Ochranu lze provést páskami, nebo nátěry, vhodnost opatření musí být konzultována s výrobcem kabelu.

Není-li provedeno zvláštní opatření, které zamezuje působení elektrolytického jevu, nesmí být ve společném styku s kovy, které jej způsobují.

Materiály, které mohou způsobit vzájemné, nebo jednotlivé zhoršení, nebo nebezpečné zhoršení vlastností, se nesmí vzájemně dotýkat.

1.4.6 Ochrana proti mechanickým poškozením

Je-li kabelové vedení vystaveno nebezpečí mechanického poškození, musí se chránit polohou, krytem, odlehčením apod., nebo je nutné volit kabel vhodné konstrukce podle příslušných předmětových norem ČSN a PNE.

- V pevných instalacích, ve kterých se mohou projevit střední nebo silné rázy, musí být ochrana zajištěna následovně: odpovídajícími mechanickými charakteristikami systému vedení; nebo
- volbou umístění; nebo
- provedením doplňkové místní nebo celkové mechanické ochrany; nebo
- libovolnou kombinací výše uvedených způsobů.

1.4.7 Ochrana proti vibracím.

Systém vedení, který je podepřen konstrukcí nebo upevněn ke konstrukci zařízení, které je vystaveno středním nebo silným vibracím (AH1 až AH3 PNE 33 0000-2), musí být pro takové podmínky uzpůsoben, zejména pokud jde o kabely a kabelové spojky.

POZNÁMKA - Zvláštní pozornost musí být věnována spojům k vibrujícímu zařízení. V určitých místech musí být použity např. pružné systémy vedení.

1.4.8 Výskyt živočichů

POZNÁMKA - Viz též 321.9 ČSN 33 2000-5-51, označení AL1 až AL2.

Mohou-li podmínky ověřené praxí nebo očekávané podmínky způsobit ohrožení kabelových vedení živočichy, musí být zvolen vhodný systém vedení nebo přijata zvláštní ochranná opatření, např.:

- odpovídající mechanické charakteristiky systému vedení; nebo
- výběr umístění; nebo
- zajištění dodatečné místní nebo celkové mechanické ochrany; nebo
- libovolná kombinace výše uvedených opatření.

1.4.9 Sluneční záření

POZNÁMKA - Viz též 321.11 ČSN 33 2000-5-51 označení AN1 až AN3.

Je-li v daném místě zjištěno nebo očekáváno střední sluneční záření, musí být vybrán a proveden takový systém vedení, který vyhovuje daným podmínkám nebo musí být provedeno vhodné zastínění.

1.4.10 Seizmické účinky

POZNÁMKA - Viz též 321.12 ČSN 33 2000-5-51, označení AP1 až AP4.

- I. Výběr a stavba systému vedení musí být provedené s ohledem na seizmické nebezpečí místa instalace.
- II. V místech se zjištěnou nízkou nebo vyšší třídou seizmického nebezpečí, musí být věnována zvláštní pozornost:
 - upevnění systémů vedení ke konstrukci budovy,
 - spojení mezi pevným vedením a všemi prvky důležitých zařízení, jako jsou zařízení pro případ nouze, musí být zvolena z hlediska jejich poddajnosti.

1.4.11 Provedení budov

POZNÁMKA - Viz též 323.2 ČSN 33 2000-5-51, označení CB1 až CB4.

- I. Kde může vzniknout nebezpečí způsobené posunem budov, musí kabelové podpěry a použitý ochranný systém umožnit relativní pohyb, který nesmí způsobit nadměrné mechanické namáhání vodičů a kabelů.
- II. Pro poddajné a nestabilní konstrukce musí být použit poddajný systém vedení.

1.5 Ochrana před úrazem elektrickým proudem

Ochrana neživých částí (kovových trubek, kovových obalů, kovových úložných konstrukcí apod.) před úrazem elektrickým proudem a nebezpečným dotykovým napětím se provádí podle PNE 33 0000-1.

1.6 Spojování a připojování vodičů

Vodiče (holé vodiče a jádra izolovaných vodičů) se spojují, připojují a odbočují pájením, svařováním, šroubováním, lisováním nebo jiným rovnocenným způsobem. Spoje musí být provedeny tak, aby jejich přechodový odpor byl trvale co nejmenší.

POZNÁMKA - Podrobné pokyny o mechanickém spojování hliníkových vodičů jsou v TNI 37 0606.

Pro pájení a svařování se nesmí používat látek, způsobujících korozi vodičů.

U spojů vodičů v prostředích, kde je nebezpečí vzniku koroze, musí se buď:

- kovy volit v takové kombinaci, aby při instalaci vodičů nenastala koroze, nebo
- zamezit přístup korozivních činitelů (uzavřením, trvanlivým zalitím apod.).

Spoje mezi vodiči a dalším zařízením musí zajistit trvalé elektrické propojení a vhodnou mechanickou pevnost a ochranu.

Všechny spoje musí být přístupné k provádění kontroly, zkoušek a údržby, kromě následujících případů:

- spojů uložených v zemi;
- spojů zalitých zalévací směsí a spojů zapouzdřených;
- spojů mezi chladnou částí a topným prvkem, např. u topení vestavěného ve strozech, podlahách a v topných systémech.

V trubkách a v podobném úložném materiálu se vodiče nikdy nesmí spojovat.

Spoje vodičů vedení na izolátorech musí být zajištěny tak, aby se nemohly poškodit nebo uvolnit.

Spoje vodičů ostatních druhů vedení musí být odlehčeny od tahu. Toto platí i pro připojení vodičů ke svorkám.

1.7 Kabelové soubory

Kabelové soubory slouží k ukončování a spojování kabelů a vodičů.

1.7.1 Kabelové soubory nn a vn

Pro zkoušení kabelových armatur platí ČSN 34 7006, ČSN 34 7007 a ČSN IEC 60840.

1.7.2 Kabelové soubory 110 kV

Použitý typ souborů, koncovek a komponentů (zejména deflektoru pro řízení elektrického pole) spojek musí být pro příslušný typ kabelu testován a schválen výrobcem kabelů podle ČSN IEC 60840.

1.7.2.1 Kabelové koncovky 110 kV

1.7.2.1.1 Venkovní koncovky

Venkovní koncovky se používají pro přechod na venkovní vedení, izolační těleso se vyrábí z kompozitních materiálů nebo z porcelánu, jsou plněny izolačním olejem nebo jsou suché.

Koncovky pro přechod na venkovní vedení (kompozit i porcelán) jsou konstruovány a zkoušeny dle ČSN IEC 60840.

Zadavatel pro dodávku koncovky určí podle lokálního stupně znečištění ovzduší požadavek na minimální měrnou povrchovou dráhu izolace koncovky podle ČSN 33 0405.

1.7.2.1.2 Vnitřní koncovky

Vnitřní koncovky se používají pro ukončení kabelů v plynu (SF₆) izolovaných rozvaděčích (GIS) nebo v transformátorech, izolační těleso se vyrábí z kompozitních materiálů nebo z porcelánu, jsou plněny izolačním olejem nebo jsou suché.

Doporučuje se používat suché konektorové koncovky (plug-in) s možností rychlého odpojení kabelů.

Koncovky GIS jsou konstruovány a zkoušeny dle ČSN IEC 62271-209 a ČSN IEC 60840

Koncovky pro transformátory podle ČSN IEC 60840.

1.7.2.2 Kabelové spojky 110 kV

Kabelové spojky se používají pro spojování kabelových úseků (výrobních délek), případně pro vyvedení stínění kabelu pro uzemnění nebo transpozici.

Spojky musí vedle základní funkce spojení kabelů splňovat i funkci ochrany před vniknutím vody a mechanickou ochranu celé spojky a ve vnitřních prostorech i funkci ochrany před šířením plamene. Tato ochrana musí mít stejné a nebo lepší parametry jako ochrana kabelu.

Spojky musí také umožnit bezpečné vyvedení stínění, je-li požadováno. Spojky jsou vyráběny jako navinované a prefabrikované. Doporučuje se používat prefabrikované koncovky, s komponenty vyzkoušenými u výrobce.

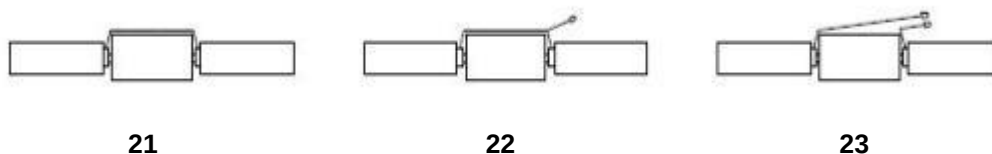
Zadavatel může určit podle lokálních poměrů trasy typ mechanické ochrany spojek:

- smršťovací plášť,
- HDPE box,
- měděná trubka se smršťovacím pouzdrem,
- ocelová trubka s HDPE boxem

1.7.2.2.1 Typy spojek

- průběžné spojky s propojeným stíněním obr. 1-1 -21.
- spojky pro uzemnění stínění, stínění propojeno a vyvedeno ze spojky obr. 1-1 – 22.
- spojky pro transpozici (cross-bonding) s oddělenými stíněními vyvedenými kabely ze spojky obr. 1-1– 23.

obr. 1-1 - Typy spojek



Hlavní částí prefabrikované spojky je silikonový izolační díl, který obsahuje i elektrody pro řízení elektrického pole. Velká výhoda této spojky je v tom, že se dá vyzkoušet ve výrobním závodě. Montáž prefabrikované spojky je mnohem jednodušší a není tolik náchylná k montážním chybám. Kabelové spojky mají kromě funkce spojení kabelu i funkci ochrany před vniknutím vody. Dále spojky musí umožňovat bezpečné vyvedení stínění ať už pro jeho uzemnění tak pro transpozici s výjimkou přímých spojek (bez vyvedeného uzemnění).

1.7.2.3 Ostatní zařízení

Zemnicí skříňky

Zemnicí skříňky slouží k uzemnění kovového stínění plášťů kabelů 110 kV.

Výběr se provádí dle způsobu uzemnění kabelového stínění a typu kabelových koncovek. V zásadě jsou se svodiči přepětí a bez nich, jedнопólové a třípólové.

Volba jedнопólové/třípólové zemnicí skříňky se provádí s ohledem na vzdálenost koncovek jednotlivých fází od sebe. Obecným pravidlem je použít jedнопólové pro venkovní koncovky a třípólové pro GIS/TRF koncovky.

Zemní skřínky pro venkovní koncovky

- 1) Jednopolová bez svodičů přepětí - pro přímé uzemnění kabelového stínění u venkovní koncovky
- 2) Jednopolová se svodičem přepětí - pro připojení kabelového stínění na zem přes integrovaný svodič přepětí

Zemní skřínky pro GIS a transformátory

- 1) Třípólová bez svodičů přepětí - pro přímé uzemnění kabelových stínění u GIS/TRF koncovek
- 2) Třípólová se svodiči přepětí - pro připojení kabelových stínění na zem přes integrované svodiče přepětí

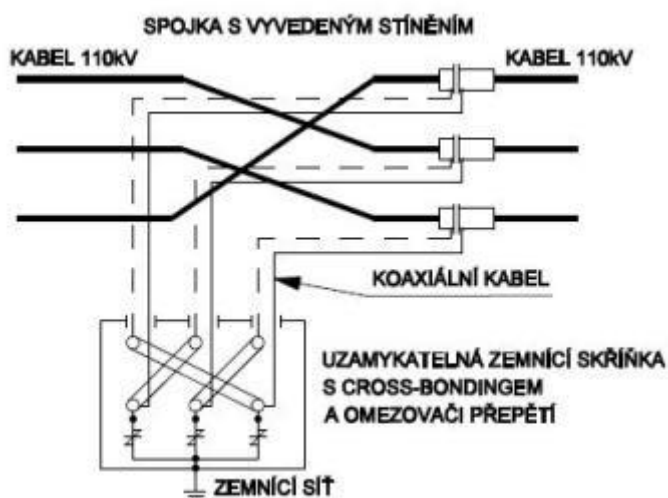
Zemní skřínky pro spojky

- 1) Třípólová bez svodičů přepětí - pro přímé uzemnění kabelových stínění
- 2) Skříňka pro "cross-bonding" - pro transpozici kabelových stínění mezi jednotlivými kabelovými úseky a jejich uzemnění přes integrované svodiče přepětí

obr. 1-2 - Příklad koncovka s přímým uzemněním stínění



obr. 1-3 - Příklad spojka s cross-bondingem a omezovači přepětí

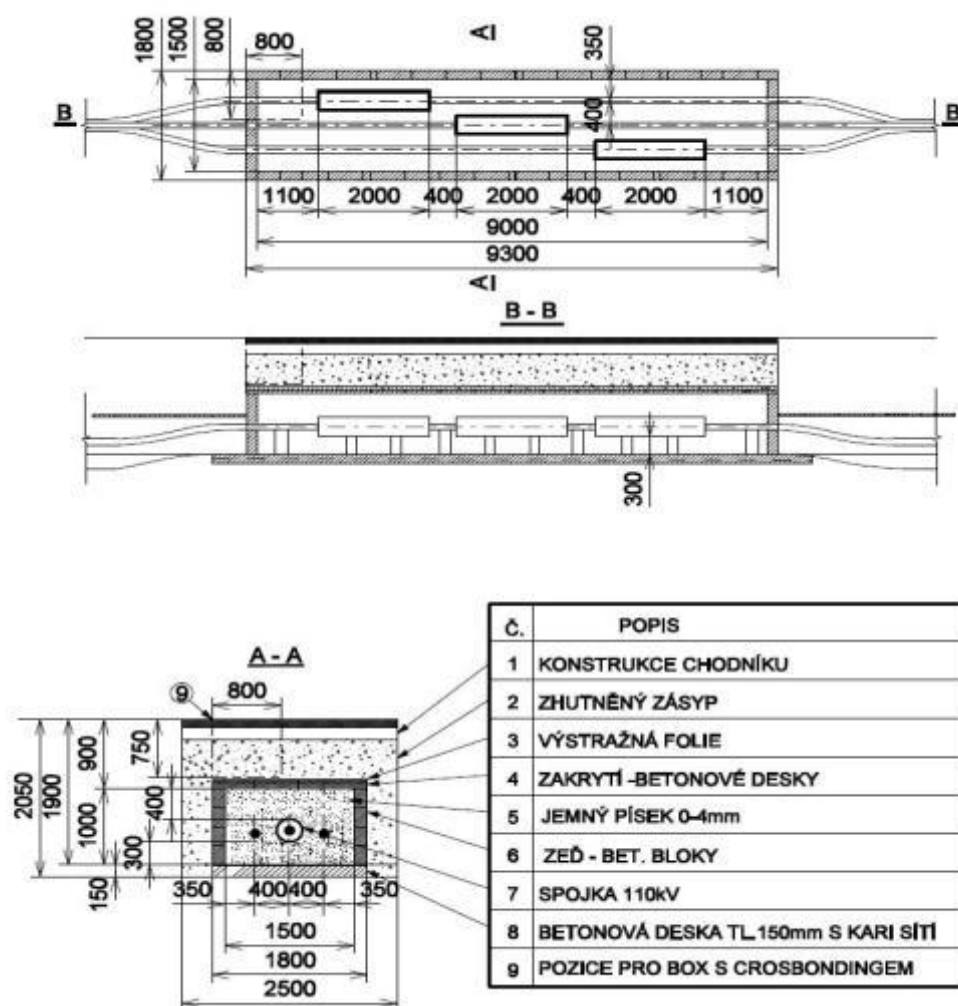


1.7.3 Spojkoviště pro kabel 110 kV

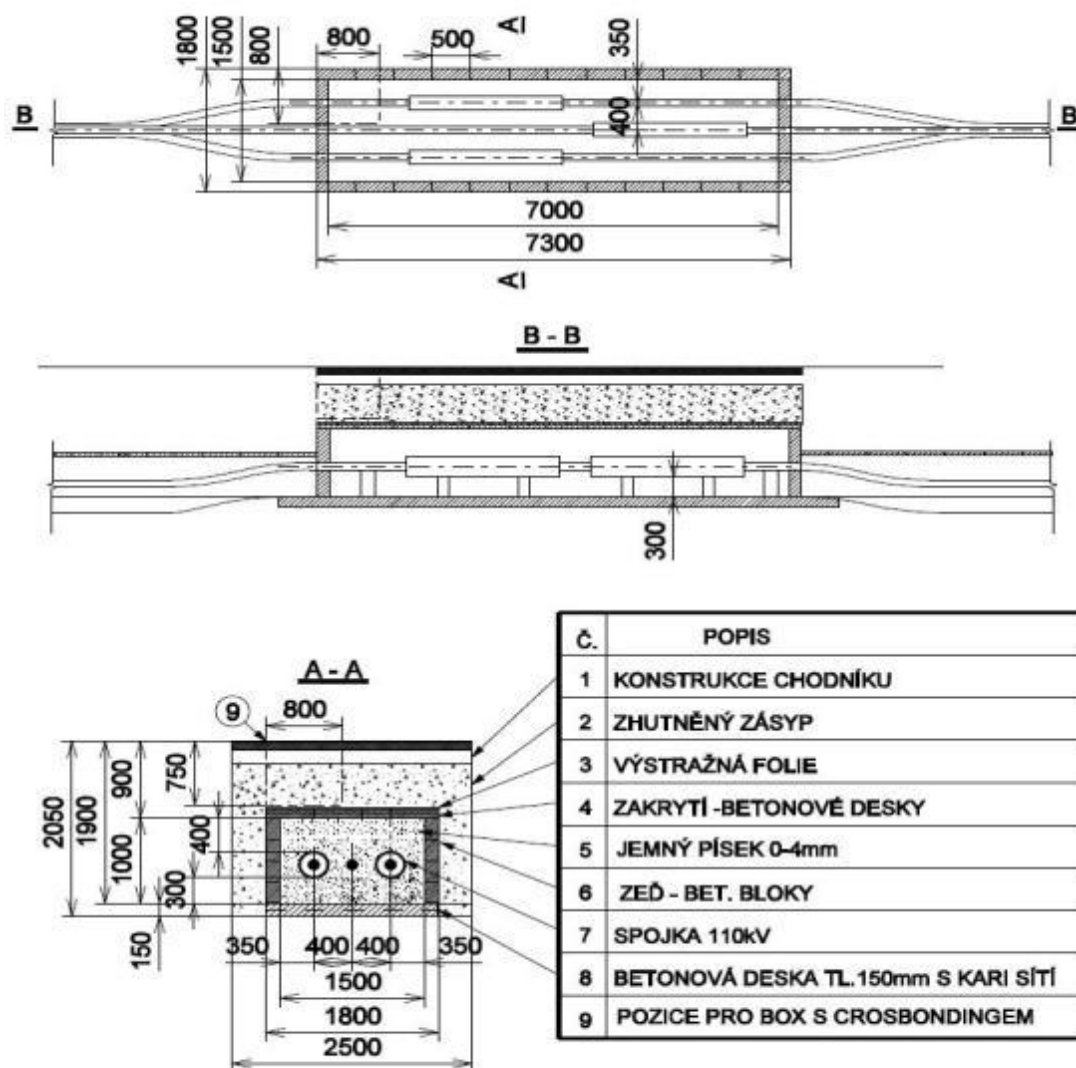
Spojkoviště pro kabely 110 kV slouží k ochraně spojek.

Spojkoviště musí být navrženo tak, aby byla umožněna montáž spojek a zároveň zajistit bezpečnou mechanickou ochranu spojek při provozu kabelu. Pro spojkoviště se vybuduje rovná betonová deska vyztužená kari sítí. Spojky mohou být prováděny za sebou nebo vedle sebe podle místních podmínek. Spojkoviště je ze stran ochráněno vnější ochrannou zdí z vhodného materiálu pro uložení do země. Po provedené montáži spojek je spojkoviště zapískováno a zakryto dvěma vrstvami krycích betonových desek a ochrannou folií. V případě spojek s cross-bondingem je možné umístit box na CB v rohu nad spojkovištěm.

obr. 1-4 - Příklad optimálního řešení spojkoviště pro kabely 110 kV spojky za sebou



obr. 1-5 - Příklad optimálního řešení spojovacího řešení pro kabely 110 kV spojky vedle sebe



2 KABELY DO 35 KV

2.1 Elektrické požadavky

2.1.1 Napětí

Kabely se nesmí používat na napětí vyšší než je jejich maximální (nejvyšší) napětí. Je uvedeno pro kabely nn v PNE 34 7659-3 a PNE 34 7659-5. Nejvyšší napětí pro kabely vn jsou uvedeny v PNE 34 7625.

2.1.2 Proudové obvody

Samostatné proudové obvody pro distribuční soustavu.

Elektrické rozvody se mají dělit na samostatné proudové obvody. Počet obvodů se volí podle důležitosti jednotlivých úseků rozvodu. Proudový obvod je část elektrického rozvodu se samostatným jištěním. Proudové obvody mohou být střídavé, jednofázové nebo třífázové a to,

trojvodičové (vn), čtyřvodičové (nn), popř. samostatné proudové obvody musí mít plný počet vodičů potřebných pro funkci připojovaných zařízení a pro ochranu před úrazem elektrickým proudem (nebezpečným dotykem) za normálního provozu i v případě poruchy (živých i neživých částí).

2.1.3 Použití kovových plášťů

Kovových plášťů, kovových stínění nebo pancířů kabelů se nesmí používat k vedení proudu. Toto neplatí pro kabely do napětí 1 kV zvláštní konstrukce, u kterých je plášť (uvažovaný) vyrobený jako PEN žíla (kabel s koncentrickým jádrem).

Stínění kabelů se uzemní na obou koncích. Je-li třeba omezit indukovaný proud v stínění, postupuje se podle ČSN 33 3201, čl. 9.3.3.

2.1.4 Zpětné vedení proudu

Kovových trubek ani kovových plášťů trubek a taktéž země se nesmí používat na zpětné vedení proudu. Na zpětné vedení se musí použít vodič, který je nebo může být uzemněn.

2.1.5 PEN vodič

PEN vodič musí být vždy kladen ve společném obložení s vodiči fázovými, popř. v jejich těsné blízkosti.

2.1.6 Typy kabelů a izolace

2.1.6.1 Nová kabelová vedení

Pro nově budovaná kabelová vedení a opravy vedení všech napětí se použijí výhradně kabely s plastovou (syntetickou) izolací. Technické parametry kabelů nn jsou uvedeny v PNE 34 7659-3 a 5 a pro kabely vn v PNE 34 7625.

2.1.6.2 Opravy kabelového vedení VN po poruchách

Pro opravy kabelového vedení vn po poruchách se doporučuje pro vložené krátké úseky používat vždy kabely se syntetickou XLPE izolací; to samé platí pro opravy kabelů s napuštěnou papírovou izolací.

Po opravě je třeba provést provozní zkoušku dle PNE 34 7626 včetně diagnostického měření.

2.2 Kladení kabelů do země

Použití, uložení a kladení

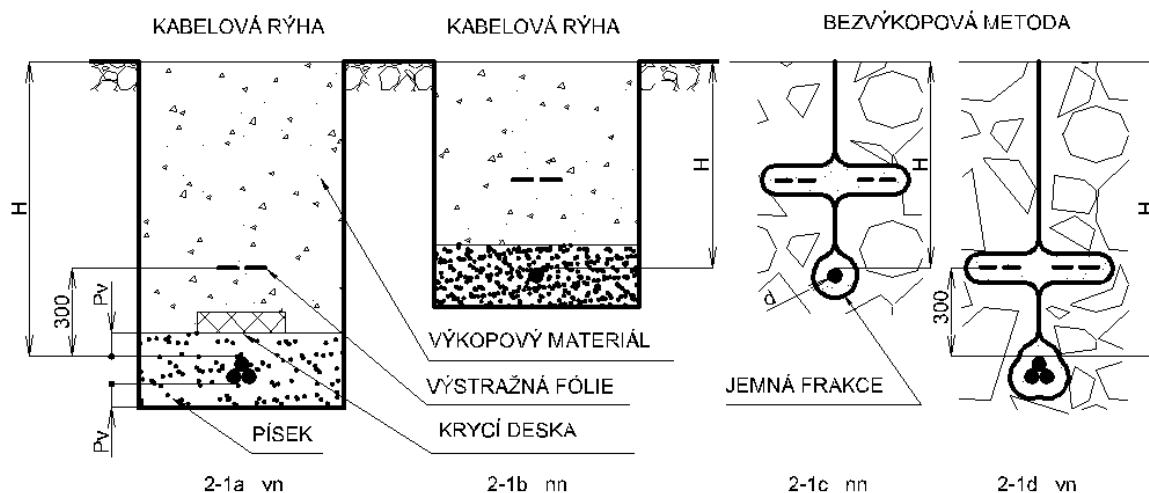
Druh kabelu se musí volit se zřetelem k prostředí a způsobu uložení, zatěžování, elektromagnetické kompatibilitě a nebezpečným vlivům ostatních vedení. Pokyny pro použití a uložení, týkající se teploty při kladení, úpravy konců a ohybů kabelů, jsou uvedeny v normě pro daný kabel (viz např. ČSN 34 7402). Prochází-li kabel bez přerušení různými prostředím, popř. různými prostory, volí se druh kabelu podle nejnepříznivějšího místa, nebo se kabel v takovém místě vhodně chrání.

Kabely lze klást na rovný podklad, kabelové lávky, rošty, stěny, konstrukce, pod omítku, do kabelových kanálů, kolektorů, do trub, do země apod. Přitom je nutno dbát, aby prostředí, v němž jsou uloženy, nepůsobilo nepříznivě na kabel.

2.2.1 Hloubky krytí

Kabely se musí ukládat do země v hloubkách nejméně podle tab. A-1. Příloha A.obr. 2-1. Vzhledem k ostatním trasám sítí technického vybavení musí v hranicích měst a obcí uložení kabelů odpovídat ČSN 73 6005.

obr. 2-1 - Řezy kabelovou rýhou (2-1a až 2-1d)



H = hloubka uložení

V = hloubka výkopu rýhy = $H + d + P_v$

P_v = písková vrstva 80 mm do 35 kV včetně

p = pískové lože = $d + 2 P_v$

d = vnější průměr kabelu

POZNÁMKA - Hloubkou uložení kabelu v zemi (H) se rozumí svislá vzdálenost horní části vnějšího obvodu kabelu od povrchu terénu trasy kabelového vedení, např. chodníku, cesty, jiné komunikace, dále půdní plochy s přihlédnutím ke způsobu jejího obdělávání. Půdními plochami se rozumí pole, zahrady apod.

Sdělovací kabely a kabely řídicích a zvláštních obvodů se kladou obvykle ve stejné trase (rýze) se silovými kabely.

Kde nelze dosáhnout hloubek podle tabulky 2-1 a v místech, kde je zvýšené nebezpečí mechanického poškození, je nutno kabely opatřit mechanickou ochranou (rourami, žlaby, apod.). Takové případy se vyskytují například při vstupu kabelů do budov, při obcházení nebo přecházení konstrukcí v zemi, při křížování s komunikací apod.

2.2.2 Kabelové lože, uspořádání kabelů, případně ukládání pluhováním

2.2.2.1 Kabely ve výkopu

Do výkopu se kabely kladou na vrstvu jemnozrnného písku o tloušťce nejméně 80 mm.

Po položení se kabely zasypou pískovou vrstvou stejné tloušťky. Tato tloušťka se měří od obvodu (povrchu) kabelu.

Kabely do 1 kV v trasách, kde nemohou být mechanicky poškozeny (např. poježděním těžšími vozidly apod.), se mohou klást do země bez mechanické ochrany dle obr. 2-1b. Výstražná fólie může být nahrazena mechanickou ochranou z PVC desek položenou na pískovém loži.

Kabely vn se musí pokrýt krycími deskami betonovými, plastovými apod. podle obrázku 2-1a. Toto krytí musí překrývat kabel, popř. více vedle sebe položených kabelů, nejméně o 40 mm od krajního vodiče. To samé platí pro ukládání sdělovacích kabelů pro dispečerské řízení.

Ve všech případech uložení kabelového vedení do 35 kV, včetně uložení do ochranných konstrukcí, má být nad kabelovým vedením položena výstražná fólie s přesahem minimálně 40 mm od krajního kabelu.

Kabely se nesmí klást do země v půdách obsahujících soli a kyseliny, v půdách s hniječnými látkami a v některých půdách písčitých nebo kamenitých. V takových případech se doporučuje kabely uložit do kanálů, tunelů, trub, nebo jinak vhodně chránit před mechanickým a chemickým působením, popřípadě použít kabelů odolávajících vlivům tohoto prostředí. Výkop se nesmí zasypat popelem nebo podobným materiálem.

2.2.2.2 Vzdálenosti kabelů od stavebních objektů a jiných souběžných vedení

Vzdálenost prvního (krajního) kabelu od stavebního objektu má být aspoň 600 mm. V trasách vedených podél budov, jež mají podlaží pod úrovní terénu (chodníku), může být vzdálenost prvního kabelu do napětí 10 kV menší, nejméně však 300 mm - (úzký chodník, zúžení trasy apod.).

2.2.2.3 Výstražná fólie

Provedení a způsob polohy fólie v trase je v ČSN 73 6006.

Mechanické vlastnosti a odolnost výstražné fólie má vyhovovat podmínkám ČSN EN 12 613.

Šířka výstražné fólie má být s přesahem na obě strany od krajního vodiče minimálně 40 mm.

Hloubka uložení výstražné fólie

Výstražná fólie se pokládá nejméně 200 mm nad chráněným vedením technického vybavení. Nejmenší hloubka uložení výstražné fólie pod povrchem terénu je 200 mm a v případě mělkého uložení nn kabelů v chodníku pouze 150 mm.

2.2.2.4 Bezvýkopová metoda pluhováním viz Příloha L

2.2.2.5 Označování kabelů v trase

Doporučuje se položené kabely vn opatřit v průběhu trasy (v kanálech, na lávkách apod.) trvanlivým označením ve vhodných vzdálenostech (asi 20 m); musí se však vždy označit v místech, kde se kabely křížují a odbočují, a na obou koncích. Na ně se vyznačí měsíc a rok montáže, napětí a druh kabelu a směry kabelu (název vedení, elektrické stanice ve zkratkách).

Při uložení v zemi se doporučuje označovat v zastavěném území ve vzdálenostech cca 3,0 m.

Položené kabely nn, řídicích, sdělovacích a zvláštních obvodů se označují jen na obou koncích kabelů.

Žíly vodičů a kabelů v sítích TN-C se značí barvou dle ČSN 33 0165, ČSN 33 0166, ed.2.

2.2.3 Souběh a křížování kabelů v zemi

2.2.3.1 Ve výkopu

Je-li v témže výkopu (trase) více silových kabelů vedle sebe nebo nad (pod) sebou, musí být mezi nimi ve všech směrech mezery podle tab. A-2 - Vzdálenosti kabelů v zemi vedle sebe mimo zastavěná území

Vzdálenosti podle tab. A-2 neplatí pro sdělovací kabely spojové, na které se vztahuje ČSN EN 50423-1

Pro kabely v zastavěných územích platí ČSN 73 6005. Dovolené proudové zatížení takto uložených kabelů se stanoví pomocí příslušného přepočítacího součinitele podle ČSN 33 2000-5-523 ed 2.

Vzdálenosti - mezery (obvyklé) mezi souběžnými kabely vn do 35 kV podle tab. A-2 lze v nutných případech zmenšit, je-li mezi kabely vložena svislá přepážka dostatečně mechanicky pevná a odpovídající z hlediska účinku elektrického oblouku. Doporučuje se minimální mezera 40 mm. U kabelů do 1 kV se tyto svislé přepážky nedávají a kabely se mohou klást i těsně vedle sebe, nad (pod) sebou.

Kabely se kladou přednostně v celé trase vedle sebe. Tam kde toto uložení není možné, kabel lze klást nad nebo pod sebou.

V takových případech se kabely, resp. jednotlivé polohy - vrstvy kabelů oddělují nehořlavými mechanicky pevnými vodorovnými oblouky odolnými přepážkami (cihly, betonové desky, apod.). Přitom je nutno dodržet aspoň obvyklé vzdálenosti - mezery mezi jednotlivými polohami - vrstvami podle A-2

Vodorovné přepážky mezi kabely nn se nepoužívají. Přepážka se však použije mezi polohami kabelů nn a kabelů vn.

Při uspořádání kabelů ve vrstvách nad (pod) sebou se uplatňuje zásada, aby kabely vyššího napětí byly dole, nižšího nahoře.

Proudová zatížitelnost takto uložených kabelů se určuje podle ČSN 33 2000-5-523 ed 2.

POZNÁMKA - Kladení kabelů v zemi se vrstvách nad (pod) sebou je z hlediska výstavby, provozu, údržby a obnovy technicky nevýhodné a finančně nákladné. Použije se skutečně jen v nevyhnutelných případech, není-li možnost jiného způsobu uložení kabelů.

Při křížování musí být kabely od sebe odděleny přepážkou z hlediska účinku elektrického oblouku. Pro křížování kabelů mezi sebou platí pro nejmenší mezery táž ustanovení jako pro souběh.

Kabely do 1 kV se mohou křížovat i bez mezer.

Při křížování se zemním vedením hromosvodu musí být kabel uložen nad tímto vedením a v místě křížování od něho vzdálen alespoň 500 mm. Další podrobnosti - ČSN EN 62305 -1 až 4.

2.2.4 Ochrana před mechanickým poškozením

Druh kabelu se volí podle kategorie, povahy a stupně vnějšího vlivu a zejména podle povahy a stupně nebezpečí mechanického namáhání. Mechanické namáhání konstrukce, ve které je kabel uložen se nesmí přenést na kabel. Při zvýšeném mechanickém namáhání se musí kabely chránit uložením do chrániček (plastové roury a žlaby, betonové žlaby) nebo uložit do kabelových kanálů, obezdít apod.

Výstup z chrániček (rour, žlabů) musí být proveden tak, aby se kabel nepoškodil, zejména nepřeskřípl.

Kabelová vedení nn i vn vedoucích po stěně objektu či podpěrném stožáru chráníme před mechanickým poškozením (plastovými kabelovými žlaby, ocelovými žlaby, apod.) do výšky 2,5 m nad terénem. Nechráněný kabel je tak mimo dosah.

2.2.4.1 Požadavky na odolnost vůči ohni

Ocelové a betonové ochranné konstrukce splňují podmínku na nehořlavost.

Plastové ochranné konstrukce musí dle ČSN EN 13501-1+A1 splňovat podmínku pro zařazení do třídy reakce na oheň dle daného prostředí.

V případě nehody, například požáru nesmí plastové ochranné konstrukce vylučovat toxické látky, ani plyny v míře zdraví škodlivé.

V případě ochrany kabelů uložených v zemi se s odolností vůči ohni neuvažuje.

2.2.4.2 Životní prostředí

Ochranné konstrukce svým použitím nesmí poškozovat životní prostředí. Použitý materiál musí být plně recyklovatelný.

2.2.4.3 Jedno a vícekomorové ochranné konstrukce, kabelovody

Přehled možných ochranných konstrukcí

- žlaby betonové
- žlaby plastové
- plastové ochranné roury pevné
- plastové ochranné roury ohebné
- vícekomorové ochranné konstrukce

Jedno a vícekomorové ochranné konstrukce uvažujeme v případech předpokládaného zvýšeného mechanického namáhání v kabelové trase. Hloubka uložení dle 2.2.1 může být v případě potřeby snížena po zvážení situace.

Pro uložení kabelů lze použít kabelovodů sestavených z jednotlivých ochranných prvků (betonových, plastových, apod.) v úsecích, jejichž délka zaručuje bezpečné protažení kabelů bez poškození. V případě velmi dlouhých kabelových délek, mohou být v trase kabelovodů zabudovány kabelové (přístupové) komory, které umožní zatažení kabelů v jejich plných délkách, bez nutnosti spojování kratších kabelových délek.

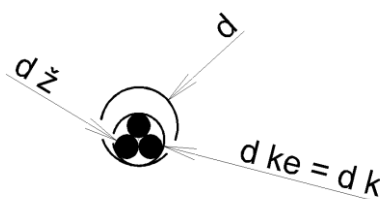
Při ukládání kabelů nn a vn do kabelovodů je nutné dodržovat zásadu, že každý prvek ochranné konstrukce lze použít pouze pro jednu napěťovou hladinu těchto kabelů.

Do jedné komory (otvoru) ochranné konstrukce se ukládá pouze jeden samostatný proudový obvod.

tab. 2-1 - Ochranné trubky

Vnější průměr D mm	Vnitřní průměr d mm	$d_k = d / 1,5$ mm	$d_z = d_k / 2,15$ mm
40	32	21,3	9,9
50	40	26,7	12,4
63	51	34,0	15,8
75	61	40,7	18,9
90	75	50,0	23,3
110	94	62,7	29,2
125	107	71,3	33,2
140	120	80,0	37,2
160	137	91,3	42,5
200	173	115,3	53,6
250	188	125,3	58,3

obr. 2-2 - Použití chrániček



Obrázek k předchozí tabulce. Sloupec $d/1,5$, udává maximální vnější průměr kabelu d_k , nebo ekvivalentní průměr několika kabelů d_{ke} , vložitelný dovnitř chráničky. Pro kabel složený z jednožilových kabelů je d_z průměr jednožilového kabelu.

Pro d_{ke} platí:

$$d_{ke} = 2,15 \cdot d_z$$

Při přechodech komunikací lze zvýšit mechanickou pevnost plastové chráničky jejím zabetonováním.

2.2.4.3.1 Šířka výkopu

Pro zajištění jak minimálního zatížení ochranných konstrukcí okolní zeminou, tak i nejekonomičtější výstavby trasy kabelovodu, by šířka výkopu neměla být větší, než vyžaduje adekvátní a bezpečný pracovní prostor při vhodném upevnění zásypovým materiálem tak, aby byl ve výkopu dostatečný prostor pro montáž.

2.2.4.3.2 Hloubka výkopu

Hloubka výkopu bude různá v závislosti na pevnosti v tlaku kabelovodu, nárocích na půdní pokryv a jakýchkoliv dalších státních nebo regionálních omezeních.

2.2.4.3.3 Příprava dna výkopu před pokládkou ochranných konstrukcí

Ochranné konstrukce musí být instalovány na rovném, pevném a stabilním základu. Jakékoli nerovnosti na dně výkopu musí být zarovnaný volně loženým granulovaným materiálem a následným zpevněním. Pro zajištění rovnoměrného rozložení zatížení musí vyrovnávací vrstva obsahovat 50 až 80 mm nekompaktní poddajné výplně z granulovaného materiálu různé zrnitosti. Tato vrstva musí být bez kamenů a jiných pevných částic větších než 20 mm, aby se zabránilo případnému bodovému zatížení. Pro zajištění požadované kvality podkladu výkopu je vhodné konečné ruční zarovnání jeho dna.

2.2.4.3.4 Instalace do stabilní granulované půdy

Po vyhloubení výkopu do předepsané hloubky se ručně provede úprava dna výkopu odstraněním jeho případných nerovností, kamenů a jiných pevných částic.

2.2.4.3.5 Instalace do nepevné a sypké půdy

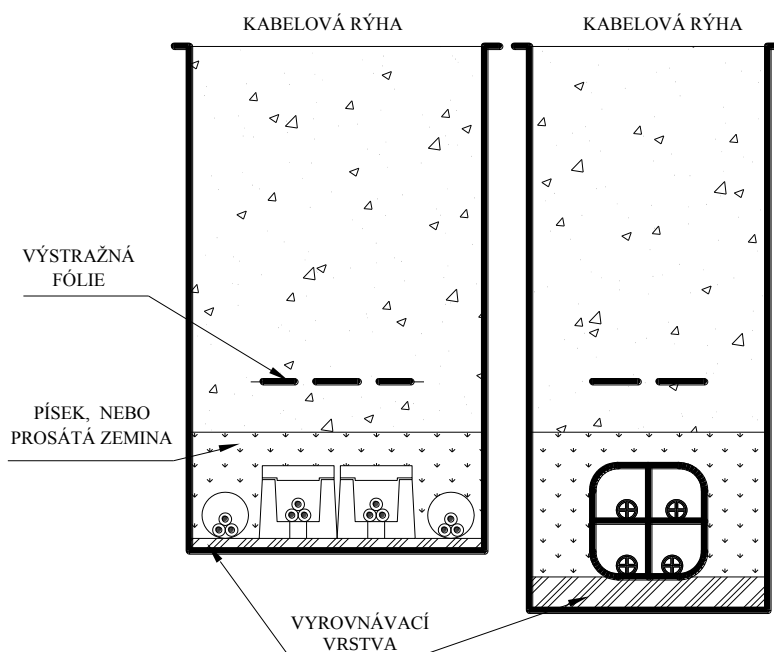
Nejčastěji používaný postup stabilizace základů ochranných konstrukcí představuje odstranění nestabilní půdy do vhodné hloubky a její nahrazení zpracovaným materiálem (kamenitým) ve vrstvě, která zaručí nezbytnou pevnost a stabilizaci základů i dodržení požadované hloubky výkopu. Aby se zabránilo možnému posunu okolního zásypového materiálu ochranných konstrukcí a vytvořeného lože do mezer kamenného základu, měl by být tento zpevňující základ pokryt vrstvou drobného materiálu. Posun zásypového materiálu a vytvořeného lože do pórovitého kamenného základu by mohl mít za následek pokles výkopu a způsobit nadměrné zatížení ochranných konstrukcí viz obr 2-3.

Flexibilita spojů ochranných konstrukcí umožňuje nevelké změny výškové úrovně a směru bez použití zkrácených ohybových dílů.

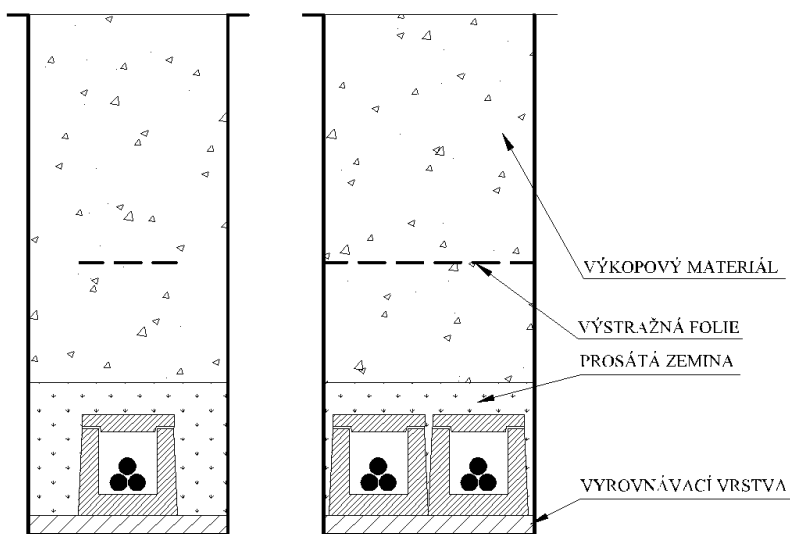
2.2.4.3.6 Vyústění kabelů z ochranných konstrukcí

Vyústění kabelů z ochranných konstrukcí je 4án těsnící pěnou atp. tak, aby nedošlo ke střížení kabelů.

obr. 2-3 - Uložení ochranné konstrukce v zemi



obr. 2-4 - Uložení kabelu vn v kabelovém žlabu



2.2.5 Styk kabelů s ostatními podzemními vedeními

2.2.5.1 Souběh a křížování kabelů s potrubími

Kladou-li se kabely podél tepelných a plynových potrubí uložených v zemi, je nutné respektovat normu ČSN 73 6005. Je-li to nevyhnutelné, je třeba učinit taková opatření (např. volba vzdálenosti, tepelná izolační přepážka apod.), aby průměrná teplota půdy v místech kabelu nebyla vyšší než 20 °C. Jinak je nutno zatížení kabelů přiměřeně snížit podle ČSN 33 2000-5-523.

V místě křížování kabelů s tepelným potrubím se nesmí kabel dotýkat potrubí nebo tepelné izolace, ochranného pláště, koryta ani podobných částí; mezera mezi kabelem a tepelným potrubím se má při malých vzdálenostech vyplnit vhodnou tepelnou izolací.

2.2.6 Kabelové křížovatky s komunikacemi, dráhami a vodními toky

2.2.6.1 Kladení kabelů do vody a vodních cest

Do vody se nesmějí klást kabely s pláštěm nebo obalem, který by vodu znehodnotil (např. olovo v přímém styku s vodou), což platí zvláště pro pitné vody.

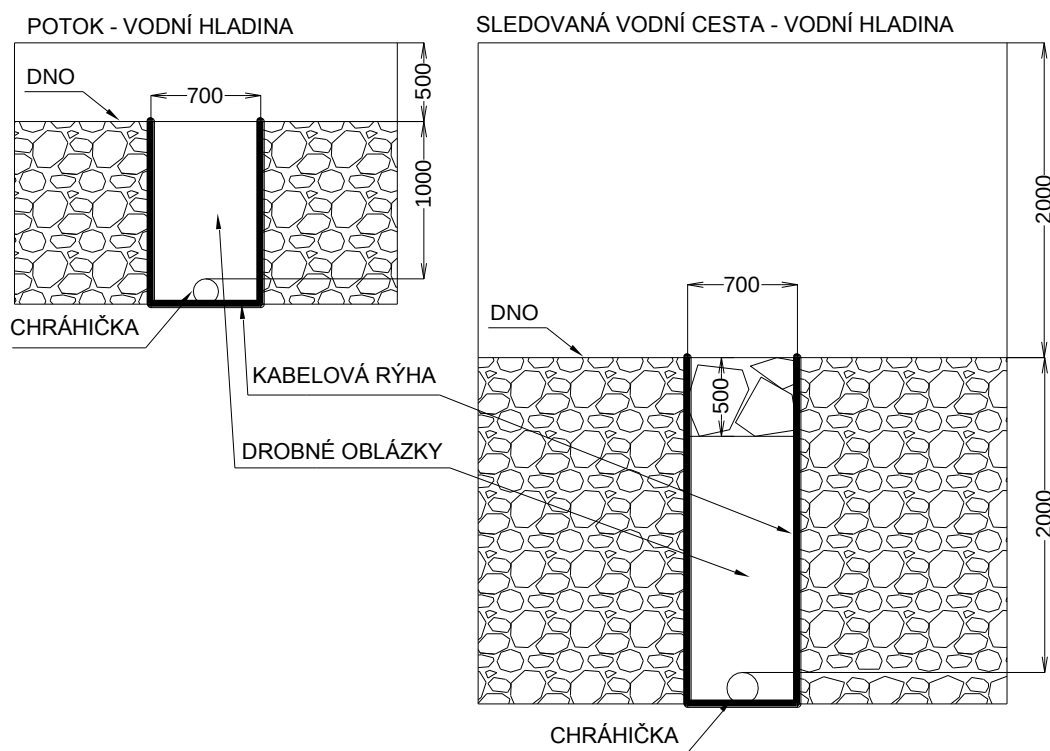
Kabely nesmějí být volně ve vodě, ani nesmějí ležet na dně. Není-li dále stanoveno jinak, musí být kabely uloženy v rýze v hloubce aspoň 1 m pod normálním dnem a musí se zasypat oblázky frakce 16/32, ve zvláštních případech se kabely musí uložit ještě do trub nebo tvárnic.

Pod sledovanými vodními cestami musí být silové kabely uloženy aspoň 2 m a sdělovací kabely aspoň 1,2 m pod normálním dnem, nebo pod dnem s kterým se počítá jako s normálním dnem vzhledem k pozdějším úpravám (bagrování). Kabely se uloží do rýhy k tomu účelu vyhloubené a zasypou se drobnými oblázky frakce 16/32 a zához se v tloušťce 0,5 m doplní těžkými kameny.

POZNÁMKA - Sledované vodní cesty jsou určeny zákonem č. 114/1995 Sb. a vyhláškou č. 333/2008 Sb.

Uložení kabelů do dna vodních toků a vodních nádrží (vodních dopravních cest) musí být vodohospodářsky projednáno a dodrženy konkrétní podmínky z vyjádření správce toku.

obr. 2-5 - Kladení kabelů pod vodní hladinu



Probíhají-li kabely cizích vlastníků souběžně s kabely správců vodních cest ve vzdálenosti menší než 0,3 m, musí se uložit do kanálu nebo rour z plastu odolávajících vodě.

Křižují-li se kabely cizích vlastníků s kabely správců vodních cest, musí být v místě křižování aspoň 0,5 m nad nimi nebo pod nimi a musí být chráněny rourami z nehořlavého materiálu odolávajícího vodě a teplu; trouby musí přesahovat místo křižování na obou stranách aspoň o 0,5 m.

POZNÁMKA - Na přání podniků pro provoz a využití vodních cest se poloha silových kabelů na jejich území označí s přesností a způsobem s těmito podniky předem dohodnutým. Na přání pořádkových úřadů se poloha silových kabelů na jejich území přesně označí vhodnými kameny. Umístění kabelového vedení ve vodních cestách označuje správce vedení způsobem určeným při vodohospodářském jednání.

2.2.6.2 křižovatky s komunikacemi, sítěmi, dráhami a vodními toky

Křižování se provede zásadně kolmo k ose dálnice nebo rychlostní silnice (RS) zemními kabely uloženými v troubách nebo kanálech s dostatečnou pevností tak, aby byla zajištěna bezpečnost provozu a stabilita tělesa komunikace a aby při údržbě, opravách nebo výměně vedení nedošlo k narušení dálnice nebo RS.

Tvárnice, trouby nebo kanály musí přesahovat prostor tělesa dálnice a RS nebo jejich součástí a příslušenství alespoň o 0,6 m (tzn. 0,6 m za vnější okraj zaoblené paty násypu, nebo za vnější hranu příkopu, nebo za vnější okraj zaoblené horní hrany zářezu). 0,6 m je min. šířka pomocného silničního pozemku.

Kabely musí být uloženy alespoň 1 m pod povrchem vozovky. Jsou-li uloženy v chráničkách, troubách nebo kanálech chráněných před mechanickým poškozením nebo dostatečně mechanicky pevných, mohou být uloženy i v menší hloubce. Vrchní hrana ochranného obložení nebo kanálu musí však být alespoň 100 mm pod konstrukcí vozovky, tj. pod planí zemního tělesa. (viz ČSN 73 6005 a ČSN 736100).

Chráničky a trouby musí mít světlost minimálně dvakrát větší než je průměr kabelu, který má být do nich vtažen, při délce podchodu do 35 m. Při použití železobetonových trub s minimálním průměrem 300 mm možno provést podchod o největší délce 55 m. Pro kabely o průměru nad 75 mm musí mít železobetonové trouby světlost minimálně čtyřikrát větší než průměr kabelu, který má být do nich vtažen.

Podchody v chráničkách nebo troubách se ukončují zásadně přímo do terénu s utěsněním otvorů na obou stranách například montážní PU pěnou. Ukončení šachtami se provede jen výjimečně.

Podchody v kanálech se dělají jen při větším počtu kabelů.

Kabel v chráničkách musí být nejméně 0,5 m pode dnem odvodňovacího zařízení dálnice nebo RS. Výjimečně může být hloubka menší, tvárnice se mohou dotýkat spodní strany vzdívky, jestliže je betonová nebo z betonových tvárnic spojených cementovou maltou. Jinak musí být odvodňovací zařízení nad kabelem vydlážděno, a to do vzdálenosti 0,6 m na obě strany od kabelu. Mezi dlažbou a povrchem obložení kabelu musí být vrstva zeminy o tloušťce 100 mm, nebo vrstva cihel na plocho. Obložení kabelu musí přesahovat alespoň 0,6 m vnější hranu odvodňovacího zařízení.

Kabely pod dálnicí nebo RS v náspu se uloží podle výše uvedených podmínek od budovaných distribučních sítí jsou geodeticky zaměřeny a zaneseny do GIS (geografický informační systém).

Kabely pod dálnicí nebo RS ve výkopu nebo v zářezu se uloží v minimální hloubce jak uvedeno výše.

Kabely ukládané mimo těleso dálnice nebo RS v pomocném pozemku a v ochranném pásmu se uloží v souladu s touto PNE.

Při křížování nebo souběhu s jinými inženýrskými sítěmi se kabely uloží i zde do tvárnic, trub nebo kanálu podle této PNE.

Místa přechodů kabelů pod dálnicí nebo RS a jejich trasa v ochranném pásmu dálnice nebo RS (Lomové body) musí být označena markery (ve výkopu) či betonovými patníky v úrovni terénu. Všechny lomové body nově budovaných distribučních sítí jsou geodeticky zaměřeny a zaneseny do GIS.

V případech křížování se železnicí jsou navíc požadovány výškové označníky.

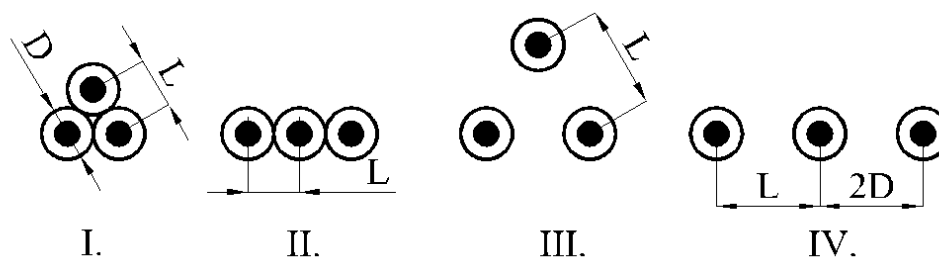
2.2.7 Uspořádání kabelů

Pro uložení jednožilových kabelů se volí buď uspořádání tří jednožilových kabelů v trojúhelníku bez mezer (uspořádání I – viz obr. 2-6), anebo vedle sebe v jedné rovině bez mezer (uspořádání II viz obr. 2-6).

Při delších a trvale plně zatížených vedeních z jednožilových kabelů se doporučuje uspořádání I, aby ztráty energie způsobené proudy ve stínění a v případném plášti s vodivou folií byly co nejmenší. Uspořádání I se rovněž doporučuje v blízkosti sdělovacího vedení (při uložení ve společném výkopu).

Jsou-li jednožilové kabely uloženy v zemi předepsaným způsobem (tj. pokryté vrstvou písku a chráněné tvárnicemi nebo cihlami) a byla-li zemina po zasypání výkopu řádně udusána, nejsou již zapotřebí žádná další opatření na zajištění kabelů proti účinkům zkratových proudů. Při uspořádání I a II se uzemňují stínění kabelů a případné pláště kabelů s vodivou folií na obou koncích.

obr. 2-6 - Uspořádání kabelů



Při kladení paralelních vedení z jednožilových kabelů (tj. vedení připojených na společné přípojnice) se doporučuje střídání sledu fází (L1L2L3, L3L2L1, L1L3L2 atd.), aby kabely stejné fáze ve všech paralelních soustavách měly přibližně stejnou indukčnost.

Kladení jednožilových kabelů do tvárníc se nedoporučuje s ohledem na poměrně velkou osovou vzdálenost kabelů jedné soustavy.

2.3 Kladení kabelů na vzduchu

2.3.1 Uložení kabelů ve stavebních objektech

Kladení v budovách, v kabelových kanálech, a v troubách řeší PNE 38 2157

POZNÁMKA - Pro kladení ve sdružených trasách (kolektorech) platí ČSN 73 7505.

2.3.2 Kladení kabelů v budovách přímo na podklad

POZNÁMKA - Informace o způsobech kladení a upevňování daného kabelu poskytuje výrobce.

Kabely se upevňují (na zdi, stěny, stropy, desky, nosná lana apod.) vhodnými kovovými nebo izolačními příchýtkami, které vyhovují i pro příslušné prostředí a v daném prostředí na vodič škodlivě nepůsobí; mohou se klást též volně na nehořlavý podklad.

V místnostech s významným působením vody, korozivních látek apod. se musí užívat distančních příchýtek. Upevňovací šrouby, pokud jsou zapuštěny, se doporučuje zatmelit.

Jednožilové kabely trojfázové soustavy musí být vzájemně upevněny proti dynamickým účinkům zkratových proudů.

Kabely, které se nesmějí klást přímo na hořlavý podklad, se musí od hořlavého podkladu oddělit dostatečně tepelně izolující podložkou. Pro kabely nn platí ČSN 33 2312.

2.3.3 Vzdálenost příchýtek nebo podpěr

Vzdálenosti příchýtek a podpěr jsou stanoveny do vzdálenosti maximálně 1000 mm, pokud není výpočtem stanoveno jinak (např. dle ČSN EN 50368).

2.3.4 Uložení kabelů ve stavebních objektech

2.3.4.1 Kladení jednožilových kabelů a jejich souběh ve stavebních objektech

Jednožilové kabely položené ve stavebních objektech musí být spolehlivě zajištěny proti účinkům zkratových proudů. Doporučuje se uložení kabelů na kovových lávkách (roštích).

Z důvodů snížení dynamických účinků při zkratu doporučuje se ukládat jednožilové kabely na lávky s mezerami v uspořádání III a IV, zejména v sítích s větším zkratovým výkonem (nad 400 MVA při 22 kV, resp. nad 600 MVA při 35 kV).

Zvětšení mezer mezi kabely nad šířku D nemá již význam, protože by zvětšení potřebného prostoru překročilo výhody zmenšených odpudivých sil.

Kabely v uspořádání I a II se upevňují objímkami kolem všech 3 kabelů.

Pro upevnění kabelů v uspořádání III a IV (viz obr. 2-6) nutno použít příchytěk z nemagnetického materiálu. Šířka příchytěk se má rovnat alespoň průměru kabelu, doporučuje se $1,5 D$. Mezi příchýtkou a kabelem má být vložka z poddajného materiálu (např. PVC, pryžový pásek).

Při uložení soustav jednožilových kabelů na jednom roštu vedle sebe doporučuje se uspořádání I (viz obr. 2-6), při uložení soustav nad sebou doporučuje se uspořádání II; přičemž svislá vzdálenost úložných rovin má být nejméně 0,25 m.

Šířka mezer mezi soustavami uloženými vedle sebe má být alespoň rovna průměru kabelu D při uspořádání I nebo II, resp. dvojnásobku průměru ($2D$) v uspořádání III anebo IV (viz obr. 2-6).

2.3.5 Souběhy a křížování kabelů na vzduchu

Uložení kabelů ve vzduchu je uložení kabelů na povrchu stavebních konstrukcí pokládkou (ne protahováním), na předem připravené nosné konstrukci (kabelové lávce, roštu apod.).

Nejedná se o uložení kabelů ve stavební dutině, v trubce (uložené v zemi, vodě, stavební konstrukci), v neprůchozím kabelovém kanálu apod. (Nejedná se samozřejmě ani o uložení kabelů ve vodě nebo v zemi.)

Kabely se musí klást tak, aby nevznikaly v sousedních vedeních nežádoucí jevy způsobené indukčními, kapacitními a galvanickými vlivy.

Kladou-li se vedle sebe kabely různých napětí nebo různých proudových soustav, doporučuje se klást je do samostatných skupin, oddělených většími mezerami pro přehlednost, zvláště nejsou-li skupiny jinak rozlišeny.

Jsou-li kabely na konstrukci vedle sebe, kladou se kabely do 1 kV odděleně od kabelů nad 1 kV. Jsou-li kabely nad sebou, dávají se kabely do 1 kV obvykle pod kabely nad 1 kV. Silové kabely nad 1 kV mají být nad kabely řídicími (popř. sdělovacími a zvláštními). Jsou-li silové kabely nad 1 kV uloženy opačně, musí být od kabelů do 1 kV nebo řídicích, sdělovacích a zvláštních kabelů odděleny přepážkou (např. 20 mm silnou přepážkou z vláknitého silikátu, cihlami apod.) odolávající tepelným účinkům elektrického oblouku a zabírající u kabelu za přepážkou překročení dovolené teploty při zkratu (viz ČSN 33 2000-4-43).

Při uložení kabelů téhož napětí v jedné řadě (vrstvě) vedle sebe nebo nad sebou, kladou se kabely do 10 kV obvykle s mezerami rovnými vnějšímu průměru kabelu. Kabely nad 10 kV se pak kladou s mezerami rovnými aspoň dvojnásobku vnějšího průměru, nejméně však 10 cm, nejsou-li odděleny přepážkou. Při různých průměrech kabelů rozhoduje průměr větší.

Pro tyto účely se uvažuje, že teplota povrchu kabelu za přepážkou nesmí být vyšší, než je dovolená teplota jádra kabelu při zkratu. Menší mezery bez použití přepážek, případně těsné uložení kabelů ve vrstvách vedle sebe, nad (pod) sebou se dovoluje jen u kabelů do 1 kV a jejich zatížitelnost se pak sníží podle ČSN 33 2000-5-523. Jednožilové kabely tvořící jeden proudový obvod se kladou pohromadě a při posuzování vzdáleností k ostatním kabelům se považují za jeden kabel.

Mezi kabely nad 1 kV a do 1 kV musí být mezera nejméně 0,25 m, nejsou-li odděleny přepážkou podle Souběhy a křížování kabelů na vzduchu. Totéž platí i pro mezeru mezi kabely silovými nad 1 kV a řídicími, sdělovacími nebo zvláštními. Vzdálenost mezi kabely silovými do 1 kV a řídicími, sdělovacími nebo zvláštními se dělá jako u silových kabelů mezi sebou. Přitom je však nutno uvážit též případný vliv indukce.

Při souběhu kabelů do 1 kV s vedením nn v trubkách musí být mezi nimi vzdálenost nejméně 30 mm; při souběhu s vedením sdělovacím podle tab. A-2 a při souběhu s vedením zabezpečovacích zařízení (např. požární signalizace, vedení nouzového osvětlení, zařízení evakuačních výtahů) na nichž závisí bezpečnost osob nebo věcí, nejméně 60 mm při souběhu

do 5 m a 200 mm při souběhu nad 5 m, pokud normy pro jednotlivé druhy elektrických rozvodů nestanoví jinak.

Jsou-li kabely pro napětí nad 1 kV uloženy souběžně s jiným vedením o napětí do 1 kV v ochranném obložení (např. vedení v trubkách na stěně apod.), musí být mezi nimi vzdálenost alespoň 0,25 m, nejsou-li kabely odděleny přepážkou podle Souběhy a křížování kabelů na vzduchu.

POZNÁMKA - Vzdálenostmi (mezerami) se zde rozumí vždy skutečné mezery mezi kabely, nikoliv osová vzdálenosti.

2.4 Kladení kabelů v kabelových kanálech (zejména v rozvodnách a mezi objekty)

Do kabelových kanálů se nesmějí umísťovat žádná potrubí s výjimkou vzduchových; při křížování kanálů musí být tato potrubí stavebně oddělena.

Při souběhu nebo při křížování kabelového kanálu s tepelným potrubím má být postaráno o to, aby teplota vzduchu v kabelovém kanálu nebyla vyšší než 30 °C, jinak je nutno zatížení kabelů přiměřeně snížit - viz ČSN 33 2000-5-523.

Kde je možnost výskytu spodní vody, je nutno kabelový kanál před jejím vnikem pečlivě zajistit. Odvodnění kanálu musí být provedeno tak, aby bylo zamezeno vniknutí zpětné vody. Dno kabelového kanálu má mít vždy mírný sklon (asi 0,5 %), aby případně vniklá voda byla svedena do kanalizace nebo do jímek apod.

Kabely se ukládají v kabelových kanálech buď přímo na dno kanálu, nebo obvykle na zvláštních konstrukcích. Na dno kanálu lze klást kabely, je-li tam sucho, a to jen mimo průchodní prostor; může-li se v kabelovém kanále vyskytovat voda, nesmí se kabely klást přímo na dno.

Pro kladení kabelů v kanálech a ve sdružených trasách (kolektorech) městských vedení technického vybavení platí ČSN 73 7505.

2.4.1 Kladení kabelů v chráničkách

Pro uložení kabelů lze použít trub (z betonu či z materiálu podobných vlastností) v úsecích, jejichž délka zaručuje bezpečné protažení kabelů bez poškození. Doporučuje se světlost otvoru přibližně 1,5 d, kde „d“ je vnější průměr kabelu. Jednotlivé úseky trub musí být přímé. Do každého otvoru se vtahuje jeden kabel.

Jednožilové kabely tvořící jeden proudový obvod se považují z hlediska vtahování do trub za jeden kabel. Trouby musí mít pevný podklad, který poskytuje dostatečnou záruku nosnosti a pevnosti proti případnému sedání půdy (např. betonovou desku), aby byl zaručen hladký průchod kabelů. Kladou-li se tvárnice v několika vrstvách, musí být spáry vystřídány, aby nebyly nad sebou.

Jednotlivé úseky chráničkové trati musí být přímé a oddělují se kabelovými komorami, jejichž rozměry zaručují snadnou montáž kabelů a jejich vzdálenost se volí se zřetelem k zatahovacím délkám kabelů.

V komorách musí být kabely vn a nn a sdělovací odděleny od sebe vhodnými přepážkami nebo jinak zajištěny. Kabelové komory je nutno odvodnit a zajistit proti vnikání spodní vody, jakož i zpětné vody.

2.4.2 Umísťování vedení v blízkosti jiných rozvodů

2.4.2.1 Umísťování v blízkosti elektrických vedení

Ve stejných systémech vedení se nesmí umísťovat obvody s napěťovými pásmy I a II***), pokud není každý kabel izolován s ohledem na nejvyšší přítomné napětí nebo pokud není přijato některé z následujících řešení:

- každý vodič vícežilového kabelu je izolován na nejvyšší napětí přítomné v kabelu; *nebo*
- kabely jsou izolované na napětí jejich systému a instalovány v oddělených sekcích protahovacích elektroinstalačních kanálů nebo úložných elektroinstalačních kanálů; *nebo*
- je použit systém oddělených elektroinstalačních trubek.

POZNÁMKA - Pro telekomunikační obvody, obvody pro přenos dat a podobně mohou platit zvláštní podmínky z hlediska elektrostatického i elektromagnetického rušení.

***) Viz ČSN IEC 449 Napěťová pásma pro elektrické instalace v budovách (33 0130).

2.4.2.2 Kladení silových vedení se zřetelem ke sdělovacím zařízením ve vnitřním rozvodu

Silové vedení se musí klást tak, aby jím netrpělo vedení sdělovací ani jeho provoz. Silové a sdělovací vedení mohou být v témže ochranném obložení za podmínek dle tab.2-3.

tab. 2-2 - Souběhy se sdělovacím vedením

Souběh izolovaného	Vzdálenost vedení při souběhu v délce	
silového vedení s izolovaným sdělovacím vedením	do 5 m	přes 5 m ¹⁾
telefonním nebo rozhlasovým	30 mm	100 mm ¹⁾
zvonkovým, návěstním a ostatním	jako u silových vedení	
1) Poznámka: Hodnoty jsou stanovené s ohledem na nebezpečné, ohrožující a rušivé vlivy.		

Kromě těchto základních ustanovení musí být dodrženy požadavky ČSN 34 2300 a dalších předpisů pro rozvody sdělovacích zařízení.

2.4.2.3 Kladení silových vedení se zřetelem k vedením hromosvodu

Pro vzdálenosti silového vedení od vedení a zařízení hromosvodu platí ČSN EN 62305-1 až 4.

2.4.2.4 Umísťování vedení do blízkosti neelektrických rozvodů

Elektrické rozvody nesmějí být umísťovány v blízkosti rozvodů, které produkují teplo, kouř nebo výpary a mohou mít na elektrické rozvody škodlivé účinky, nejsou-li proti těmto účinkům chráněny krytem, který neovlivňuje rozptyl tepla z vedení.

Je-li elektrický rozvod uložen pod rozvody, které mohou způsobit kondenzaci (např. přívody vody, páry nebo plynu), musí být provedena opatření pro ochranu elektrických rozvodů před škodlivými účinky těchto rozvodů.

Musí-li být elektrické rozvody instalovány v blízkosti neelektrických rozvodů, musí být instalace provedena tak, aby jakákoli předpokládaná činnost prováděná na neelektrických rozvodech nezpůsobila poškození elektrických rozvodů a obráceně.

POZNÁMKA

Toho lze dosáhnout následovně:

- vhodnou vzdáleností obou rozvodů; nebo
- použitím mechanických nebo tepelných krytů.

Je-li elektrický rozvod umístěn v těsné blízkosti neelektrických rozvodů, musí být splněny obě následující podmínky:

- vedení musí být vhodně chráněna před nebezpečím, které může vzniknout z přítomnosti jiných rozvodů při obvyklém provozu; a

musí být zajištěna ochrana před dotykem neživých částí podle PNE 33 0000-1, čl.3.1 a neelektrické kovové rozvody musí být brány v úvahu jako cizí vodivé části.

2.4.3 Výběr a způsoby kladení vedení s ohledem na údržbu, včetně provádění úklidu

Při výběru způsobu kladení vedení musí být brán ohled na znalosti a zkušenosti osob, zejména osob způsobilých provádět jeho údržbu. Je-li při provádění údržby nutno odstranit jakýkoliv ochranný prostředek, musí být provedena taková opatření, aby byl dodržen původně požadovaný stupeň ochrany.

Pro potřeby údržby musí být provedena taková opatření, která zajistí bezpečný a odpovídající přístup ke všem částem vedení, které údržba vyžaduje.

2.5 Ochrana před šířením požáru

Kabelová vedení je nutno řešit tak, aby se zabránilo šíření případného požáru po vedení.

Kabely, které jsou určeny pro napájení technologických zařízení, se seskupují do souborů z hlediska potřeb tohoto napájeného technologického zařízení. Bude-li technologické zařízení vyžadovat dodávku elektrické energie 1. stupně (podle ČSN 34 1610), je nutno vytvořit tolik souborů kabelů, kolik systémů zajištěného napájení je požadováno. Kabely uložené uvnitř jednoho souboru tvoří soubor systémových kabelů (dále též jen soubor). Kabely uložené ve vzduchu mohou být uloženy buď spolu s ostatním zařízením objektu ve společném požárním úseku, nebo pro ně může být vytvořen samostatný požární úsek (např. průchozí kabelový kanál).

Soubory systémových kabelů je nutno od sebe navzájem požárně oddělit tak, aby případný požár jednoho souboru po dobu trvání požáru v minutách (označenou t podle ČSN 73 0810) neovlivnil funkční schopnost kabelů uložených v ostatních souborech. To lze zajistit zejména jednou z těchto možností:

- uložením různých souborů systémových kabelů do různých požárních úseků,
- uložením různých souborů systémových kabelů do společného požárního úseku, při splnění podmínky, že soubory od sebe musí být odděleny prostorem bez požárního rizika podle 7.3.2 ČSN 73 0804,
- uložením různých souborů systémových kabelů do společného požárního úseku, avšak kabely uvnitř jednotlivých souborů musí mít funkční schopnost v podmínkách požáru a teplota uvnitř požárem nepostiženého souboru systémových kabelů nesmí vlivem požáru ostatních souborů systémových kabelů být vyšší než 750 °C. (To lze provést například odvodem tepla, skrápěním, tepelnou izolací.)

Uvnitř souborů systémových kabelů se kabely seskupují do skupin podle jmenovitého napětí a tvoří napěťovou skupinu kabelů. Napěťové skupiny kabelů je od sebe nutno navzájem oddělit předepsanou vzdáleností nebo podélnou přepážkou odpovídající Souběhy a křížování kabelů na vzduchu.

Vzdálenosti mezi jednotlivými napěťovými skupinami kabelů jsou určeny druhem kabelů a způsobem jejich uložení. Tyto vzdálenosti jsou uvedeny v předměťových normách kabelů nebo je udává výrobce.

Tam, kde není možno z prostorových důvodů dodržet vzdálenost mezi napěťovými skupinami kabelů, se mezi těmito skupinami použije podélná přepážka. Podélná přepážka musí odolávat tepelným účinkům elektrického oblouku podle Souběhy a křížování kabelů na vzduchu.

Vzdálenost mezi kabely uloženými uvnitř napěťové skupiny kabelů je dána doporučeními pro klázení a instalaci kabelů uvedenými v příslušných ČSN na tyto kabely.

U distribučních stanic vn/nn bez obsluhy a to u transformoven:

- ve stavebních objektech (vestavěné v budově nebo samostatně stojící - kioskové zděné nebo věžové),
- transformovny blokové (definice viz PNE 38 1981)

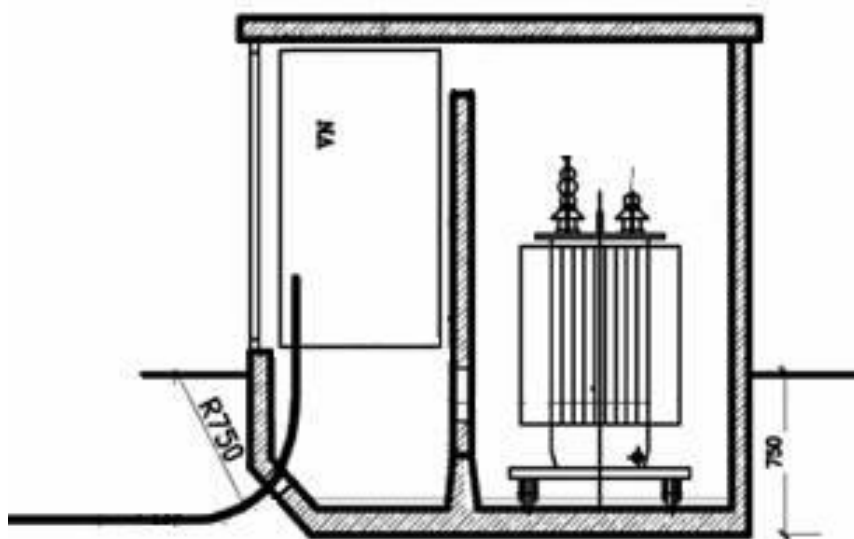
Mohou se používat jednoplášťové kabely vn s pláštěm z PE za splnění následujících podmínek:

- kabely jsou uloženy v kabelových kanálech (prostoru, atd.), které jsou dostatečně kryty (oceloplechovými deskami, překližkovými deskami se samozhášivou úpravou, atd.) tak, aby nebyla ohrožena obsluha
- kabely nekříží jiné kabelové vedení nebo je při křížení provedeno opatření (krytí nehořlavou přepážkou, atd.)
- při souběhu s jiným kabelovým vedením je dodržena vzdálenost (dle ČSN) nebo provedeno oddělení nehořlavou přepážkou
- atd.

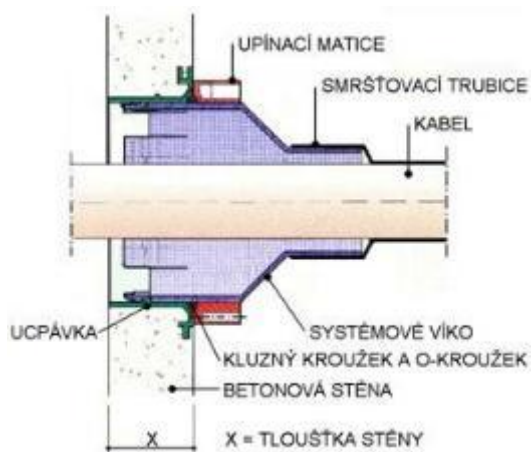
U distribučních stanic vn/nn bez obsluhy, blokových, s vnější obsluhou, kde je délka kabelu mezi jeho vstupem a ukončením v rozvaděči menší jak 2 (3) m je možné použít jednoplášťový kabel vn s pláštěm z PE. Musí být ale dodrženo:

- kabel se nebude křížit a nebude v souběhu s jiným vedením.

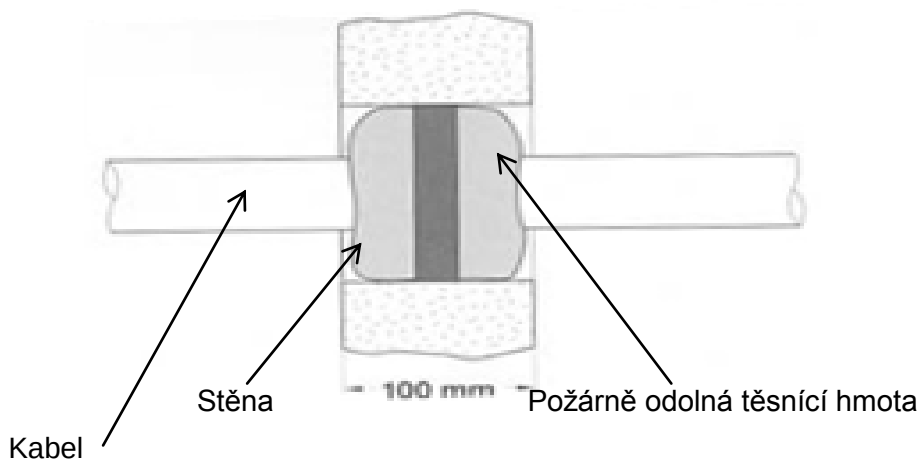
obr. 2-7 - Příklad průchodu do TS



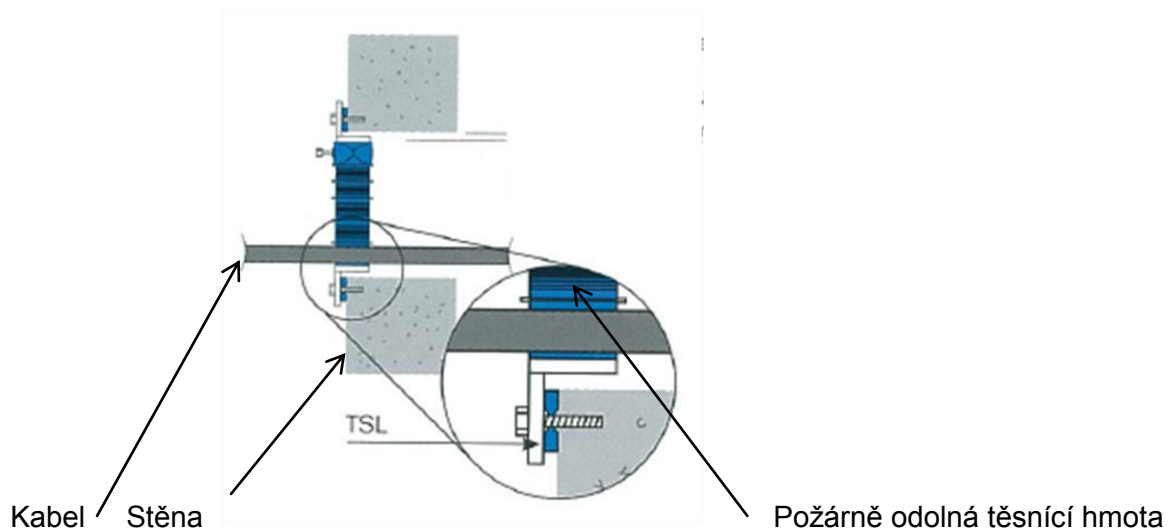
obr. 2-8 - Příklad metody utěsnění pomocí víka se smršťovací trubicí



obr. 2-9 - Příklad prostupu kabelu stěnou s požárním utěsněním



obr. 2-10 - Příklad prostupu pro více kabelů stěnou s požárním utěsněním



Ochrana proti šíření požáru - prostupy

Utěsnění otvorů, kterými prochází vedení

Žádný systém vedení nesmí proniknout nosným prvkem stavební konstrukce, s výjimkou případu, kdy lze po vytvoření otvoru zajistit jeho původní nosnost (viz ISO 834).

Všechny utěšňovací úpravy, musí vyhovět následujícím požadavkům: Technickým požadavkům ve výstavbě“ vyhláška číslo 268/2009 Sb.(platí pro celou ČR mimo Prahy), a vyhláška hl.m. Praha číslo 26/1999.

POZNÁMKA 1: Pro příslušné výrobky se do normy výrobku IEC, pokud se taková norma připraví, převedou následující požadavky:

- Musí být slučitelné s materiály systému vedení, se kterými jsou ve styku.
- Musí umožnit dilataci systému vedení, aniž by došlo ke snížení kvality těsnění.
- Musí mít přiměřenou mechanickou stálost, která zajišťuje odolnost proti namáhání, které může vzniknout poškozením podpěr systému vedení v případě požáru.

POZNÁMKA 2: Tento článek může být splněn

- jsou-li kabelové příchytky nebo podpěry instalovány do vzdálenosti 750 mm od utěsnění a pokud odolají předpokládaným mechanickým zatížením při zhroucení podpěr na hořící straně těsnění v takové míře, že na utěsnění nebude přeneseno žádné namáhání;
- nebo poskytuje-li konstrukce utěsnění dostatečnou podpěru. Utěšňovací úpravy, musí odolat vnějším vlivům stejného stupně jako systém vedení, s kterým jsou použity a musí navíc vyhovět všem následujícím požadavkům:
 - musí odolat zplodinám hoření ve stejné míře jako prvky stavební konstrukce, kterými pronikají;
 - musí mít stejný stupeň odolnosti proti prosakování vody, jaké jsou kladeny na prvky stavební konstrukce, ve kterých jsou instalovány;
 - utěsnění a systémy vedení musí být chráněny proti pronikání vody podél systému vedení nebo proti jejímu hromadění kolem těsnění, není-li materiál použitý k těsnění po ukončení montáže zcela odolný proti vlhkosti.

Během kladení vedení mohou vzniknout požadavky na dočasné utěsnění.

V průběhu adaptačních prací má být utěsnění provedeno co nejdříve.

Utěšňovací úpravy musí být podrobeny výchozí revizi ve vhodné době v průběhu stavby, která potvrdí jejich shodnost s požadavky pro stavbu a s požadavky, které uvádí IEC pro typové zkoušky příslušných výrobků (v ISO se připravuje).

Po tomto ověřování nejsou požadovány další zkoušky.

Ochrana kabelů do 35 kV proti šíření požáru, pokud jsou uloženy v objektech, se řídí základní ČSN 73 0804 Požární bezpečnost staveb - Výrobní objekty

Prostupy kabelů požárně dělicími konstrukcemi a požárními přepážkami se provádějí dle ČSN 73 0810 čl. 6.2.1 a 6.2.2. Požární uzávěry prostupů musí odpovídat klasifikaci podle ČSN EN 13501-2 a ČSN EN 1366-3.

Pro distributory a výrobce el. energie navíc platí PNE 38 2157. Nově instalované kabely 35 kV musí odpovídat odolnosti proti šíření plamene a požadavkům ČSN EN 50266-2-2, (dříve ČSN 50 265-2-1). Základní požadavek na pláště kabelů je minimálně „Odolnost proti šíření plamene“ odpovídající ČSN IEC 60332-1-1 a ČSN IEC 60332-1-2. Podle charakteru prostoru, do kterého je vedení do 35 kV ukládáno, se stanovuje délka požárních úseků, které jsou podle potřeby děleny požárními přepážkami (PP), případně podélnými požárními přepážkami (PPP) viz PNE 38 2157.

2.6 Montáž kabelů

2.6.1 Organizace montáže a tažení kabelů

Pokládka kabelů se provádí podle předem schváleného montážního postupu .

2.6.1.1 Kladení kabelů - výkopová metoda a kladení na podpůrné konstrukce

Kabely lze klást na rovný podklad, kabelové lávky, rošty, konstrukce, do kabelových kanálů, kolektorů, do trub, do země apod. Přitom je nutno dbát, aby prostředí, v němž jsou uloženy, nepůsobilo nepříznivě na kabel.

Při zvýšeném mechanickém namáhání se musí kabely chránit uložením do betonových a plastových chrániček. Výstup z nich musí být proveden tak, aby se kabel nepoškodil, zejména nepřeskřípl. V zemi se kabely chrání tak, aby se nepoškodily při výkopech nebo sesedání půdy. Při skladování, dopravě, pokládání kabelů a před montáží souborů musí být konce kabelů uzavřeny smrštitelnými uzávěry. Neuzavřený konec kabelu může být ponechán jen po dobu nezbytně nutnou pro montáž souboru.

2.6.2 Pokládka kabelů vn s XLPE izolací

Neurčí-li výrobce kabelů pro určitou konstrukci kabelu jinak, pokládka kabelů se provádí tak, že u zatahovací hlavy je maximální zatahovací síla $P = S \cdot \sigma$, kde průřez jádra S je v mm^2 a dovolené namáhání v tahu je: $\sigma = 50 \text{ N / mm}^2$ pro kabely s měděnými jádry a $\sigma = 30 \text{ N / mm}^2$ pro kabely s hliníkovými jádry. Tato namáhání při zatahování zaručují, že nebude překročeno dovolené prodloužení jader o 0,2 %. Maximální dovolená zatahovací síla (P je v N) je vypočítána na základě celkového součtu jmenovitých průřezů.

Při zatahování pomocí tažné punčochy může být použito stejné zatížení jako u zatahovací hlavy, pokud se zabezpečí, že se síla spolehlivě přenesne na kabel třením.

2.6.2.1 Zásady při pokládání kabelu:

- kabely se mohou zatahovat za plášť tažnou punčochou
- musí být použito zařízení pro omezení nejvyššího tahu, které musí být doplněno samostatným záznamníkem tažné síly s tiskárnou
- při tažení se musí používat ukládací kladky a válečky
- při tažení musí být dodržen nejmenší dovolený poloměr ohybu

Pro trojúhelníkové uspořádání kabelů XLPE platí následující výjimky:

- svazkování kabelů se provádí po 1,5 m
- označování kabelů štítky platí 2.2.2.5 této normy.

Kabely se položí na vrstvu písku 80 mm silnou a pokrývají se opět 80 mm vrstvou písku. Betonové destičky, cihly, musí překrývat kabely na obou stranách aspoň 40 mm.

Pod vozovkami se kabely uloží do chráničky, která musí přesahovat šířku vozovky na obou stranách alespoň o 0,5 m, uložení pod dnem příkopu nejméně 0,5 m.

Kabely s pláští z umělých hmot nejsou ohroženy a nevyžadují protikorozi opatření před bludnými proudy.

2.6.3 Dovolené teploty

Provozní teplota pro kabely s XLPE izolací je -25 °C až $+90\text{ °C}$.

Nejvyšší dovolená teplota jádra v případě zkratu, jehož doba vypnutí nepřekročí 30 s, je $+250\text{ °C}$.

Nejnižší dovolená teplota kabelu pro pokládku kabelů s PVC i PE pláštěm je $+4\text{ °C}$.

Teplota pro manipulaci s bubny a kruhy je v rozsahu -25 až $+40\text{ °C}$.

Minimální teplota prostředí při skladování kabelů je -35 °C

2.6.4 Poloměr ohybu kabelů nn

Nejmenší dovolený poloměr ohybu musí být:

- 12d u kabelů o průměru "d" od 20 do 40 mm
- 15d u kabelů o průměru "d" nad 40 mm

Při zatahování kabelů do kabelových skříní v případě potřeby při jednorázovém ohybu je možno dovolený poloměr ohybu zmenšit na polovinu.

2.6.5 Poloměry ohybů kabelů vn s XPLE izolací

- při tažení
 - 20 d
- po uložení
 - 15 d pro kabely s PE, PVC nebo dvojitým pláštěm
 - 20 d pro kabely s Al laminovaným PE pláštěm

kde d je průměr kabelu

2.6.6 Síly při tažení

Stanovuje výrobce kabelu pro konkrétní typ kabelu, jinak podle vztahu v 2.6.2.

2.6.7 Dovolené teploty při montáži kabelů

Dohodnutá nejnižší teplota okolí je + 4°C. Pro nižší teploty okolí než +4°C je nutná konzultace s výrobcem a provozovatelem kabelu.

2.6.8 Úprava konců kabelů

Konce kabelů musí být před zhotovením koncovek nebo spojek vhodně chráněny před působením vnějších vlivů (atmosférické vlivy, působení vody, korozivních látek apod.).

2.6.9 Spojování, odbočování a zakončování kabelů

Kabely se zakončují, spojují a odbočují v kabelových souborech (spojkách, odbočnicích, skříních apod.), které jsou pokud možno přístupné a které pro daný kabel soubor a způsob použití určí výrobce. Spojovat kabely a proto používat kabelové spojky se doporučuje pouze v případech, kdy výrobní délky kabelů jsou kratší, než je délka trasy, nebo při výměně vadné části kabelu. V těchto případech se spojky umísťují v místech malého požárního zatížení nebo se od ostatních kabelů oddělují přepážkou podle Souběhy a křížování kabelů na vzduchu.

POZNÁMKA - V některých situacích může vzniknout požadavek na vybavení rozvodů stálými prostředky pro přístup, jako žebříky, uličky atd.

3 KABELY 110 kV

3.1 Elektrické požadavky

3.1.1 Napětí

Kabely se nesmí používat na napětí vyšší než je jejich jmenovité napětí.

Jmenovité fázové napětí kabelu a příslušenství $U_o = 64 \text{ kV}$

Jmenovité napětí soustavy $U_n = 110 \text{ kV}$

Nejvyšší napětí pro zařízení $U_m = 123 \text{ kV}$

Výdržné napětí normalizovaného atmosférického impulzu (vrcholová hodnota) 550 kV.

3.1.2 Proudové obvody

Proudová soustava trojfázová 3x110 kV, TT s přímo uzemněným uzlem, kmitočet 50 Hz.

3.1.3 Zpětné vedení proudu

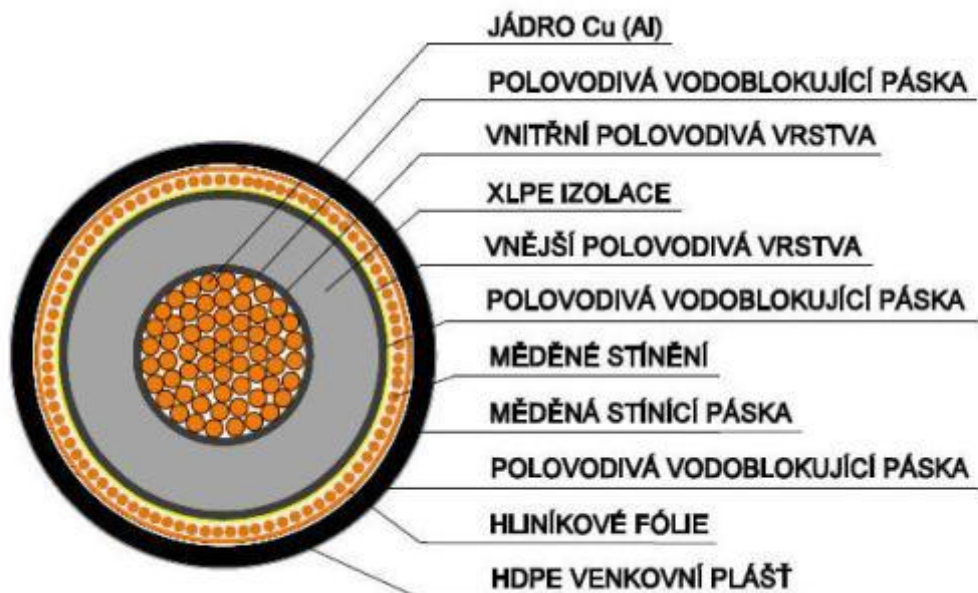
Na zpětné vedení se musí použít vždy vodiče, který musí být uzemněn.

3.1.4 Konstrukce kabelů

Používají se výhradně jednožilové kabely.

Příklad konstrukce kabelu obr. 3-1.

obr. 3-1 - Řez kabelem 110 kV – příklad



3.1.4.1 Požadavky na konstrukci kabelů

3.1.4.1.1 Vodivé jádro kabelu

Používají se Cu nebo Al jádra vodiče, jejichž průřez musí být dimenzován podle ČSN EN 287, tak aby vyhovoval požadovanému zatížení a zkratové zatížitelnosti podle ČSN EN 60949 a IEC 61443 tak, aby odpovídal požadovaným zkratovým proudům.

Typ vodivého jádra kabelu může být:

- lanový, zhušťovaný, kruhový
- komprimované kruhové
- segmentové, kruhové
- jádra vyšších průřezů mohou být segmentované, kruhové, duté.

3.1.4.1.2 Izolace kabelů

Používají se především kabely s izolací z XLPE (zesíťovaný polyetylen) s vnitřní a vnější polovodivou vrstvou vytlačovanou v jedné operaci současně s izolací.

Jmenovitá tloušťka izolace musí odpovídat trvalému elektrickému namáhání (gradient) po dobu životnosti kabelu a současně musí vyhovovat požadavkům na elektrické zkoušky podle ČSN IEC 60840.

3.1.4.1.3 Kovové stínění nebo kovové pláště kabelů

Kovové stínění nebo kovové pláště slouží pro odvod svodových kapacitních proudů, 1-fázových zkratových proudů ohraničuje elektrické pole kabelu a vytváří ochranu před nebezpečným dotykem.

Používané typy stínění jsou:

- Měděné drátové s protispirálou
- Olověný plášť (100 % ochrana před vniknutím vody)

Výrobce kabelu navrhne průřez podle velikosti zkratových proudů a dovoleného oteplení jednotlivých komponent kabelu dle IEC 61443, ČSN IEC 949.

Pro výpočet se uvažuje počáteční teplota stínění před zkratem 75°C , konečná teplota při zkratu podle použitých materiálů dle normy IEC 61443 odstavce 4.

3.1.4.1.4 Vodotěsnost

Rozhodnutí o vodotěsnosti je dáno typem prostředí uložení kabelu. Pro uložení kabelu do vody je nutné použít kabel ve vodotěsném provedení.

- Podélná (axiální) ochrana
Pro uložení kabelu do vody se doporučuje axiální vodotěsnost, zajištěná vodoblokující vrstvou v konstrukci kabelu (páska nebo prášek).
- Příčná (radiální) ochrana
Příčná ochrana se použije vždy a zajišťuje se laminovanou Al páskou na stínění z Cu drátů (pro výpočet dovoleného zatížení ani zkratového proudu stínění se neuvažuje), nebo kovovým pláštěm. Pro prostředí bez přítomnosti vody lze použít kabely bez podélné vodotěsnosti.

3.1.4.1.5 Vnější plášť kabelu

Podle uložení kabelu se používají dva základní typy pláště. Typ pláště vybíráme podle toho, jestli je kabel uložen v zemi, nebo se nachází v prostorech s přístupem vzduchu, jako jsou například kabelové tunely a rozvodny. V případě, že je kabel uložen v prostorech s přístupem vzduchu, použije se plášť kabelu z materiálu retardujícího plamen, který vyhovuje ČSN EN 60332 nebo se musí přijmout jiná opatření vyhovující ČSN EN 60332. V případě, že je kabel uložen přímo v zemi, není potřeba používat kabel s pláštěm s vlastnostmi retardujícími plamen. Standardním materiálem pláště s kvalitními mechanickými parametry je HDPE (polyetylen s vysokou hustotou).

Pro uložení kabelu do vody je nutné použít kabel vodotěsného provedení.

Každý kabel musí mít vnější plášť opatřen vnější polovodivou vrstvou pro provádění zkoušek neporužitelnosti pláště po pokládce kabelu.

Doporučená hodnota minimální tloušťky vnějšího pláště kabelu je podle IEC 60502 $t=0,035 \times D+1$ (mm), kde D je průměr pod vnějším pláštěm.

3.1.5 Konfigurace jednožilových kabelů

Jednožilové kabely se ukládají v těsném trojúhelníkovém svazku nebo vedle sebe s mezerami (rovné uložení). Výjimku tvoří uložení do chrániček, kde lze použít i trojúhelníkové uložení s mezerami. Způsoby uložení do chrániček jsou popsány v článku 3.3 této normy. Uspořádání se volí dle délky vedení a podmínek v trase vedení (např. zda je místo pro spojky).

3.1.5.1 Vlastnosti konfigurací jednožilových kabelů

Podrobnější porovnání vlastností konfigurací je uvedeno v příloze příloha f – porovnání vlastností Konfigurace kabelů 110 kv.

3.1.5.1.1 Uložení v těsném trojúhelníku

Výhody: menší prostorové nároky, menší ztráty ve stínění, lepší poměry při interferenci provozu kabelu na sdělovací vedení, nižší intenzita magnetické pole nad kabelem.

Nevýhody: vyšší oteplování sousedních žil, i při kompenzaci ztrát ve stínění nižší zatížitelnost než při uložení vedle sebe.

3.1.5.1.2 Uložení ploché, (vedle sebe) s mezerami

Výhody: nižší oteplování sousedních žil, při kompenzaci ztrát ve stínění vyšší zatížitelnost než při uložení v těsném trojúhelníkovém svazku.

Nevýhody: větší prostorové nároky, větší ztráty ve stínění, horší poměry při interferenci provozu kabelu na sdělovací vedení, vyšší intenzita magnetické pole nad kabelem.

3.1.6 Uzemnění kovových stínění nebo kovových plášťů kabelů

Základním zapojením kovového stínění nebo pláště u třížilového kabelového systému je jeho uzemnění na obou koncích kabelového vedení. Ke zvýšení zatížitelnosti kabelů snížením ztrát ve stínění a omezení indukovaného napětí na stínění lze použít i speciálních systémů uzemnění stínění: jednostranného uzemnění stínění a transpozice – křížové propojení stínění.

Podrobnější porovnání vlastností jednotlivých způsobů uzemnění kovových stínění je uvedeno v PŘÍLOHA J – vlivy na dimenzování kabelu 110 kV.

3.1.6.1 Oboustranně uzemněné systémy

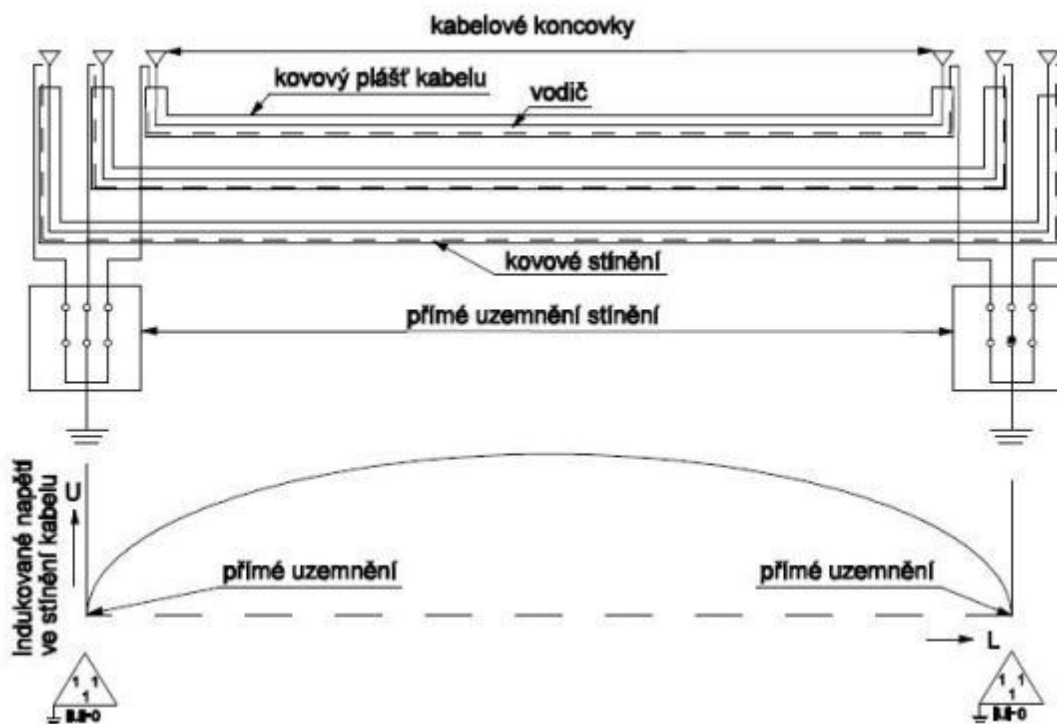
Oboustranně uzemnění kovových stínění nebo kovových plášťů kabelů, (používané zkrácené označení BEB nebo BE z angl. both-ends bonding, případně SB z angl. solid- bonding), obr. 3-2.

Kovové stínění nebo kovové pláště kabelů jsou přímo uzemněny na obou koncích kabelového vedení, ve spojkách jsou přímo propojeny. Ve spojkovištích může být provedena transpozice žil, docílí se tím zvýšení zatížitelnosti a lepších poměrů pro interferenci souběžných sdělovacích kabelů.

Výhody: na koncích kabelu není napětí proti zemi, jednoduché zapojení a spojování, dobré poměry při interferenci na sdělovací vedení.

Nevýhody: vyšší indukovaný proud v kovovém stínění nebo kovových pláštích kabelů, v důsledku toho vyšší ztráty v kovových částech, čímž se snižuje zatížitelnost kabelů, než uložení vedle sebe až o 10 až 15 %.

obr. 3-2 - Oboustranně uzemněné systémy (both end bonding)



3.1.6.2 Speciálně uzemněné systémy

Kabely a spojky musí být provedeny jako izolovaný systém stínění.

U speciálně uzemněných systémů se musí kontrolovat izolační stav vnějšího pláště kabelu, proto se musí pravidelně provádět plášťové zkoušky připojením 10 kV DC po dobu 1 minuty mezi kovové stínění či kovový plášť kabelu a vnější polovodivou vrstvu na povrchu vnějšího pláště kabelu. Případné porušení izolační schopnosti vnějšího pláště by způsobilo nežádoucí cirkulační proud v kovovém stínění nebo kovovém plášti kabelu, který by způsoboval dodatečné ohřívání kabelu, snížení zatížitelnosti, což by mohlo vést k destrukci izolace. Výpočet indukované napětí ve stínění v 3-fázové soustavě s neuzemněnými konci stínění je uveden v PŘÍLOHA J – vlivy na dimenzování kabelu 110 kV.

3.1.6.2.1 Jednostranné uzemněné systémy

Jednostranné uzemnění kovových stínění nebo kovových plášťů kabelů (používané zkrácené označení SPB z angl. single-point bonding) obr. 3-3.

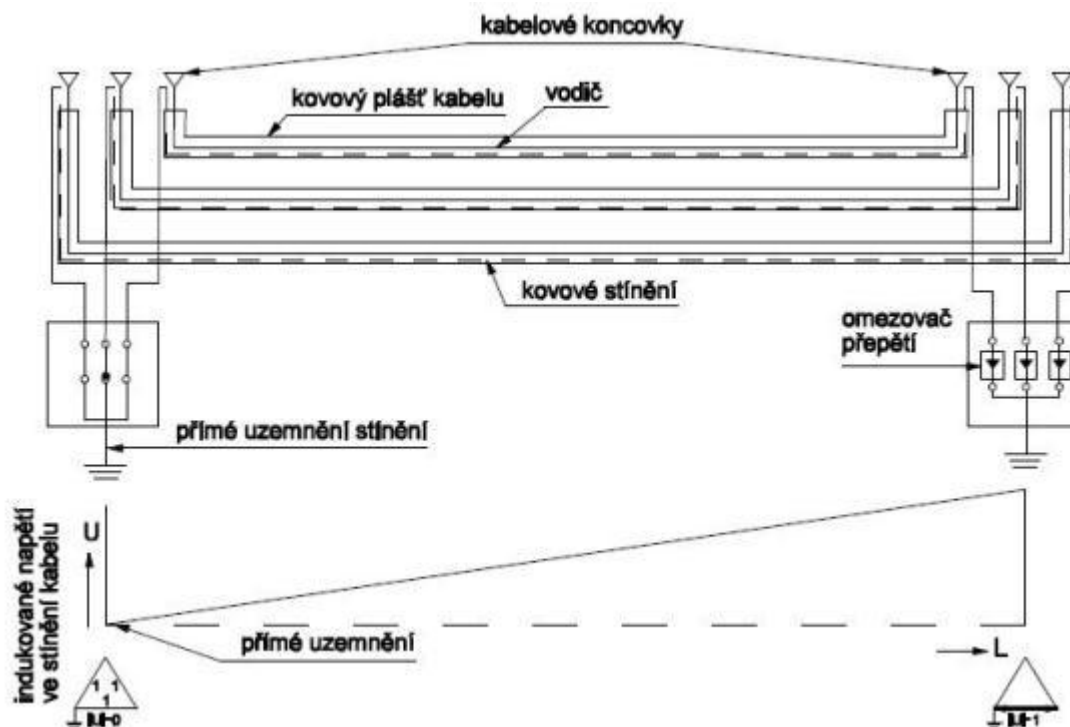
Kovové stínění nebo kovové pláště kabelů jsou uzemněny pouze na jednom konci kabelového vedení, ve spojkách jsou přímo propojeny.

Napětí na neuzemněném konci kovového stínění nebo kovovém plášti kabelu mohou při průchodu zkratového proudu dosáhnout vysokých nebezpečných hodnot. Velikost těchto napětí je přímo úměrná délce vedení, proto je možno tento systém uzemnění použít pouze pro omezené délky vedení, cca do 1 km. Pro limitování přepětí vzniklých vlivem atmosférických jevů nebo přechodových jevů v síti se musí použít na neuzemněném konci omezovače přepětí. Pro odvod proudů při poruše a omezení interferencí na sdělovací vedení bývá nutno přiložit paralelní zemní vodič odpovídajícího průřezu. Napětí na neuzemněném konci je vždy třeba ověřit výpočtem.

Výhody: v kovovém stínění nebo kovovém plášti kabelu neprotéká indukovaný proud, nevznikají ztráty, to umožňuje vyšší zatížitelnost, jednoduché spojkování.

Nevýhody: spočívají v nutnosti zajišťovat výše uvedená opatření.

obr. 3-3 - Jednostranné uzemněné systémy (single point bonding)



3.1.6.2.2 Transpozice cross-bonding

Transpozice – křížové propojení kovových stínění nebo kovových plášťů kabelů a vodivých jader jednotlivých fází jednožilových kabelů (používané zkrácené označení CB z angl. cross-bonding,) obr. 3-4.

Hlavní CB úsek, který je na obou koncích uzemněný, tvoří vždy 3 dílčí úseky, ve kterých jsou kovová stínění a kovové pláště kabelů ve spojkách přerušena, oddělena, izolovaně vyvedena a křížově propojena, případně k dosažení vyššího efektu jsou ve spojkovištích transponovány i jednotlivé žíly.

Rozdíl v délkách dílčích CB úseků by neměl přesahovat 5%.

Vedení může být tvořeno jedním hlavním CB úsekem nebo několika hlavními CB úseky. Použití CB je neekonomické, pokud je počet kabelových délek/bubnů na jednu fázi menší než 3.

Na kovovém stínění a většině spojek je při provozu stálé indukované napětí. Toto napětí při plném zatížení nesmí překročit hodnoty dovolených dotkových a krokových napětí podle tab.4 PNE 33 0000-1. Délka dílčích CB úseků musí být upravena tak, aby tyto hodnoty nebyly překročeny. Pro omezení případných přepětí při atmosférických nebo přechodových jevech se musí použít omezovače přepětí.

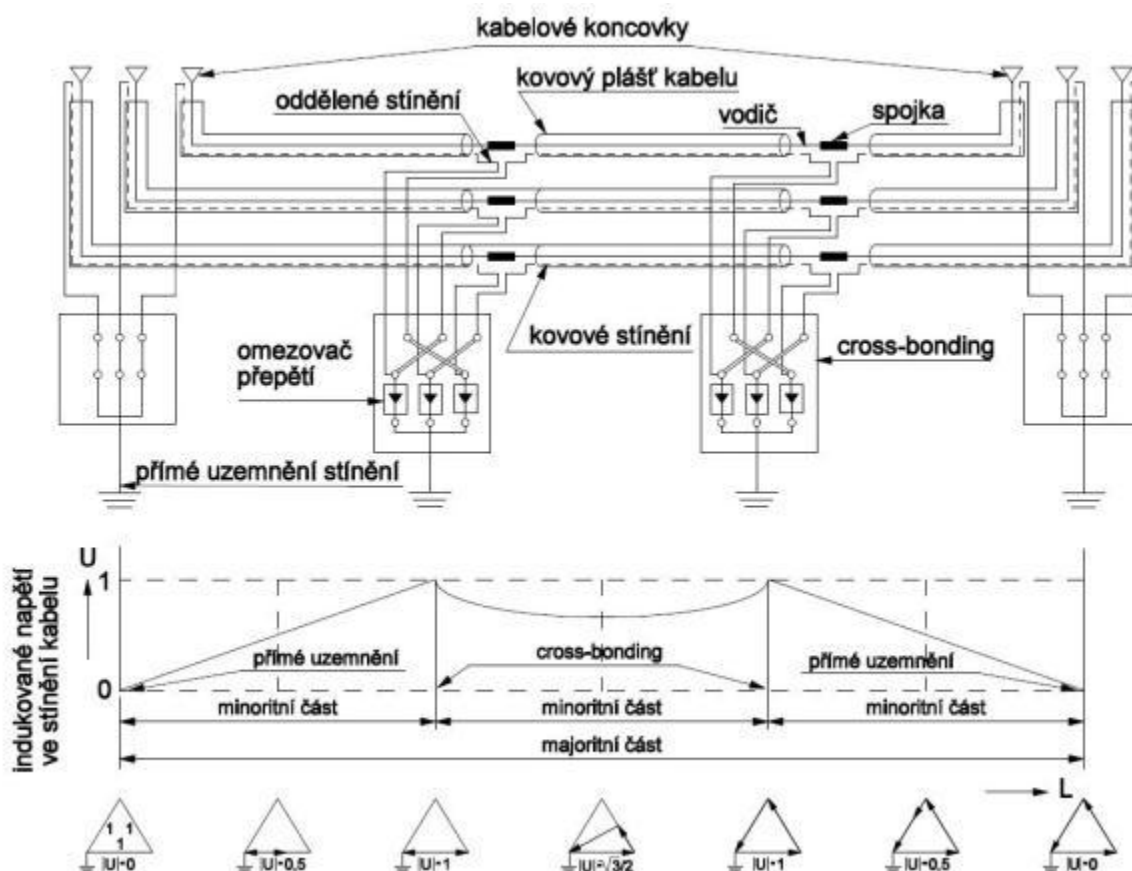
Zemnicí skřínky (viz odst. Ostatní zařízení této normy) pro propojování kovového stínění ve spojkách (pro uzemnění nebo CB) se umísťují do pilířů nebo do šachet zděných nebo z nevodivého plastu. Skřínky, pilíře nebo šachty musí být označeny příslušnými výstražnými tabulkami a zabezpečeny proti vniknutí nepovolaných osob.

Uzemnění, kontrola krokových a dotkových napětí a případná přídavná opatření v okolí skříněk (ekvipotenciální kruhy, izolační plochy, atp.) musí odpovídat příslušným ustanovením PNE 33 0000-1, podle toho zda jsou skřínky umístěny na místech odlehlých nebo často navštěvovaných.

Výhody: eliminace nebo výrazné snížení cirkulačních proudů ve stínění, nízké ztráty v kovovém stínění umožňují vyšší zatížitelnost, možnost uložení s mezerami, které snižuje vnější tepelný odpor, vyšší zatížitelnost umožňuje snížení průřezu a tím snížení nabíjecího proudu.

Nevýhody: Kabely a spojky musí být provedeny jako izolovaný systém stínění. Složitější spojkování s izolovaným vyvedením kovového stínění, provádění opatření uvedených výše.

obr. 3-4 - Transpozice cross-bonding



3.1.6.2.3 Kombinace více systémů

Systémy uzemnění stínění kabelu mohou být na trase vzájemně kombinovány. Vhodný způsob zemnění je třeba ověřit výpočtem.

3.1.7 Dimenzování kabelů 110 kV

Kabely se dimenzují na základě zadanych parametrů dle normy ČSN IEC 183+A1. Pro návrh průřezů kabelů 110 kV platí ČSN IEC 287-1-1 a ČSN IEC 287-2-1.

Informativní údaje o vlivech konfigurace, systému uzemnění stínění zatížitelnosti různých průřezů, podmínek uložení a vlivu souběhů jsou uvedeny v Příloze J – vlivy na dimenzování kabelu 110 kV.

3.2 Upevňování kabelů

Upevňovací prvky musí zajišťovat stabilitu kabelového systému a musí být navrženy tak aby odolávaly provozním vlivům.

Údaje o způsobech kladení a upevňování daného kabelu včetně příslušných výpočtů poskytuje výrobce s respektováním místních podmínek.

Provozní vlivy: termomechanický vliv a elektromagnetický vliv, působící mechanicky na kabelové vedení jsou uvedeny v Příloze G – Provozní vlivy na kabely 110 kV.

3.2.1 Upevňovací prvky

Pro názvosloví, vlastnosti a výpočet sil vyvolaných zkratovými proudy lze přiměřeně použít ustanovení ČSN EN 50368 Kabelové příchytky pro elektrické instalace.

3.2.1.1 Základní rozdělení prvků pro upevňování jednožilových kabelů

- svazkovací prvky pro volné uložení (v zemi) obr. 3-5.
- svazkovací a upevňovací prvky pro pevné uložení (na upevňovací konstrukci):
 - prvky s přichycením na upevňovací konstrukci obr. 3-15a.
 - mezilehlé svazkovací prvky bez přichycení na upevňovací konstrukci obr. 3-15b.
 - závěsné prvky obr. 3-16.

3.2.1.2 Rozdělení upevnění fází

- Jednofázové
- Třífázové

3.2.1.3 Pro volné uložení v zemi (kabely v trojúhelníku, ve svazku)

Viz obr. 3-5 a obr. 3-6

- Svazkovací pásek
- Polyamidová šňůra
- PE spony

3.2.1.4 Pro pevné uložení na vzduchu

- **Vodorovné (kabely v trojúhelníku, ve svazku nebo vedle sebe jednotlivě)**
 - Svazkovací pásek
 - Polyamidová šňůra

- PE spony
- Kovové příchytky (sonapky)
- Dřevěné příchytky
- **Závěsné (kabely v trojúhelníku)** obr. 3-16
 - Kabelové příchytky dle katalogů výrobce
- **Svislé (kabely v ploché formaci)**
 - Kabelové příchytky jednofázové a třífázové dle katalogů výrobce obr. 3-17.

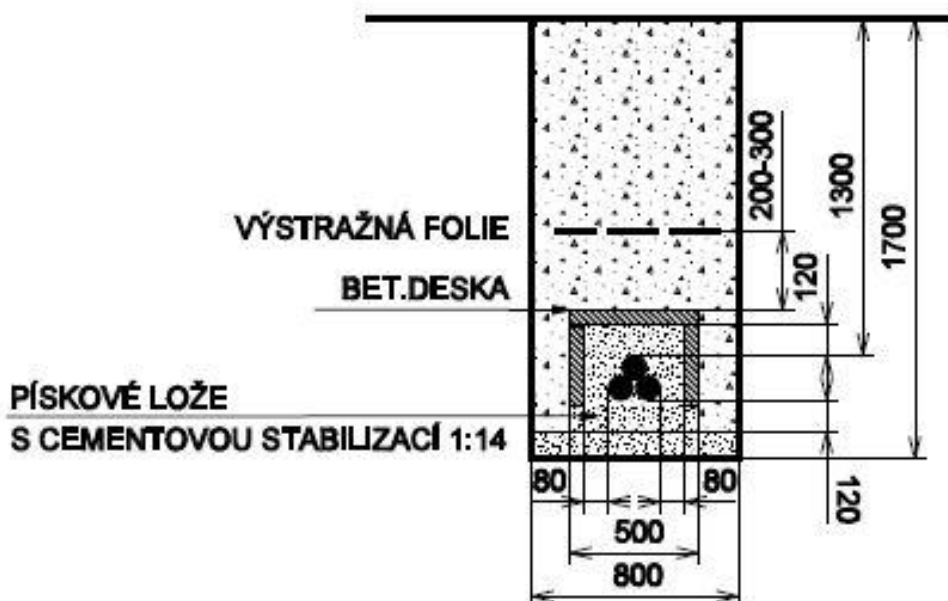
POZNÁMKA Jednofázové svazkové a upevňovací prvky nesmí být provedeny z nepřerušovaného magnetického materiálu

3.3 Kladení kabelů do země

3.3.1 Uložení do pískového lože s cementovou stabilizací

Kabely se musí ukládat do země v hloubkách nejméně podle tab. A-1 obr. 3-5 a obr. 3-6. Vzhledem k ostatním trasám sítí technického vybavení musí v hranicích měst a obcí uložení kabelů odpovídat ČSN 73 6005.

obr. 3-5 - Uložení kabelu v normální trase v trojúhelníkové formaci



obr. 3-6 - Uložení kabelu v normální trase v rovinné formaci



Není-li zadavatelem stanoveno jinak, uvažují se maximální teplota okolí v hloubce 1300 mm je v zimě a v létě $+20^{\circ}\text{C}$. Soustavu jednožilových kabelů 110 kV je možné ukládat v ploché formaci (vedle sebe) nebo trojúhelníkové formaci. Z prostorových důvodů je výhodnější ukládání do trojúhelníku. Při uložení do trojúhelníku jsou po pokládce pro udržení tvaru formace kabely svazkovány v celé trase. Vzdálenost svazků je 3 m. Kabely se ve výkopu ukládají do lože o minimální tloušťce 12 cm pod a nad kabelem. Tloušťka se měří od povrchu kabelu. Celková tloušťka lože nesmí být menší než 30 cm. Kabelové lože se provede z hubeného betonu, tj. suché směsi kopaného písku o velikosti zrn do 3 mm a cementu v poměru objemů 14:1, která stabilizuje tepelný odpor kabelového lože na hodnotu 1,2 Km/W. Z boku po obou stranách kabelu musí být uloženy na výšku min. 25 cm oddělovací betonové desky o tloušťce min. 4 cm. Nad kabelovým ložem se provede zakrytí betonovými deskami a výstražnou folií.

V případě, kdy nelze dodržet hloubku nebo způsob uložení kabelů, například při křížení jiných inženýrských sítí, je možné hloubku kabelového vedení v nezbytném rozsahu zvýšit nebo snížit.

3.3.2 Uložení v kabelových chráničkách

V případě přechodů komunikací, vjezdů apod. se ukládají kabely 110 kV do chrániček. Jednotlivé fáze vedení se ukládají do samostatných chrániček, doporučuje se založit v přechodu rezervní chráničku. Minimální vnitřní průměr chráničky by měl být minimálně $1,5 d_k$ pro přímé tažení, tažení chráničkou v ohybu se nedoporučuje. Doporučené hodnoty průměrů chrániček jsou v příloze E tab. E.1. Doporučené uložení chrániček pro uložení kabelů 110 kV je na obr. 3-7. Výstup z chrániček (rouř, žlabů) musí být proveden tak, aby se kabel nepoškodil, zejména nepřeskřípl. Při založení chrániček pro jednotlivé fáze vedení nesmí být použit magnetický materiál (ocelové rouřy).

Pro pokládku kabelového vedení 110 kV není vhodné zakládat prostupy v úsecích, které nejsou zcela rovné a to horizontálně ani vertikálně. V těchto případech hrozí nebezpečí, že při pokládce dojde při tažení tažným zařízením k napnutí lana a tím deformaci (proříznutí) plastové chráničky a následně při zatažení kabelu dojde k celkové deformaci nebo vytržení plastové chráničky a tím ke zneprůchodnění prostupu. Je proto nezbytné zakládat prostupy pro protažení pouze v rovných úsecích trasy. Na obr. B-10 je uveden nedoporučovaný způsob založení prostupů.

3.3.3 Uložení v kabelových žlabech

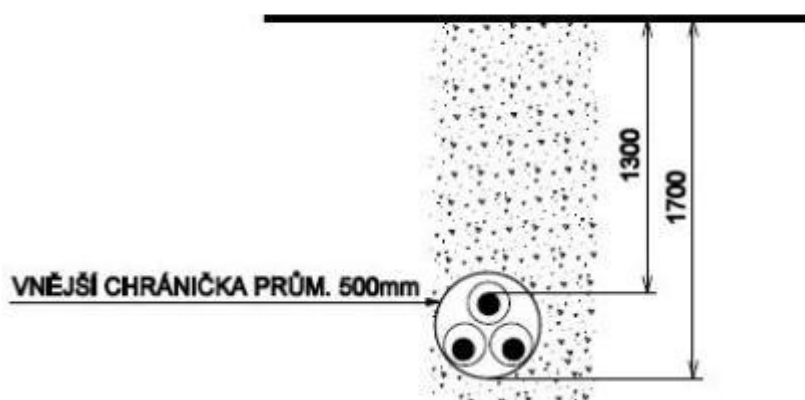
V případě, kdy nelze použít uložení do kabelového lože dle 3.3.1 nebo není-li trasa rovná nebo jde-li o ochranu stávajícího vedení a zároveň musí být vedení dodatečně mechanicky ochráněno uloží se kabelové vedení do kabelových žlabů. Jednotlivé fáze lze uložit do samostatných kabelových žlabů, uložení kabelového vedení do jednoho žlabu je možné v případě, že z boků bude mezi kabelem a kabelovým žlabem mezera minimálně 10 mm a shora minimálně 40 mm.

3.3.4 Bezvýkopová metoda pluhováním viz Příloha L

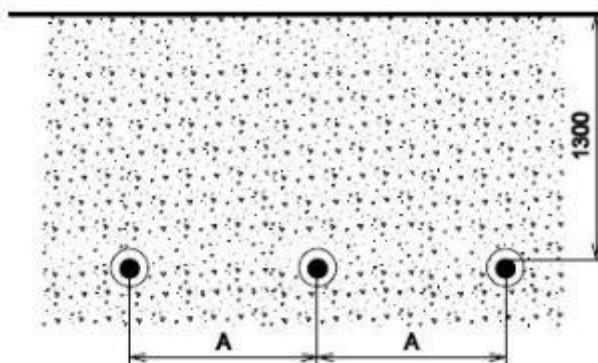
3.3.5 Uložení kabelu v podvrtnu

V případě přechodu vozovky podvrtem je nejvhodnější metoda řízeného vrtání. Před samotným podvrtem je nezbytné provést geologický průzkum. Třída těžitelnosti zeminy má přímý vliv na volbu velikosti tlačné síly a tím také na tloušťku stěny protlačovaného potrubí. Konečnou technologii podvrtní, tlačnou sílu i tloušťku stěny použitého potrubí a vzdálenost "A" v případě rovinné formace stanoví prováděcí projekt na základě výše zmíněného geologického průzkumu. Příklady uložení kabelů v podvrtnu jsou na obr. 3-7 a obr. 3-8.

obr. 3-7 - Uložení kabelu v podvrtnu s ochranou vnější chráničkou a s chráničkami jednotlivých fází



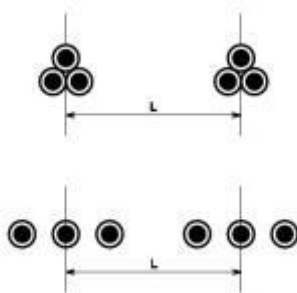
obr. 3-8 - Uložení kabelu v podvrtnu s ochranou jednotlivých fází chráničkami z nemagnetického materiálu



3.3.6 Souběh a křížování kabelů v zemi

Kabely 110 kV se s ohledem na svojí důležitost zpravidla neukládají v souběžných trasách. Nezávislá trasa je z hlediska bezpečnosti ve vzdálenosti $L = 3$ m. Ukládání kabelů 110 kV je z hlediska vzájemného vlivu omezeno zejména z hlediska tepelného namáhání.

obr. 3-9 - Způsob uložení kabelu 110 kV do trojúhelníkové a rovinné formace

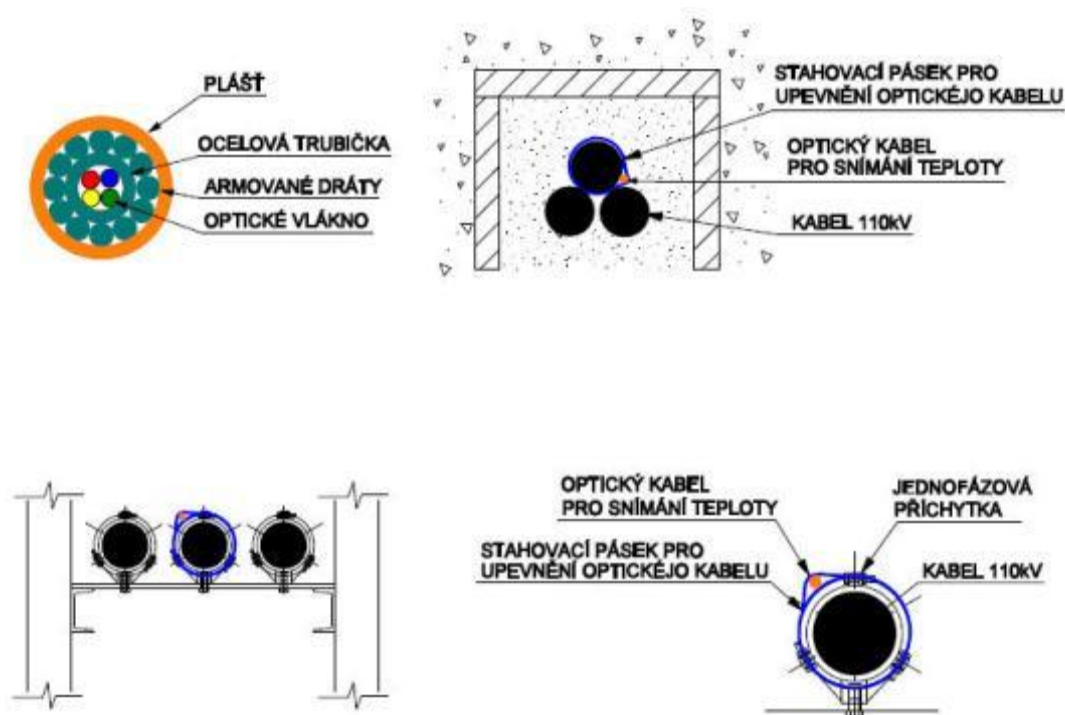


3.3.7 Kontrola oteplení

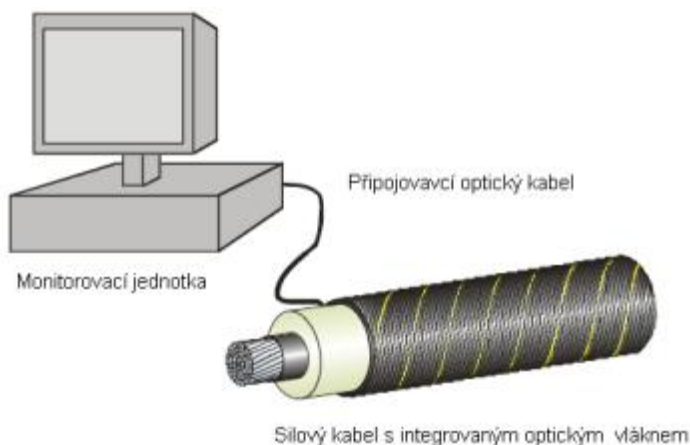
Provádí se kontinuálně optickým vláknem nebo bodově pomocí teplotního čidla. Měření pomocí optického vlákna umožňuje měření teploty kabelu po celé délce on-line. Používá se tam, kde dochází k častým změnám tepelných podmínek uložení kabelu:

- Optický kabel je dodatečně instalován na plášť kabelu 110 kV dle obr. 3-10
- Optické vlákno je integrováno přímo ve stínění kabelu 110 kV, obr. 3-11.

obr. 3-10 - Umístění optického kabelu vně pláště silového kabelu



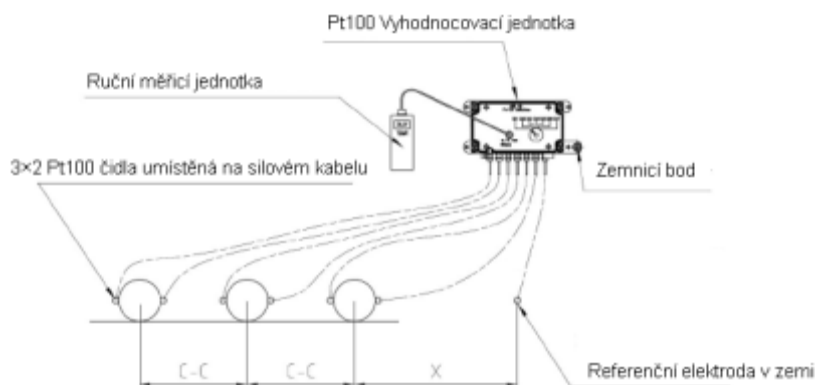
obr. 3-11 - Příklad zapojení systému DTS



Další možností je bodové měření teploty:

Měření teploty pomocí Pt100. Princip měření spočívá ve změně elektrického odporu drátu v závislosti na teplotě obr. 3-12.

obr. 3-12 - Měření čidlem



3.3.8 Ochrana před mechanickým poškozením

3.3.8.1 Výstražné folie

Výstražná fólie se uloží v souladu s ČSN 73 6006. Hloubka uložení folie je 20-30 cm nad kabelovou trasou kabelového vedení 110 kV, popřípadě nad chráničkami nebo vnější betonovou deskou. Fólie bude v celé šíři kabelové trasy. Barva folie je červená.

3.3.8.2 Krycí desky

Ke krytí kabelové trasy se používají v normální kabelové trase shora a ze strany kabelového lože betonové desky s minimální tloušťkou 45 mm.

3.3.8.3 Plastové chráničky

V místech křížení s jinými inženýrskými sítěmi se jednožilové kabely ukládají podle článku 3.3.2.

Pro dodatečnou ochranu stávajících kabelů nebo přídavnou ochranu nových kabelů 110 kV lze použít ochranné kabelové chráničky dělené. Chráničky je nutné obetonovat vrstvou beto-

nu minimálně 50 mm mezi sebou a 100 mm okolo chrániček. Obetonování trubek je nutné s ohledem na mechanické účinky tažení kabelu.

3.3.8.4 Kabelové žlaby

V místech křížení kabelové trasy s jinými sítěmi, v místech kde není možné provést rovnou kabelovou trasu a zejména při dodatečné ochraně stávajících kabelů je možné uložení kabelů do kabelových žlabů. Kabelové žlaby v případě nové pokládky musí být uloženy na rovný povrch. Trasa bude podbetonována souvislou vrstvou betonu tloušťky minimálně 50 mm. V případě, kdy trasa není rovná, doporučuje se místa ohybů mezi jednotlivými žlaby překrýt další vrstvou betonových krycích desek. Při ochraně stávající kabelové trasy je možné ochránit kabely překrytím kabelových žlabů shora. Místo zákrytových desek bude kabelová trasa podbetonována s dostatečným přesahem tak, aby otočený kabelový žlab byl okraji usazen na spodní betonovou vrstvu.

3.3.8.5 Markery

Významná místa na trase kabelového vedení: křížení se sítěmi, místa odbočení, začátky a konce prostupů, vstupy do objektů, spojkoviště, cross-bondingy je možné označit podpovrchovými markery. Jsou to pasivní antény, které pracují bez vnitřních zdrojů, které by se vybíjely. Materiál markeru musí být pevný a odolný proti účinkům chemikálií, vody, nesmí propouštět minerály a musí odolávat teplotním extrémům vyskytujícím se pod zemí. Markery se instalují v době pokládky nebo při opravě (údržbě) mezi kabelovou trasu a výstražnou folii v hloubce 1000 mm. V energetice bude použit marker červené barvy pasivní s čtecím dosahem 1,5 m. K identifikaci markeru je nutné použít kompatibilní lokátor.

3.3.9 Styk kabelů s ostatními podzemními vedeními

Pro uložení kabelů 110 kV při křížení s inženýrskými sítěmi se vychází z ČSN 73 6005 tab. A1 a A2. Dál je nutné respektovat prostorové možnosti v místě křížení.

3.3.10 Kabelové křižovatky s komunikacemi, sítěmi, dráhami a vodními toky

3.3.10.1 Křížení s komunikacemi

Křížení kabelové trasy s komunikacemi se řídí ČSN 73 6005. Kabel musí být mechanicky ochráněn tak, aby nedošlo k jeho poškození a zároveň byla umožněna jeho oprava nebo výměna. V případě použití otevřeného výkopu a založení chrániček pro jednotlivé fáze je možné ukládání kabelů v plastových chráničkách v trojúhelníkové formaci podle obr. B-1 nebo v rovinné formaci podle obr. B-2. V těchto případech se doporučuje spolu s chráničkami založit v přechodu rezervní chráničku. Chráničky musí být uloženy rovně bez oblouků. Překrytí chrániček je min. 0,5 m za přechod komunikace. Při zakládání je nutné přesné a rovné napojení chrániček na sebe. Chráničky a jejich spoje se obetonují.

3.3.10.2 Křížení s inženýrskými sítěmi

Křížení kabelové trasy s ostatními sítěmi se řídí ČSN 73 6005. V případech kdy nelze dodržet hloubku uložení kabelů například při křížení jiných inženýrských sítí je možné hloubku kabelového vedení v nezbytném rozsahu zvýšit nebo snížit. V tomto případě musí být kabelové vedení mezi sebou dodatečně mechanicky ochráněno přepážkou odolávající elektrickému oblouku. Dále musí být zajištěna dostatečná mechanická ochrana kabelového vedení z hlediska vnější zátěže. Oddělení se provede betonovou deskou, nebo uložení kabelu do kabelového žlabu nebo uložení do kabelové chráničky s vnějším obetonováním. Způsob křížení a ochrany kabelů musí být projednán se správcí křižujících sítí. Příklady uložení s vybranými sítěmi jsou na Příklady uložení s vybranými sítěmi jsou na obr. B-3, obr. B-4, obr. B-5, obr. B-6 a obr. B-7.

3.3.10.3 Křížení s železniční tratí

Křížení s železniční tratí se provádí v souladu s ČSN 73 6301 a ČSN 375711. Je nutné plně respektovat požadavek správce dráhy na hloubku uložení podchodu dráhy, dále na způsob provádění přechodu a materiál chrániček, zejména s ohledem na požadavek na užití nemagnetických materiálů. Chráničky pod železniční tratí se zřizují protlakem. Krytí chrániček musí být nejméně 1500 mm od pláň tělesa železničního spodku (respektive 2000 mm od horní úložné plochy pražce). Chránička musí být v celé délce křížení a pokud je to možné provádí se kolmo na železniční trať. Konce chrániček musí být nejméně 600 mm od vnější hrany příkopu nebo 2000 mm od paty svahu náspu, přičemž tato vzdálenost nesmí být menší než 4000 mm od osy koleje. Doporučuje se v prostupu založit rezervní chráničku. Vzor křížení s železniční tratí je uveden na obr. B-7.

3.3.10.4 Křížení s vodními toky

Křížení s vodními toky se provádí v souladu ČSN 75 2130.

U kabelových vedení uložených pod dnem vodního toku nebo vodní nádrže musí být krytí (vzdálenost "A") u:

- sledovaných vodních cest u silových kabelů min 2000 mm, přitom alespoň na hloubku 500 mm od povrchu dna koryta musí být proveden kamenný zához.
- ostatních toků a nádrží je u silových kabelů krytí nejméně 1000 mm.
-

Chránička musí být provedena v celé délce podchodu a smí být ukončena (vzdálenost "B") u:

- ohrázaného toku až za ochranným pásmem hráze, nejbližší 4m od vzdušní paty hráze.
- neohrázaných upravených toků 6 m.
- sledovaných vodních cest 10 m od břehové čáry.
- neupravených toků v místě dohodnutém se správcem toku.

Vzor křížení s vodním tokem je uveden na obr. B-8 a B-9.

3.3.11 Ochrana kabelového vedení před bludnými proudy a vnější vlivy

3.3.11.1 Ochrana kabelu 110 kV

Kabel 110 kV je tvořen celoplastovým vedením s vnější izolací pláště z materiálů HDPE nebo PVC, tento materiál je dostatečně odolný proti vlivu bludných proudů.

3.3.11.2 Působení vedení vvn na souběžná vedení

Kabelová vedení vvn v sítích TT v distribučních soustavách mohou při jednofázovém zkratu způsobit nebezpečné popř. ohrožující vlivy. Je tedy nutná kontrola výpočtem dle výše zmíněných norem, kde nelze zanedbat geometrické uspořádání fází v kabelovém systému. Uložení vedle sebe svou nesymetrií může vyvolat trvalý ohrožující resp. nebezpečný vliv.

Pro velikost vlivů je dále je důležitá konstrukce kabelu a zejména vodivost resp. průřez kovového stínění či kovového pláště, které přímo určuje hodnotu tzv. redukčního činitele stanoveného výpočtem nebo je udáván výrobcem.

Z hlediska vlivu je důležité důsledné zemnění v koncovkách, spojkách a kříženích. Průchodky a chráničky se nedoporučují používat z vodivých materiálů v případě nevyhnutelnosti jejich délku co nejvíce zmenšit.

3.3.11.3 Ochrana sdělovacích vedení a zařízení před nebezpečnými vlivy trojfázového vedení vvn

Ochrana sdělovacích vedení a zařízení před nebezpečnými vlivy trojfázového vedení vvn je řešena v normě ČSN 33 2160: Elektrotechnické předpisy. Předpisy pro ochranu sdělovacích vedení a zařízení před nebezpečnými vlivy trojfázových vedení vn, vvn, zvn.

3.3.11.4 Elektromagnetické vlivy na okolí kabelu

3.3.11.4.1 Elektrické pole.

Na rozdíl od venkovních vedení nevzniká v okolí kabelů elektrické pole. Elektrické pole je uzavřeno mezi vodičem kabelu a uzemněným kovovým stíněním nebo kovovým pláštěm kabelu.

3.3.11.4.2 Magnetické pole.

Pro nejvyšší přípustné hodnoty magnetických polí v okolí kabelu platí hodnoty uvedené v ČSN 332040 a Nařízení Vlády ČR č.480 z r.2000.

Velikost magnetického pole závisí na velikosti proudu v kabelu, na velikosti cirkulačního proudu v kovovém stínění kabelu, na konfiguraci a osově vzdálenosti žil, na hloubce uložení kabelu, na výšce zjišťovaného pole nad zemí a na vodorovné vzdálenosti od osy kabelu.

Nižší magnetické pole je u konfigurace v trojúhelníku, velikost magnetického pole se zvyšuje s velikostí osově vzdálenosti kabelových žil, týká se to zejména spojovacího, spojky a případné vývody stínění se musí ukládat pokud možno blízko sebe.

Orientační hodnoty magnetického pole, které lze předpokládat u kabelových vedení 110 kV jsou uvedeny v Příloze K PŘÍLOHA k – orientační hodnoty magnetického pole nad kabely 110 kV.

3.4 Uložení kabelů na vzduchu

3.4.1 Způsoby upevnění kabelů

Kabelové vedení se na vzduchu upevňuje pomocí svazků a kabelových příchytů zajišťujících stabilitu kabelového systému. Současně však musí být tyto prvky navrženy tak aby odolávaly provozním vlivům.

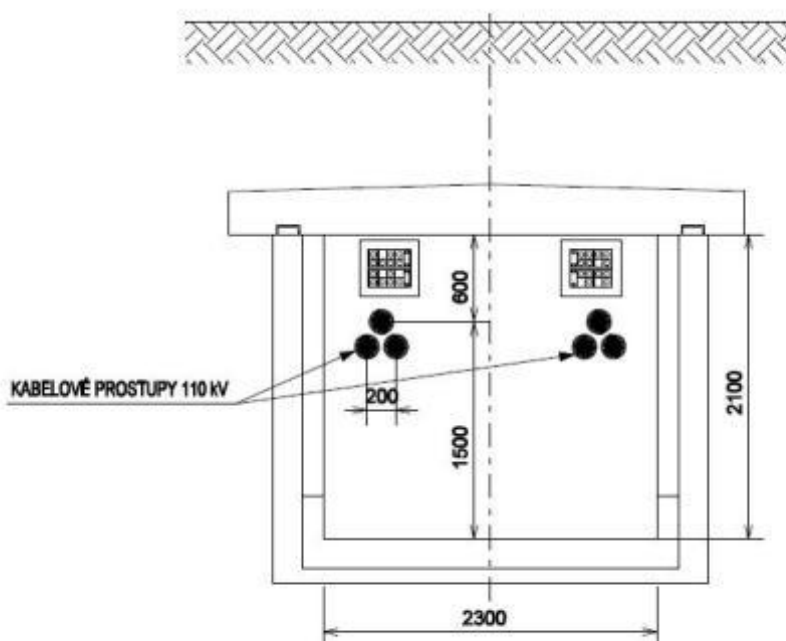
3.5 Kladení kabelů v kabelových kanálech a tunelech

Uložení kabelů 110 kV v kabelových kanálech, podlažích a šachtách distribuční a přenosové soustavy držitelů licence pro přenos a distribuci elektřiny se řídí PNE 38 2157. Uložení kabelů 110 kV v kolektorech, technických chodbách, kanálech a suterénních rozvodech, v ostatních případech se řídí ČSN 73 7505.

3.5.1 Prostupy

Pro prostupy do kabelových kanálů se použijí průchodky pro jednotlivé fáze dle obr. 3-13. Jeden prostup pro průchod všech tří fází se nedoporučuje. Vnitřní průměr chráničky D má být minimálně 1,5x větší než vnější průměr kabelu d_k . Prostup do kabelového prostoru musí umožňovat utěsnění proti vlhkosti a plynu. Navazující trasy před a za prostupem musí umožňovat pokládku kabelů s dovolenými poloměry kabelu.

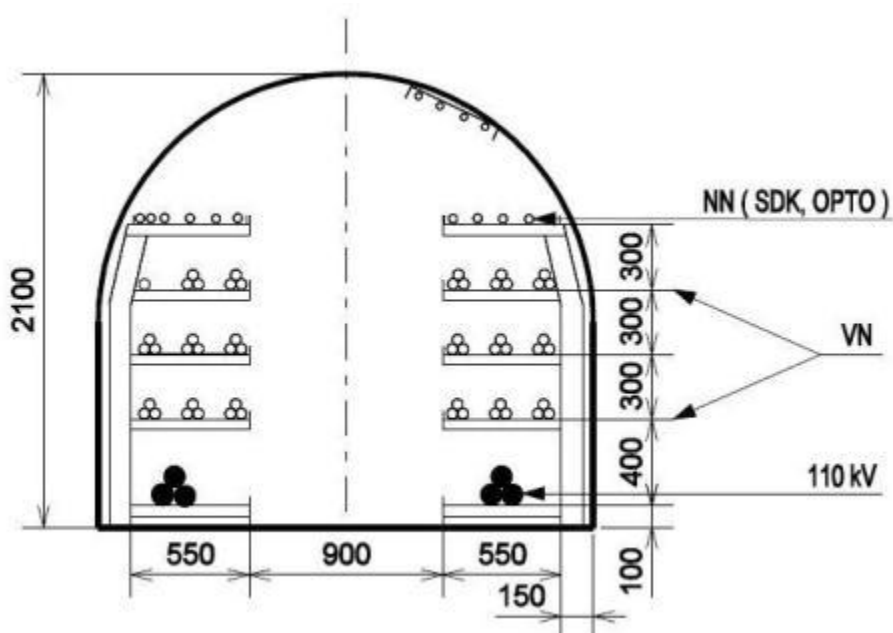
obr. 3-13 - Pohled na prostup ke kabelu 110 kV do kopané trasy



3.5.2 Uložení vodorovné

Vodorovně se kabely 110 kV ukládají na samostatných lávkách. Uložení více kabelů na jedné lávce se nedoporučuje. V případě, že je nutné kabely uložit na jedné lávce musí být odděleny protipožární přepážkou a mezi výložníky musí být dostatečná vzdálenost pro opravu a údržbu obou kabelových vedení. Vzdálenost výložníků mezi sebou se řídí PNE 38 2157 odstavec 4.1.4. V případě kabelových kanálů, ve kterých není uvažováno se spojkami nebo v případě, že jsou kanály navrženy s prostory se spojkovišti (tj. rozšířený prostor kanálu umožňující montáž spojek) může být vzdálenost sousedních lávek nad kabelem 110 kV 400 mm podle obr. 3-14..

obr. 3-14 - Řez kabelovým tunelem s uložením 110 kV

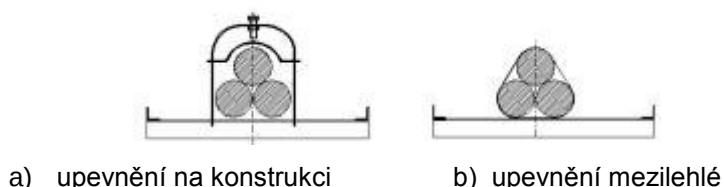


Na upevňovací konstrukci se kabely ukládají pevně za použití prvků s přichycením a bez přichycení (mezilehlých) podle obr. 3-15 nebo pomocí závěsných prvků dle obr. 3-16.

Kabely pevně uložené se ukládají tak, aby při oteplování za provozu zachovávaly svou pozici na lávkách nebo roštech a nedošlo k jejich poškození ani při prodlužování oteplováním ani dynamickými proudy při zkratech.

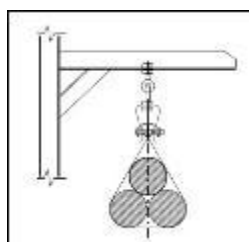
Upevnění kabelu navrhuje výrobce (dodavatel) kabelu.

obr. 3-15 - Detail upevnění svazku k lávce a svazkování ve vodorovné trase



Kabely volně upevněné umožňují prodlužování na délku i příčné zvlnění na šířku v případě oteplování kabelu tím, že se kabel více zvlní mezi jednotlivými pevnými přichyceními na konstrukci. Upevnění kabelu navrhuje výrobce (dodavatel) kabelu.

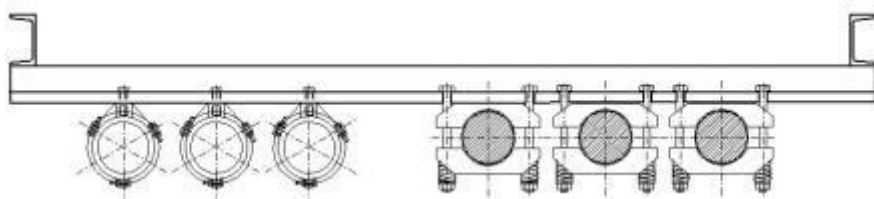
obr. 3-16 - Detail volného upevnění kabelu ve vodorovné trase



3.5.3 Uložení svislé

Pro svislé uložení kabelů se doporučuje ploché uložení a uchycení pro kabely 110 kV po samostatných fázích. Vzdálenost příchytů se řídí PNE 38 2157 čl.4.3.

obr. 3-17 - Příklad svislého uložení kabelů



Příchytka nesmí snižovat požární odolnost kabelového systému.

3.6 Ochrana kabelových vedení 110 kV

- Ochrana před nebezpečným dotykovým napětím je provedena zemněním s rychlým vypnutím a uvedením na stejný potenciál.
- Proti atmosférickému přepětí se řeší svodiči přepětí.
- Proti přetížení a zkratu distanční ochranou a srovnávací ochranou.
- Proti přepětí mezi stíněním kabelu a koncovkou je řešeno svodiči přepětí.
- U vyvedených konců stínění je možné jejich umístění provést do samostatného rozvaděče s odpovídajícím krytím IP podle umístění rozvaděče nebo přímou montáží svodiče mezi stíněním a uzemnění (venkovní prostředí).

3.7 Ochrana kabelů proti šíření požáru

Základní požadavky na ochranu kabelových tras proti šíření požáru jsou uvedeny v ČSN 73 0802:2009 a ČSN 73 0804:2009, přičemž klasifikace stavebních výrobků a konstrukcí staveb souvisejících s elektrickými zařízeními a rozvody jsou uvedeny v ČSN 73 0810 :2009.

Pro předpoklad, že by kabely 110 kV byly určeny (zůstat v provozu i při požáru) pro konkrétní plnění cílových požadavků uvedených v ČSN 73 0848 (kapitola 1. „Předmět normy“), platila by pro požárně bezpečnostní provedení rozvodů 110 kV tato norma. Jinak ČSN 73 0848 neplatí pro distribuční soustavy s licenci podle zákona č. 458/2000 Sb, ve znění pozdějších předpisů (Energetický zákon).

Ochrana kabelů 110 kV proti šíření požáru, pokud jsou uloženy v objektech, se tedy řídí základní ČSN 73 0804. Prostupy kabelů požárně dělicími konstrukcemi a požárními přepážkami se provádějí podle ČSN 73 0810 čl. 6.2.1 a 6.2.2. a dle čl. 12.4 normy ČSN 73 0804. Požární uzávěry prostupů musí odpovídat klasifikaci podle ČSN EN 13501-2 a musí být odzkoušeny z hlediska požární odolnosti dle ČSN EN 1366-3. Pro distributory a výrobce el. energie navíc platí PNE 38 2157. Nově instalované kabely 110 kV musí odpovídat odolnosti proti šíření plamene a požadavkům ČSN EN 50266-2-2, (dříve ČSN 50 265-2-1). Základní požadavek na plášť kabelů je minimálně „Odolnost proti šíření plamene“ odpovídající ČSN EN 60332-1-1 a ČSN EN 60332-1-2. Podle charakteru prostoru, do kterého je vedení 110 kV ukládáno, se stanovují délky požárních úseků, které jsou podle potřeby děleny hlavními (HPP), dílčími (DPP), případně podélnými (PPP) požárními přepážkami. Proti liniovému šíření požáru ve vodorovných trasách musí být kabely opatřeny protipožárními předěly. Ty se provádějí souměrně, v kroku (s osovou vzdáleností předělu), max. 50 metrů, každý v délce 3,0 m, po celém obvodu každé žíly, protipožárním nátěrem (resp. nástřikem). Materiál určený k tomuto nátěru či nástřiku musí atestačně vykazovat retardační vlastnosti odpovídající třídě reakce na oheň A1. Trasy ve svislých dílech (šachtách, jamách) se opatřují protipožárním nátěrem v celé délce trasy, s přesahy do vodorovných tras 1,0 m. Svislé trasy bývají zpravidla vedeny i únikovými cestami. Jednotlivé polohy (trasy lávek) na nichž jsou ve vodorovných trasách instalovány kabely 110 kV musí být v celé délce vzájemně odděleny vodorovným průběžným předělem tvořeným deskami vykazujícími vlastnosti třídy reakce na oheň A1 v souladu s požadavky ČSN EN 13 501-1. podobně se řeší i svislé trasy. Desky v souladu s ČSN 33 2000-5-52 čl. 521.N11.10.4 až 521.N1.10.7 slouží jako přepážka, která chrání vedení sousedních poloh, proti tepelným účinkům elektrického oblouku při poruchovém jevu. Spojky se provádějí výlučně ve vodorovných trasách. Při spojování se dává přednost provedení spojek ve výkopu v zemi, před spojováním v objektu. Pokud se provádí spojování v objektu, musí být spojky oboustranně ošetřeny s přesahem nátěru 0,5 m do hladké trasy, protipožárním nátěrem v třídě A1 reakce na oheň, pokud již svojí konstrukcí tuto vlastnost neprokazují. Pro každý prostor, do něhož má být provedena pokládka kabelů 110 kV, musí být předem vypracována, a (s HZS i s provozovatelem) bezrozporově odsouhlasena, zpráva požárně bezpečnostního řešení, dle §41 odst 2 a 4 vyhlášky č. 246/2001 Sb., o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru (vyhláška o požární prevenci), na základě které bude pokládka, provoz a údržba realizována.

POZNÁMKA: Pro požární ochranu kabelů 110 kV ukládaných do sdružených tras, (kolektorů) platí navíc znění ČSN 73 7505 (kapitola 10 „Požární bezpečnost“), ve znění současně platné legislativy. Kapitola 10 ČSN 73 7505 byla podle § 3 zákona č.142/1991 Sb.,ve znění zákona č.632/1992 Sb., závazná v rozsahu působnosti MV ČR – Hlavní správy HZS na základě jejich požadavku. Zákon č. 142/1991 Sb., ve znění zákona č. 632/1992 Sb., byl s účinností od 1.9.1997 zrušen zákonem č. 22/1997Sb.,o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů. Na základě toho ČSN 73 7505 respektive její kap. 10 již není závazná, ale jen obecně platná. Provozovatelé kolektorů však ČSN 73 7505, respektive kap. 10. ve znění současně platné legislativy nadále používají, vzhledem k tomu, že není k dispozici vhodnější regulativ.

PŘÍLOHA A – HLOUBKA ULOŽENÍ KABELŮ

tab. A-1 - Hloubka uložení

Napětí kV	Hloubka H mm		
	Terén	chodník	Vozovka, krajnice vo- zovky
Do 1*	700	350	1000
Nad 1 až 10	700	500	1000
Nad 10 až 35	1000	1000	1000
Nad 35 až 110	1300	1300	1300
Sdělovací řídící a zvláštní ob- vody	obvykle ve stejné hloubce jako kabel silový		

**) Hloubka uložení H = 700 se použije v terénu při pokládce kabelů bez mechanické ochrany podle 2.2.1 způsobem podle obrázku 2-1b a při uložení kabelů do orné půdy podle obrázků 2-1a i 2-1b. Uložení kabelů ve volném terénu pluhováním je na obrázcích 2-1c a 2-1d.*

Hloubka uložení do chodníku je minimální a uložení musí odpovídat místním podmínkám (hloubce a skladbě podkladních vrstev, vyjádření správců komunikací atd.)

tab. A-2 - Vzdálenost kabelů v zemi vedle sebe mimo zastavěná území

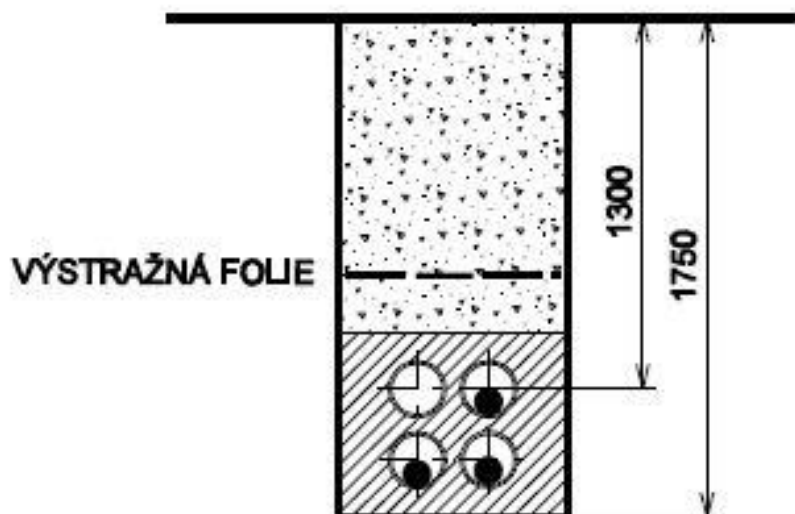
Označení	Seskupení kabelů v zemi vedle sebe, nad (pod) sebou	Nejmenší vzdálenost souběžných kabelů (mm)	
		vnější (mezi povrchem kabelů)	osová (mezi středy kabelů)
1.	Sdělovací, řídicí a zvláštní obvody silového rozvodu	50	-
2.	Sdělovací a silový		
	do 1 kV	150	-
	nad 1 kV	200	-
3.	Silový a silový nebo silový a řídicí a zvláštní obvod		
	do 1 kV	50	100
	do 6 kV	100	150
	do 10 kV	150	200
	22 a 35 kV	200	300
	35kV do 110 kV	500	700

Vzhledem k ostatním trasám sítí technického vybavení musí v hranicích měst a obcí uložení kabelů odpovídat ČSN 73 6005.

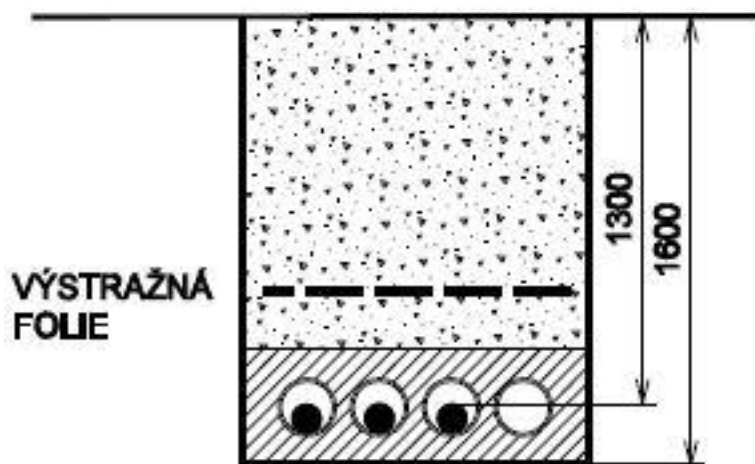
PŘÍLOHA B – PŘÍKLADY KLADENÍ KABELŮ

Příklady kladení kabelů do 110 kV

obr. B-1 - Uložení kabelu v přechodu komunikace v trojúhelníkové formaci – přechod překopem, 3xchránička + rezervní chránička, chráničky obetonovat

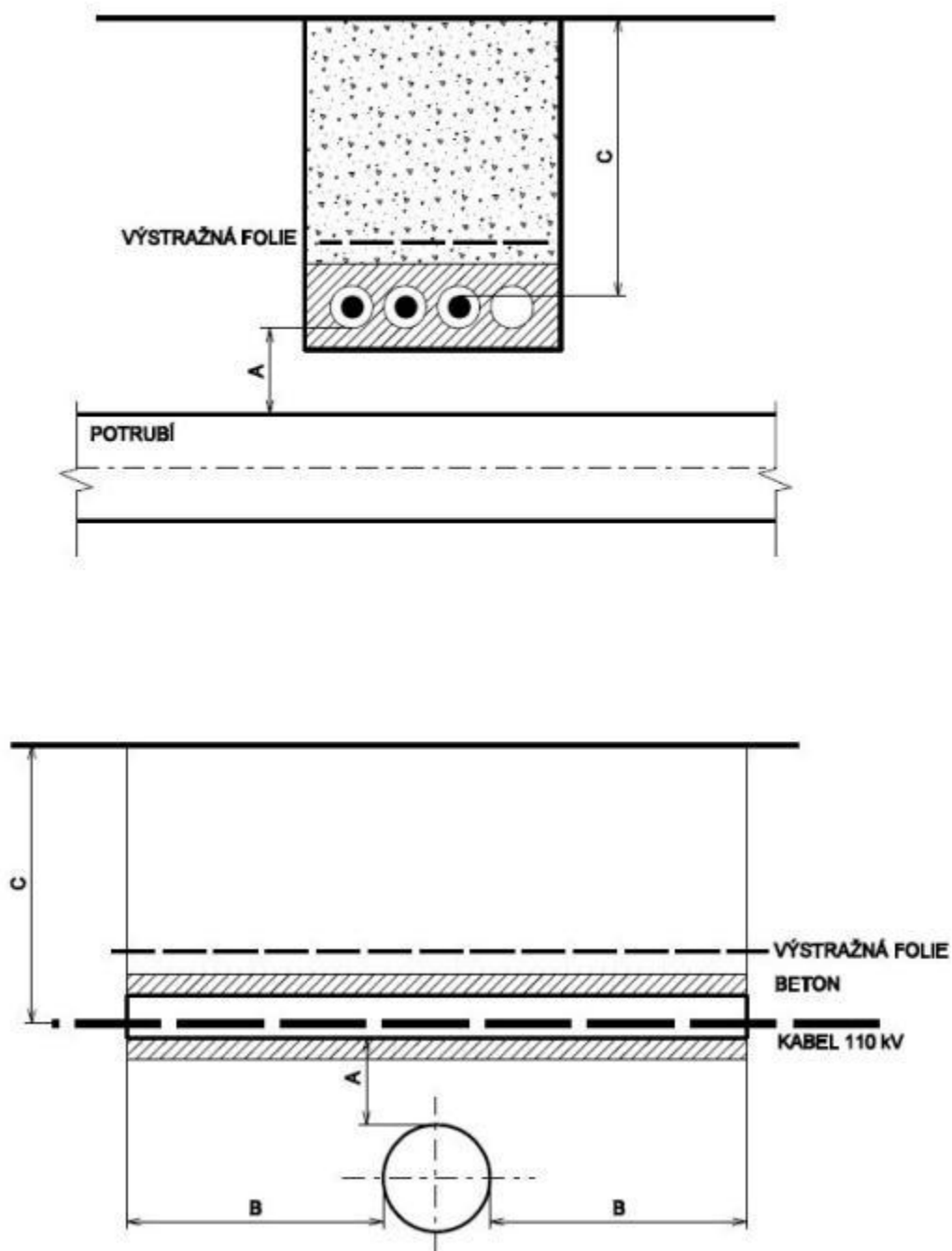


obr. B-2 - Uložení kabelu v přechodu komunikace v rovinné formaci – přechod překopem, 3xchránička + rezervní chránička, chráničky obetonovat



Příklady křížení kabelů 110 kV s ostatními sítěmi

obr. B-3 - Křížení kabelů 110 kV s potrubím (plyn, voda, kanalizace), uložení kabelu nad potrubím s ochranou jednotlivých fází chráničkami+rezervní chránička, chráničky obetonovat



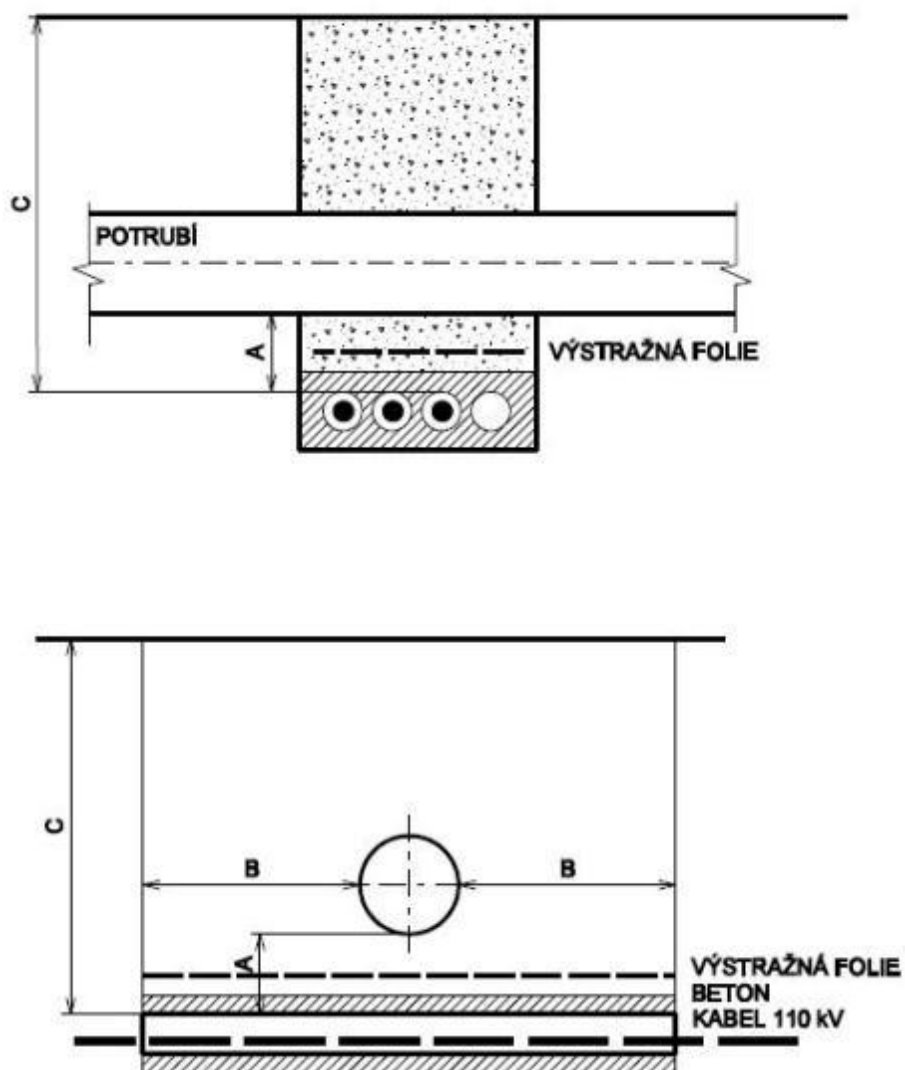
Poznámka:

A – vzdálenost podle ČSN 736005 tab. A2

B – ochranné pásmo křížovaného vedení

C – krytí kabelového vedení 110 kV -1300mm

obr. B-4 - Křížení kabelů 110 kV s potrubím (plyn, voda, kanalizace), uložení kabelu pod potrubím s ochranou jednotlivých fází chráničkami+rezervní chránička, chráničky obetonovat



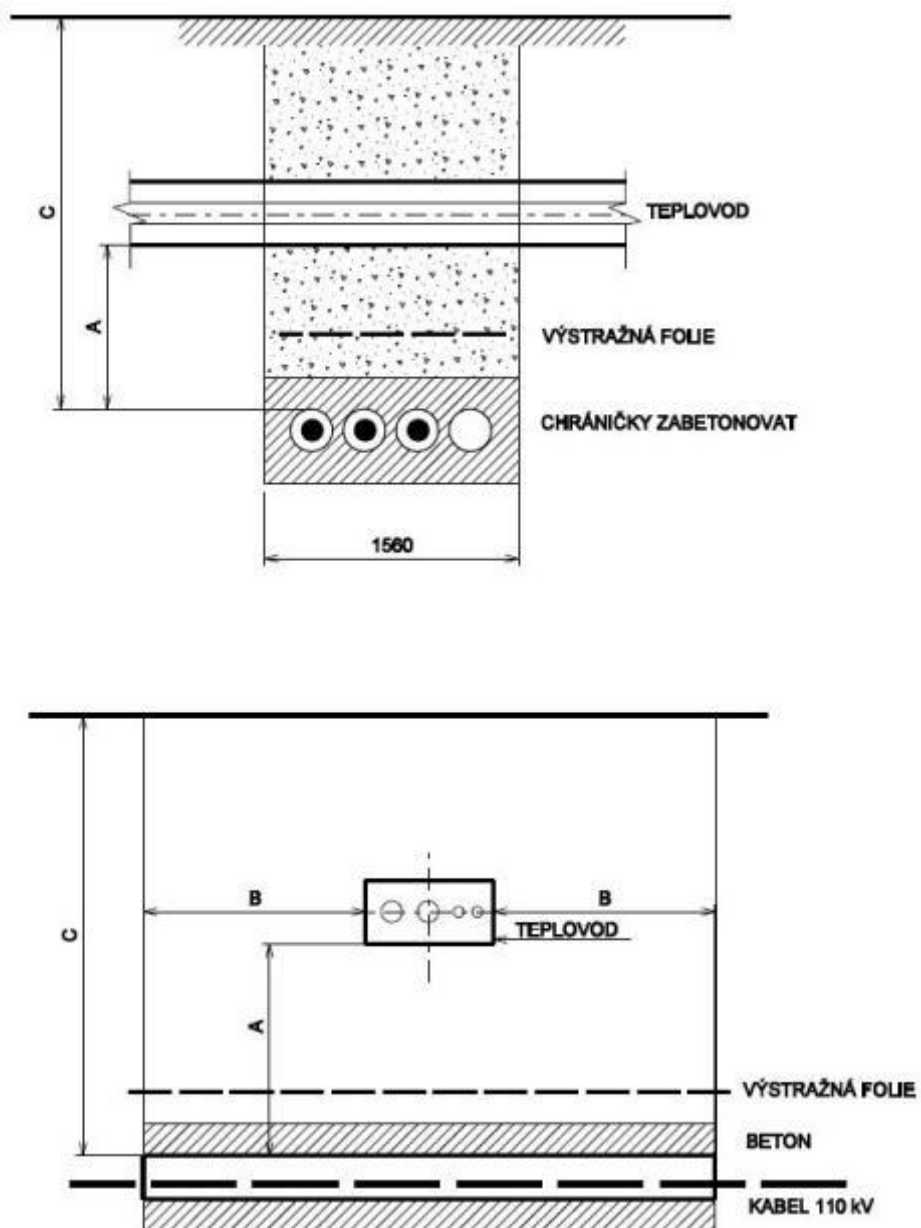
Poznámka:

A – vzdálenost podle ČSN 736005 tab. A2

B – ochranné pásmo křížovaného vedení

C – krytí kabelového vedení 110 kV

obr. B-5 - Křížení kabelů 110 kV s teplovodem uložení kabelu pod teplovodem s ochranou jednotlivých fází chráničkami+rezervní chránička, chráničky obetonovat



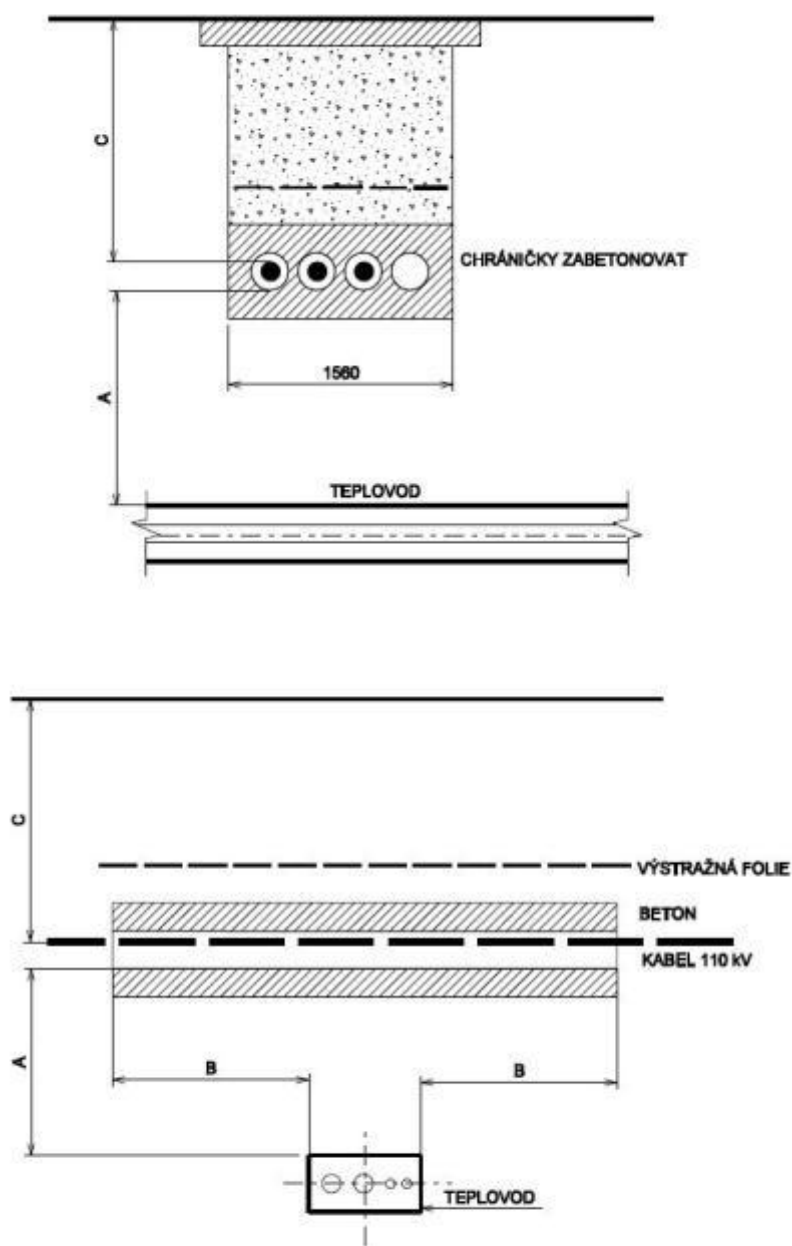
Poznámka:

A – vzdálenost podle ČSN 736005 tab. A2

B – ochranné pásmo křížovaného vedení

C – krytí kabelového vedení 110 kV

obr. B-6 - Křížení kabelů 110 kV s teplovodem uložení kabelu nad teplovodem s ochranou jednotlivých fází chráničkami+rezervní chránička, chráničky obetonovat



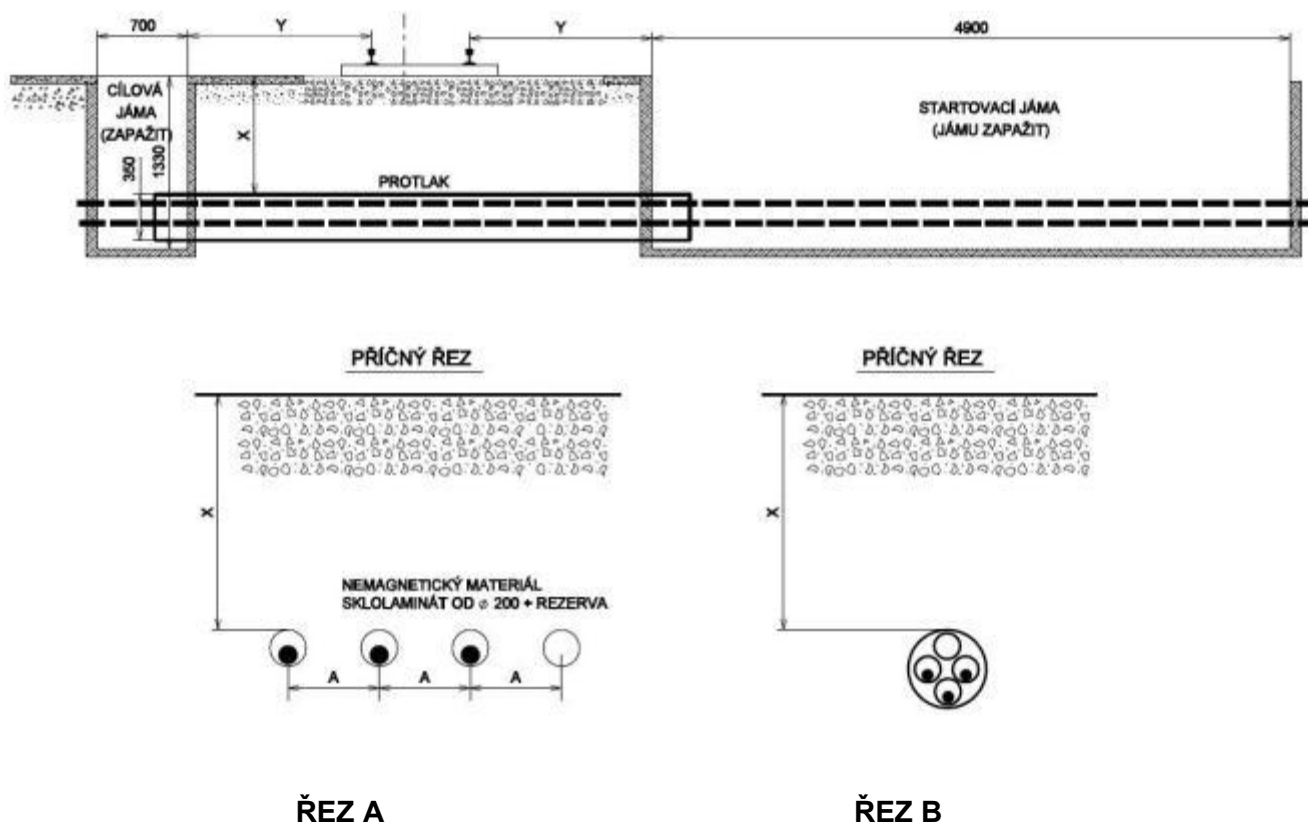
Poznámka:

A – vzdálenost podle ČSN 736005 tab. A2

B – ochranné pásmo křížovaného vedení

C – krytí kabelového vedení 110 kV

obr. B-7 - Křížení kabelů 110 kV s železniční tratí podvrtem, řez A – chráničky z nemagnetického materiálu, řez B – společná chránička s ochranou jednotlivých fází chráničkami+rezervní chránička



Poznámka:

X - Krytí chrániček musí být nejméně 1500mm od pláně tělesa železničního spodku (respektive 2000mm od horní úložné plochy pražce).

Y - Vzdálenost konce chráničky nesmí být menší než 4000mm od osy koleje.

A – vzdálenost os podvrtní dle čl. 3.3.5.

OHRAZENÝ VODNÍ TOK

obr. B-8 - Křížení kabelu 110 kV s vodním tokem

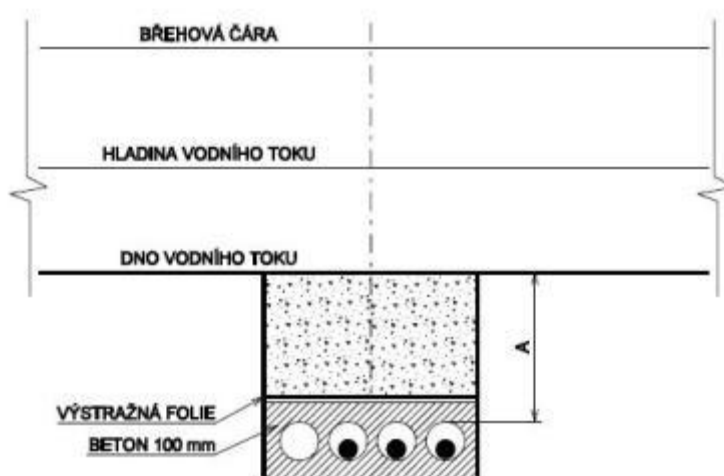


NEOHRAZENÝ VODNÍ TOK

obr. B-9 - křížení k110 kV s vodním tokem



PODCHOD VODNÍHO TOKU PŘEKOPEM



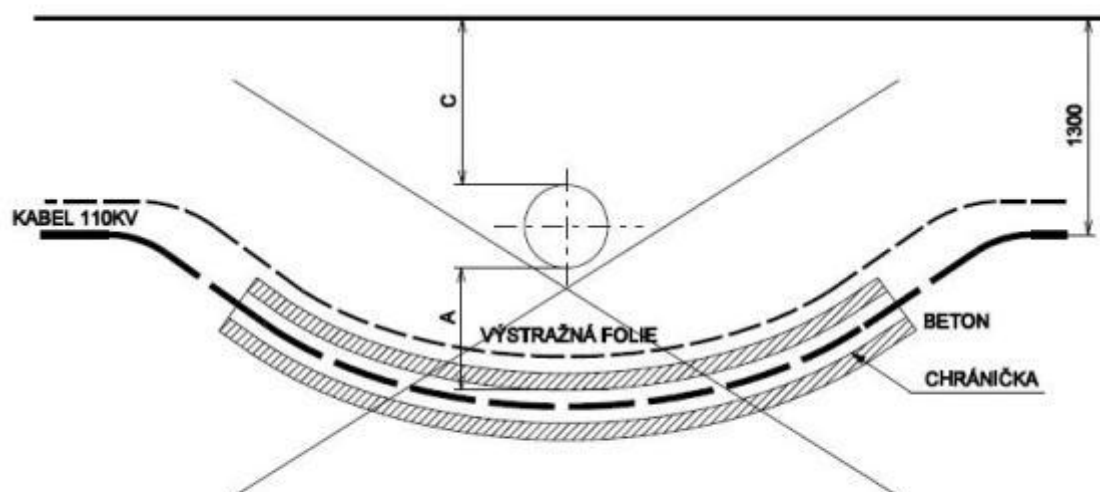
PODCHOD VODNÍHO TOKU PODVRTEM



Poznámka:

Vzdálenosti *A* a *B* jsou dle odstavce Křížení s vodními toky 3.3.10.4.

obr. B-10 - Nedoporučený způsob pokládky pro kabelové vedení 110 kV



PŘÍLOHA C – POŽADAVKY NA KLADENÍ KABELŮ 110 KV

C.1 Vybavení pro pokládku

Dodavatel stavebně montážních prací musí být vybaven příslušnými mechanizmy pro pokládku kabelových vedení 110 kV. Jedná se o speciální stroje a zařízení umožňující pokládku.

Kabelový vlek s nosností pro kabel 110 kV a se schopností naložit buben. Rozměry bubnu a hmotnosti je nutné řešit individuálně pro každý případ. Z hlediska výrobce kabelu není rozměr ani délka kabelu limitující. Tím jsou rozměrové možnosti přepravy kabelového bubnu a rozměry kabelového podvozku pro pokládku kabelů. Tyto limity musí být stanoveny zadavatelem při výběrovém řízení.

Pro výkopovou metodu pokládky má mít vlek možnost bubnu brzdít a nebo pohánět pomocí přitlačných gumových válců poháněných motorem. Je schopen se i sám naložit. Při pokládce potřebuje zaškolenou obsluhu. Je nutné, aby obsluha měla k dispozici možnost spojení (vysílačky) se všemi obsluhami ostatních mechanismů na trase.

Tahač - musí mít dostatečnou sílu (3 až 5t) a plynulý chod v návínu. Zpětný volnoběh na odvin lana a hlavně musí mít zapisovač (digitální) s možností evidovat okamžitý a průběžný tah na lano. Dále je nutné, aby měl instalovanou pojistku tahu, která vypne okamžitě tah v případě, že dojde k překročení nastaveného maximálního tahu.

Podavače – jsou s pohonem hydraulickým, kde ve spodní části běží dva silikonové pásy a kabel je přitlačován čtyřmi gumovými kladkami. Hydraulika je poháněna buď motorem benzínovým a nebo el. proudem 3x400 V.

Používají se všude tam, kde je trasa příliš složitá nebo dlouhá. Osazují se do trasy většinou před vstupy do podvrťů u dlouhých chrániček nebo před složité zatáčky. Vždy musí být osazeny v rovném úseku.

Válečky – rovné nebo rohové. Umísťují se cca po 3 - 5 metrech v trase. Rohové válečky, jak již z názvu vyplývá, se dávají do ohybů trasy. Je nutné je zajistit tak, aby se během tažení neuvolnily. Pozor na velikost válečku a jeho poloměr. Před tažením je nutné zkontrolovat, zda na válečku nejsou otřepy, které by mohly poškodit plášť kabelu.

C.2 Organizace montáže a tažení kabelů

Kabelového vedení 110 kV se provádí tzv. strojní pokládkou kabelů. Na jednom konci trasy je speciální podvozek s bubnem, který je samostatně brzděn. Na druhém konci je tahač s tažným lanem. Celá tažená trasa je před zahájením pokládky osazena válečky pro pokládku kabelů. Válečky se rozmístí v dostatečném počtu tak, aby nedocházelo k otěru kabelu o dno výkopu nebo jeho boky.

Na předem zvolený konec úseku postavíme kabelový vlek s bubnem a na druhý konec postavíme tahač. Oba mechanismy dobře zajistíme proti posunu. Natáhneme lano trasou a všemi prostupy. Lano upneme přes otočnou spojku na připravený kabel buď na navažené oko na žílu kabelu nebo na zatahovací punčochu.

Dáme pokyn a pomalu napínáme lano. V této fázi zjistíme, jak máme připravenou trasu, neboť lano nám alternuje tažený kabel.

Je-li vše v pořádku, vydáme pokyn k pokládce kabelu pomocí vysílačky všem obsluhám mechanismů. V tomto okamžiku je vydán přísný zákaz pohybu osob v trase před špičkou kabelu.

Pracovníci se mohou pohybovat pouze za špičkou kabelu, aby kontrolovali posun kabelu. Další pracovníci musí kontrolovat celou trasu, zda nedojde k vyskočení kabelu z válečků. V takovém případě je třeba okamžitě zastavit tažení a trasu upravit.

Délka taženého úseku je daná projektem a je závislá na složitosti trasy, na průřezu jádra kabelu, na hmotnosti kabelu a na počtu spojek a CB. Maximální délky pro tažení se pohybují okolo 1000 m podle kapacity bubnu a průměru kabelu, delší úseky je nutné posoudit individuálně. V praxi je však s ohledem na množství a složitost trasy délka jednoho úseku od 350-750 m. V tunelech lze běžně dosáhnout tažné délky 750 m.

Sílu pro tažení (N) lze informativně určit z % hmotnosti kabelu (kg/m) x 9,81:

- rovné úseky 15 až 20 % hmotnosti,
- 2 ohyby á 90° 20 až 40 % hmotnosti,
- ohyby á 90° 40 až 60 % hmotnosti,

Po natažení se kabel spustí z válečků a uloží do budoucí provozní polohy. Z tohoto důvodu musí být výkop dostatečně široký, aby umožnil pokládku po válečcích a následně uložení do definitivní pozice vedle válečků.

C.3 Kvalifikace

Na pokládku kabelů 110 kV musí být minimálně vedoucí pracovníci vyškolení u výrobce kabelů nebo u výrobce mechanismů (tahač, vlek). Montéři musí absolvovat školení u výrobce kabelových souborů a být držiteli certifikátů.

C.4 Supervize

Dodavatel kabelu zajistí dozor (supervizi) výrobce kabelů 110 kV a výrobce kabelových armatur. Supervize se používá tam, kde výrobce přebírá záruku za provedené dílo.

C.5 Elektrické zkoušky po montáži

Zkušební metody stanoví ČSN IEC 60840 článek 13.

Je-li kabel částečně zakryt kabelovým ložem, provádí se plášťová zkouška 10kV po dobu 1min. Tato zkouška zjistí neporušenost pláště kabelu a provádí se ještě po montáži koncovek a spojek v celé délce kabelu.

ČSN IEC 60840 dle 13.1.1 b) stanovuje zkoušku střídavým napětím. Zkouška se provádí normálním provozním napětím sítě přiloženým po dobu 24h (1xU_o bez zatížení).

Po dohodě dodavatele a odběratele je možno provádět další zkoušky např.: zkoušku 2xU_o po dobu 1 hodiny. Na tuto zkoušku je však třeba speciální zdroj.

Zkoušku zvýšeným napětím lze doporučit v případě, že se jedná o kabelovou trasu, kde jsou použity spojky. Zkouška zvýšeným napětím není vhodná v případě přeložek oprav a pod, kdy součástí zkoušeného kabelu je nový kabel a původní kabel.

C.6 Dovolené ohyby

Poloměr ohybu musí určit výrobce pro každý typ kabelu.

Orientační hodnoty minimálního poloměru jsou uvedeny v tabulce. Toto platí pro kabely s Cu stíněním. Pro kabely s olověným pláštěm, hliníkovou fólií či integrovaným optickým vláknem je nutné případy řešit individuálně po dohodě s výrobcem kabelu.

tab. C-1 - Doporučené dovolené ohyby

Kabel s Cu stíněním při pokládce	20×D
Kabel s Cu stíněním po pokládce	18×D
Kabel s Cu stíněním pokládce s použitím šablony	16×D

C.7 Síly při tažení

Maximální síla při tažení závisí na materiálu vodivého jádra kabelu. Orientační hodnoty tahů, které by neměly být překročeny, jsou uvedeny v tabulce. Pro každý typ kabelů je nutné prověřit maximální tažnou sílu. Hodnoty určí výrobce kabelu.

tab. C-2 - Doporučené síly při tažení

Kabely s hliníkovým vodivým jádrem	30N/mm ²
Kabely s měděným vodivým jádrem	60N/mm ²

Aby při tažení v ohybech nedošlo k deformaci konstrukčních prvků kabelu, musí se kontrolovat také nejvyšší přípustná boční síla na stěnu. Hodnoty této síly určuje výrobce pro každý typ a průřez kabelu, měl by současně určit také vzdálenost mezi válečky.

Boční síla na stěnu F_{BS} (N) pro dané hodnoty je dle rovnice:

$$F_{BS} = (F \times d) / R_{DO}$$

F (N) maximální síla při tažení,

d (m) vzdálenost mezi válečky v ohybu, obvykle se udává násobkem poměru R_{DO} / F ,

R_{DO} (m) dovolený poloměr ohybu.

Je-li síla v tlaku na stěnu F_{BS} udaná v (N/m) pak platí rovnice:

$$F_{BS} = F / R_{DO}$$

Pro orientaci lze uvést, že přípustná hodnota boční síly na stěnu F_{BS} (N/m) bývá polovina maximální dovolené síly v tahu.

C.8 Dovolené teploty okolí při montáži kabelů

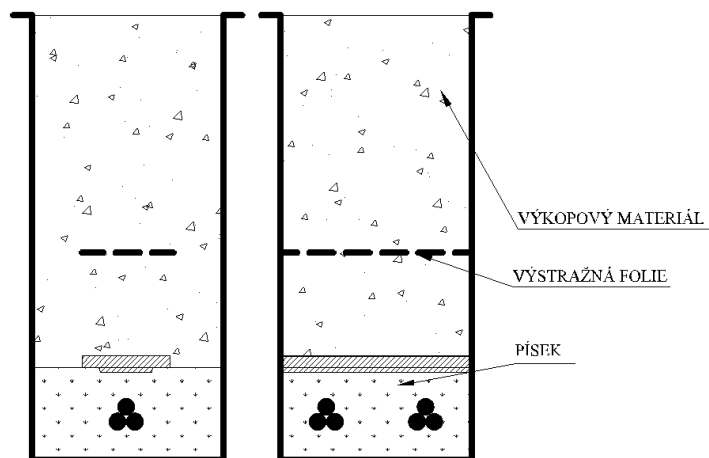
Pro kabely s PE, HDPE či PVC pláštěm je nejnižší teplota okolí při pokládce dle článku 3.3.1. Nahřívání kabelu je možné. V praxi se doporučuje provést tak, že se umístí do prostředí s okolní teplotou vyšší min. na 24 hodin a poté se instaluje. Doba pokládky nahřátého kabelu je limitována snížením jeho ohybnosti na mez, kdy již není možné instalovat.

Nedoporučuje se nahřátý kabel pokládat při větrném počasí, zejména pokud vítr fouká kolmo na kabelovou trasu.

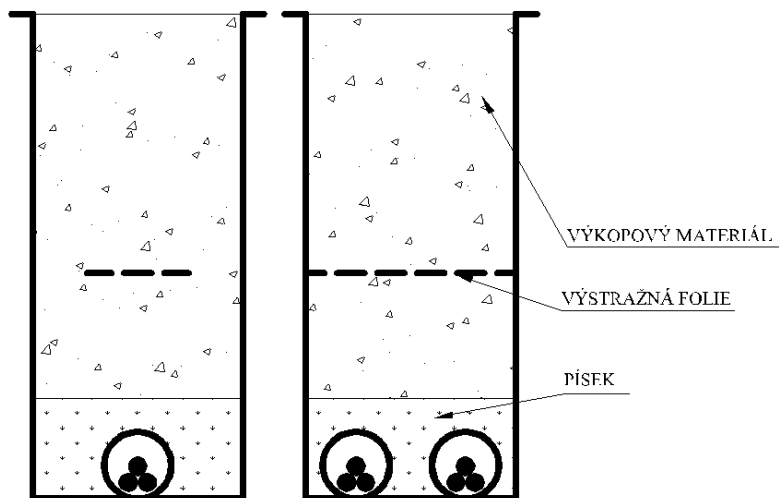
Nejnižší a nejvyšší teplotu okolí při pokládce určuje výrobce kabelu.

PŘÍLOHA D – PŘÍKLADY ULOŽENÍ KABELŮ DO 35KV

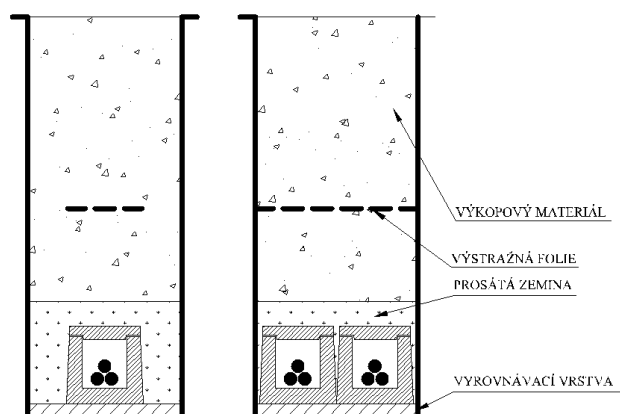
obr. D-1 - Uložení kabelu vn v pískovém loži



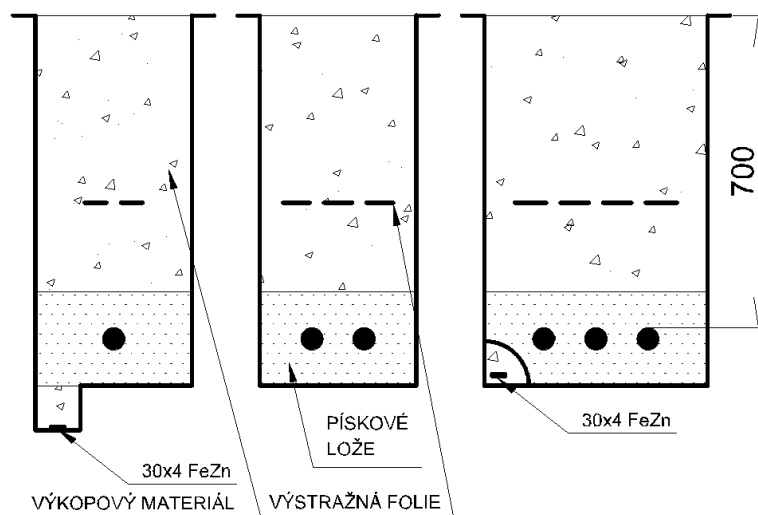
obr. D-2 - Uložení kabelů vn v chráničce



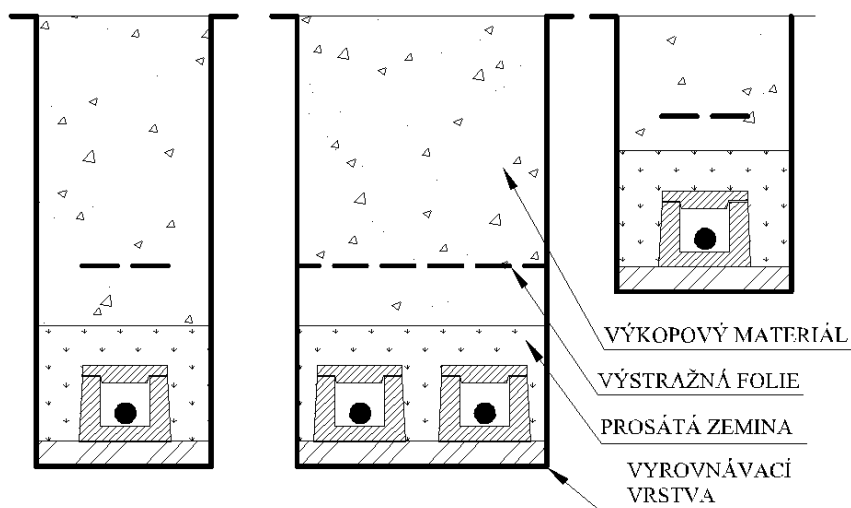
obr. D-3 - Uložení kabelů vn v kabelovém žlabu



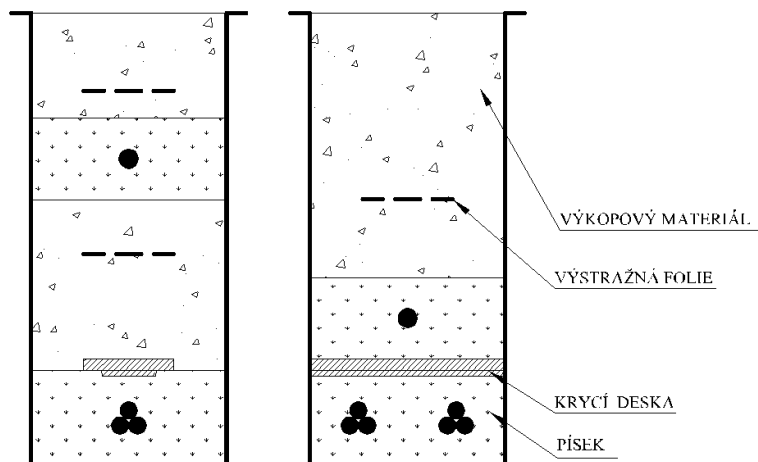
obr. D-4 - Uložení kabelů nn v pískovém loži



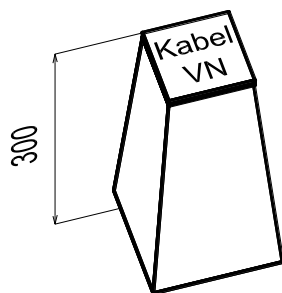
obr. D-5 - Uložení kabelů nn v kabelovém žlabu



obr. D-6 - Uložení kabelů v pískovém loži souběh vn a nn



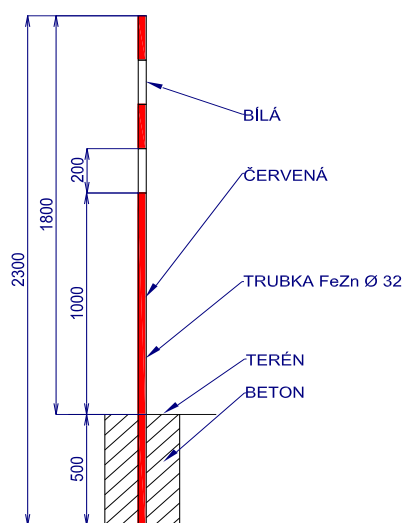
obr. D-7 - Kabelový patníček pro označování kabelových sítí



Horní litinová deska 100x100 s textem kabel vn, nn, spojka vn, nn

Spodní základna 150x150

obr. D-8 - Výškové označení lomového bodu křižování se železnici



PŘÍLOHA E – DOPORUČENÉ VELIKOSTI CHRÁNIČEK

Průměr jednožilového kabelu 110 kV d_k (mm)	Doporučená vnitřní velikost chráničky $\varnothing$ D (mm)
kabely s $\varnothing d_k$ do 80mm	min.130
kabely s $\varnothing d_k$ od 80- do 100mm	160-180
kabely s $\varnothing d_k$ od 100-120mm	≥ 180

tab. E-1 - Doporučné velikosti chrániček

PŘÍLOHA F – POROVNÁNÍ VLASTNOSTÍ KONFIGURACE KABELŮ 110 KV

konfigurace	těsný trojúhelník	vedle sebe
prostor uložení	menší	větší
zatížitelnost	vyšší při BEB	nižší při BEB
	nižší při CB, SPB	vyšší při CB,SPB
ztráty ve vodiči	nižší	vyšší
ztráty ve stínění	nižší	vyšší
vnější tepelný odpor kabelu	vyšší	nižší
magn. pole nad kabelem	nižší	vyšší
interference na okolí	nižší	vyšší

tab. F-1 - Porovnání vlastností konfigurace kabelů 110 kV

PŘÍLOHA G – PROVOZNÍ VLIVY NA KABELY 110 KV

Za provozu působí na kabely 2 vnitřní mechanické vlivy, které by mohly způsobit poškození kabelu.

a) Termomechanický vliv

Kabely se za provozu oteplují a teplotní roztažností materiálů dochází k jejich prodloužení, které může způsobit vyhnutí kabelu nebo namáhání osovou silou. V případě ochlazení kabelu dochází ke zkrácení kabelu. Tyto procesy mohou poškodit kabely, kabelové příchytky nebo nosné konstrukce.

b) Elektromagnetický vliv

Při zkratech působí v důsledku nárazových zkratových proudů na kabely síly, které by mohly způsobit velký průhyb, deformaci a poškození kabelů. Dále může dojít k mechanickému poškození příchytok, nosných konstrukcí a ohrožení bezpečnosti osob.

c) Vliv uložení na působení sil

Při uložení v zemi stačí kabely uložit s mírným zvlněním a tlak okolní zeminy nedovolí jejich nadměrnému vyhnutí při prodlužování oteplováním. Proces oteplování je zmírněn velkou teplotní kapacitou okolí. Vyšší pozornost se musí věnovat zaústěním kabelů do spojek ve spolkovištích.

Také dynamické síly při zkratech jsou při uložení v zemi tlakem zeminy utlumeny a kabely uložené v trojúhelníkové formaci se svazkují spíše pro udržení tvaru konfigurace při pokládce.

Rozdílná situace je při uložení kabelů na vzduchu, na stožárech, na kabelových lávkách, roštích, mostech apod. Kabely musí být uloženy, připevněny a svazkovány tak, aby zachovávaly svou pozici a nedošlo k jejich poškození tepelným prodloužením ani dynamickými silami při zkratech.

Rozdílná situace je při uložení kabelů na vzduchu, na stožárech, na kabelových lávkách, roštích, mostech apod. Kabely musí být uloženy, připevněny a svazkovány tak, aby zachovávaly svou pozici a nedošlo k jejich poškození tepelným prodloužením ani dynamickými silami při zkratech.

PŘÍLOHA H – PRODLOUŽENÍ KABELŮ 110 KV VLIVEM OTEPLOVÁNÍ

Montáž kabelového vedení se provádí zpravidla za normálních teplotních podmínek při kladné teplotě okolí. Při provozu kabelu dochází oproti těmto teplotám k teplotní roztažnosti kabelu. Při vypnutém stavu a při záporných teplotách dochází naopak ke zkrácení kabelového vedení.

Aby nedocházelo k vysokým hodnotám podélných sil a nepřípustnému ohybu a posunu kabelů při prodloužování kabelů oteplováním, nebo zkracováním při ochlazování, montují se jednožílové kabely s mírným zvlněním (odchylka osy kabelů od přímého směru $h_0 = 0,5 D_E$ až D_E) a upevňují se ve vzdálenostech $l_T = 50 D_E$, kde D_E je vnější průměr kabelu v mm. Při maximálním vyhnutí kabelu za provozu musí mít kabely na lávce nebo roštu dostatečný prostor. Výpočet předpokládá sinusoidní zvlnění kabelů a vychází z počátečního zvlnění a prodloužení kabelu z nejnižší teploty okolí.

Příčné vyhnutí (posun) kabelu h_T (mm) při daném oteplení (teplota okolí při pokládce nebo provozní oteplení vodiče) je:

$$h_T = \frac{\alpha_{th} \Delta t l_0}{2}$$

délka kabelu (mm)

α_{th} koeficient tepelné roztažnosti materiálu vodiče (1/K), je pro Cu 17.10-6 (1/K) a pro Al 24. 10-6 (1/K)

Δt teplotní rozdíl: provozní teplota vodiče – teplota okolí nebo teplota při montáži byla-li nižší (K),

Poměrné podélné prodloužení l_0 (%) při pokládce se zvlněním nezávisí na materiálu vodiče

$$\Delta l_0 = \left\{ \left(\pi \cdot \frac{h_0}{2} \right)^2 \right\} \cdot 100 \text{ ()},$$

Pro $h_0 = 0,5 D_E$ a $l_T = 50 D_E$ je $\Delta l_0 = 0,025 \text{ %}$, pro $h_0 = D_E$ je $\Delta l_0 = 0,1 \text{ %}$,

l_T délka mezi body pevného uchycení kabelu na konstrukci (mm)

h_0 vyhnutí kabelu (mm)

D_E vnější průměr kabelu (mm)

Osová síla na příchytu při upevnění kabelu bez možnosti axiálního ani radiálního (vyhnutí) pohybu:

$$F_{th} = S \cdot \alpha_{th} \cdot E \cdot \Delta t \text{ (kN)}$$

S průřez vodiče (mm²)

E modul pružnosti materiálu vodiče (kN/ mm²) je pro Cu 115 (kN/ mm²),
pro Al 65 (kN/ mm²)

PŘÍLOHA I – DIMENZOVÁNÍ KABELŮ Z HLEDISKA DYNAMICKÝCH ÚČINKŮ ZKRATOVÉHO PROUDU

Výpočet velikosti zkratových proudů se provádí dle ČSN EN 60909-0, pro výpočet dynamických účinků zkratového proudu se uplatňuje max. rázový zkratový proud protékající vodičem.

Pro výpočet sil pro dimenzování pevnosti upevňovacích prvků a vzdáleností mezi nimi z hlediska dynamických účinků zkratových proudů lze vycházet z ČSN EN 60865-1,2. a ČSN EN 50368.

Maximální síla mezi dvěma paralelními vodiči je:

$$F = 0,2 I_{km}^2 / s$$

kde

je dynamická síla mezi vodiči [kN/m]

osová vodičů [mm]

I_p nárazový zkratový proud protékající vodičem [kA]

Na kabel, příchytky a svazky působí radiální a tangenciální síly:

Radiální síla ve svazku :

$$F_R = 0,17 \cdot I_{km}^2 / s \quad (N/mm)$$

Tangenciální síla ve svazku:

$$F_T = 0,1 I_{km}^2 / s \quad (N/mm)$$

Radiální síla působí na:

- kabel (vodič, izolaci, stínění a plášť),
- upevňovací prvky (příchytky) jednotlivých jednožilových kabelů,
- části příchytěk jednožilových kabelů, šrouby, objímky apod.,
- izolaci, tlakem upevňovacího prvku proti žíle kabelu.

Tangenciální síla působí na:

- svazky systémů jednožilových kabelů.

Výpočet mechanického namáhání kabelu

Vzdálenost mezi jednotlivými svazky nebo upevněními kabelů I_p (mm) musí být taková, aby při namáhání dynamickými silami při zkratu nedošlo k deformaci nebo poškození kabelu. Pro výpočet přípustné vzdálenosti existuje řada metod, založených na kontrole pevnosti kabelu v ohybu.

Jedna z jednodušších metod (SRN) považuje kabel mezi upevněním nebo svazky za tuhý, rovnoměrně zatížený nosník a odvozuje vzdálenost mezi příchýtkami z dovoleného průhybu kabelu při daném namáhání dynamickou silou při zkratu s použitím známých vzorců z mechaniky. Velikost dovoleného průhybu kabelu vychází z dovoleného ohybu kabelu a je pro plastové kabely 5 % ze vzdálenosti mezi svazky nebo upevněním.

Pevnost příchytěk a jejich částí se vypočte s použitím vztahů pro kontrolu pevností z mechaniky.

Vzdálenost příchyttek nebo svazků se musí překontrolovat i s ohledem na přípustný tlak upevňovacích prvků na izolaci.

Potřebná šířka svazku b_s (mm) vzhledem k tlaku na izolaci se vypočte z přípustného tlaku na izolaci, který nesmí překročit u XLPE kabelů 6 N/mm^2 , podle vzorce:

$$b_s = F_R \cdot l_p / (6 \cdot D_C \cdot t_{iz}) \text{ (mm)}$$

D_C průměr vodiče (mm),

t_{iz} tloušťka izolace (mm)

Naopak pro danou šířku příchytky b_p (mm) je vzhledem k dovolenému tlaku na izolaci přípustná vzdálenost příchytky nebo svazku l_p (mm) :

$$l_p = (6 \cdot b_s \cdot D_C \cdot t_{iz}) / F_R \text{ (mm)}$$

Pevnost upevňovacího prvku musí být alespoň 2x vyšší (bezpečnostní faktor) než je tangenciální síla svazku.

PŘÍLOHA J – VLIVY NA DIMENZOVÁNÍ KABELU 110 KV

tab. J-1 - Porovnání vlastností způsobu uzemnění stínění kabelů 110 kV

uzemnění stínění	BEB		SPB		CB	
konfigurace	těsný trojúhelník	vedle sebe	těsný trojúhelník	vedle sebe	těsný trojúhelník	vedle sebe
zatížitelnost	vyšší	nižší	nižší	vyšší	nižší	vyšší
ztráty ve stínění	nižší	vyšší	nízké	nízké	nízké	nízké
napětí na stínění	NE	NE	ANO	ANO	ANO	ANO
magn. pole nad kabelem	nižší	nižší	vyšší	vyšší	vyšší	vyšší
interference na okolí	nižší	nižší	vyšší	vyšší	střední	střední
zapojení	jednoduché	jednoduché	jednoduché	jednoduché	složitě	složitě
spojkování	jednoduché	jednoduché	jednoduché	jednoduché	složitě	složitě
svodiče přepětí	NE	NE	záleží na délce		ANO	ANO

Porovnání zatížitelností různých způsobů uzemnění stínění kabelů 110 kV

tab. J-2 - Obvyklá řada průřezů vodičů kabelů 110 kV (mm²)

materiál	Al	Cu
průřez	240	240
	300	300
	400	400
	500	500
	630	630
	800	800
	1000	1000
	1200	1200
	1400	1400
	1600	1600
	2000	2000
		2500

tab. J-3 - Orientační porovnání středních hodnot zatížitelností systémů SPB, CB a BEB

materiál vodiče		Al		Cu		Al , Cu	Al	Cu
způsob uzemnění		SPB, CB/BEB		SPB, CB/BEB		SPB,CB	BEB	
konfigurace		trojúh.	ooo	trojúh.	ooo	ooo/trojúh.	trojúh./ooo	
průřezy	do 800	1,06	1,21	1,10	1,33	1,05	1,10	1,15
(mm ²)	1000 až 1400	1,12	1,36	1,21	1,56	1,06	1,15	1,22
	nad 1400	1,16	1,46	1,31	1,78	1,06	1,18	1,27

tab. J-4 - Orientační vlivy podmínek uložení kabelů 110 kV

vliv	normální podmínka	meze podmínky	koeficient zatížitelnosti
hloubka krytí	1,3 m	1,3 - 2,5 m	1 - 0,93
měrný tepelný odpor půdy	1 Km/W	0,7 - 3 Km/W	0,7 - 0,61
vysušené kabel.lože		2,5 Km/W	0,67
teplota okolí - země (tepl.žíly 90 °C)	20 °C	10 - 30 °C	1,07 - 0,93
teplota okolí - vzduch	35 °C	10 - 50 °C	1,24 - 0,83
osové vzdálenosti fází - vedle sebe CB,SPB	200 mm	200 - 400 mm	1 - 1,07
chráničky PE nebo PVC	podle uložení	ooo - trojúh.	0,94 - 0,9
chráničky v ocelové trubce			0,8

Pro normální podmínku uložení je koeficient zatížitelnosti 1.

Výpočet indukovaného napětí ve stínění v 3-fázové soustavě s neuzemněnými konci stínění

$$— (V/km)$$

- dovořený proud jádra dle ČSN IEC 287-1-1 čl. 1.4
- vzájemná reaktance mezi stíněním a jádrem na jednotku délky (Ω/m).

$$— (Ω/m)$$

- osová vzdálenost vodičů (mm), pro uložení vedle sebe
- střední průměr stínění (mm)

PŘÍLOHA K – ORIENTAČNÍ HODNOTY MAGNETICKÉHO POLE NAD KABELY 110 KV

Na základě zprávy studijní skupiny WG 21-17 CIGRE z r.2000 lze předpokládat ve výšce 1m nad zemí, přímo nad 3 fázovým kabelovým systémem 110 kV se souměrným zatížením fází, uloženým s hloubkou krytí 1,3 m následující hodnoty magnetického pole:

1 kabel 110 kV - ploché uložení s osovými roztečemi 200mm, do 20 $\mu\text{T/kA}$,

1 kabel 110 kV – uložení do trojúhelníku, do 5 $\mu\text{T/kA}$,

Při dodržení osových roztečí fází u spojkovišť dle obr. 1-5 a 1-6 by hodnoty pole neměly překročit 40 $\mu\text{T/kA}$, případné vývody stínění je nutno uložit co nejblíže navzájem.

Při souběhu 2 kabelových vedení 110 kV (osová vzdálenost systémů 0,7m) se musí u systémů změnit sled fází (např. ABC – CBA), hodnoty magnetického nad kabely jsou pak přibližně 2 násobné než u 1 kabelu.

PŘÍLOHA L – UKLÁDÁNÍ KABELŮ PLUHOVÁNÍM

Metoda ukládání kabelů do země pluhováním se realizuje pomocí strojního zaorávání. Umožňuje ukládání i přes vodní toky. Uvedená metoda je vhodná do míst, která umožňují pokládku v dlouhých úsecích bez spojek.

Pluhováním lze ukládat kabely nn, vn, sdělovací, optické a 110 kV.

Pluhování lze použít ve volném terénu bez křížování inženýrských sítí.

Pluhování není vhodné v místech s častým křížením inženýrských sítí a v případech, kdy je vyžadováno mechanické zabezpečení trasy, tj. nelze zabezpečit mechanické krytí kabelové trasy pevnými (betonovými) deskami a nelze vkládat dělicí přepážky.

S omezením výhod poskytovaných touto metodou lze jednožilové kabely VN svazkovat, štítovat a zavádět společně s kabelem i písek.

V jednom pracovním cyklu je možné uložit všechny tři vodiče kabelového vedení 110 kV spolu s doprovodnými vodiči nebo optickými chráničkami. Nad kabelovou trasou je možné v určené výšce instalovat výstražné fólie.

Pluhování musí splňovat následující požadavky:

- s pokládkou kabelů musí paralelně probíhat geodetické zaměření trasy včetně hloubky uložení (vhodnou metodou)
- s pokládkou musí současně probíhat automatická dokumentace teploty prostředí
- u zaváděcího zařízení musí být dodržen nejmenší dovolený poloměr ohybu kabelu (dle technických podmínek výrobce kabelu)
- zaváděcí zařízení musí splnit požadavky na uložení kabelu - např. žíly do těsného trojúhelníku, nebo žíly vedle sebe v jedné rovině bez mezer
- stroj musí umožňovat v nezbytné potřebě okamžitě vypnutí obsluhou
- nesmí být překročena maximální dovolená tažná síla v kabelu doložená záznamem

Ukládání kabelů pluhováním je možná v případě, že bude tento postup schválen výrobcem (dodavatelem) kabelu, investorem a budoucím provozovatelem kabelového vedení.

V případě pokládky pluhováním se provede vytýčení trasy vedení dle projektu. Před zahájením pokládky se kabelové vedení buď rozvine podél vytýčené trasy, nebo je usazeno na rozvíjecí zařízení, které jede v trase za pluhem. Pokládkový nůž odtlačuje velkou silou zeminu od sebe. Špička nože odklízí a formuje dno pokládkového zářezu. Zdrsněná zemina a vyčnívající kameny se pevně zatlačí. Na vyhlazené dno zářezu se pomocí zaváděcího zařízení položí vedení. Na povrchu pluh za sebou zanechá jen tenký zářez v půdě. Na povrchu se provede rekultivace terénu bagrem.

Pro realizaci je potřeba tahač, pluh, logistická jednotka (nákladní auto s kabelovými bubny) nebo traktor se speciálním podvozkem na kabelové bubny. Realizace vyžaduje montážní prostor – v optimálním případě pruh o šířce cca 3,5m nad kabelovou trasou v případě těžších úseků se musí přiměřeně zvětšit. Jeden pracovní cyklus je cca 100-120m.

Pluhové zařízení musí mít zapisovač (digitální) s možností evidovat okamžitou pozici ve formě souřadnic (x, y, z) pokládky (tím je zabezpečena kontrola správné polohy, hloubkový profil a sílu tahu na jednotlivé vodiče).

Pluhové zařízení musí mít instalovanou pojistku tahu, která vypne okamžitě tah v případě, že dojde k překročení nastaveného maximálního tahu. Síla tahu se kontroluje (a dokumentuje) přímo u pokládacího zařízení – v případě, že dojde k překročení nastaveného maximálního tahu, celý zařízení (tahač a pluh) automaticky a okamžitě zastaví.