

<b>ORLEN Unipetrol RPA, s.r.o.</b>  Sekce LDS	<b>KLADENÍ KABELŮ NN, VN A 110 KV</b>	N 11 025

## Obsah

1	Všeobecně.....	4
1.1	Účel.....	4
1.2	Rozsah platnosti .....	4
1.3	Terminologie .....	4
1.4	Základní požadavky.....	6
1.5	Vnější vlivy a prostředí .....	6
1.6	Ochrana před úrazem elektrickým proudem .....	8
1.7	Spojování a připojování vodičů.....	8
1.8	Kabelové soubory .....	9
2	Kabely nn, vn včetně optických kabelů .....	11
2.1	Elektrické požadavky .....	11
2.2	Kladení kabelů a optotrubek do země.....	11
2.3	Kladení kabelů na vzduchu .....	18
2.4	Kladení kabelů v kabelových kanálech (zejména v rozvodnách a mezi objekty).....	19
2.5	Ochrana před šířením požáru.....	21
2.6	Montáž kabelů a optotrubek .....	24
3	Kabely vvn .....	27
3.1	Elektrické požadavky .....	27
3.2	Upevňování kabelů.....	33
3.3	Kladení kabelů do země .....	34
3.4	Uložení kabelů na vzduchu .....	40
3.5	Kladení kabelů v kabelových kanálech a tunelech.....	40
3.6	Ochrana kabelových vedení vvn .....	43
3.7	Ochrana kabelů proti šíření požáru .....	43
Příloha A	Hloubka uložení kabelů a optotrubek .....	45
Příloha B.1	Příklady uložení kabelů .....	46
Příloha B.2	Příklady ukládání kabelů vvn a optotrubek.....	55

<b>Nahrazuje:</b>	<b>Správce normy:</b>  Sekce podpory údržby	<b>Platnost od:</b>  1.9.2021
-------------------	---	-------------------------------------

Příloha C	Požadavky na kladení kabelů vvn .....	64
Příloha D	Orientační maximální hodnoty indukovaných napětí na stínění v systémech uzemnění SPB a CB .....	67
Příloha E	Doporučené velikosti chrániček .....	68
Příloha F	Porovnání vlastností konfigurace kabelů vvn .....	69
Příloha G	– Provozní vlivy na kabely vvn .....	70
Příloha H	Prodloužení kabelů vvn vlivem oteplování .....	71
Příloha I	Dimenzování kabelů z hlediska dynamických účinků zkratového proudu.....	72
Příloha J	Vlivy na dimenzování kabelu vvn .....	73
Příloha K	Orientační hodnoty magnetického pole nad kabely vvn.....	75

## SEZNAM OBRÁZKŮ

obr. 2-1	- Řezy kabelovou rýhou .....	12
obr. 2-2	- Obrázek k tabulce 2-1a.....	16
obr. 2-4	- Uspořádání kabelů.....	17
obr. 2-5	– Příklad průchodu do TS .....	22
obr. 2-6	– Příklad metody utěsnění pomocí víka se smršťovací trubici .....	22
obr. 2-7	– Příklad prostupu kabelu stěnou s požárním utěsněním.....	23
obr. 2-8	– Příklad prostupu pro více kabelů stěnou s požárním utěsněním.....	23
obr. 3-1	- Řez kabelem vvn příklad.....	28
obr. 3-2	- Oboustranně uzemněné systémy (both end bonding).....	30
obr. 3-3	- Jednostranně uzemněné systémy (single point bonding) .....	31
obr. 3-4	- Transpozice cross-bonding.....	32
obr. 3-5	- Uložení kabelu v normální trase v trojúhelníkové formaci vvn .....	34
obr. 3-6	- Uložení kabelu vvn v normální trase v rovinné formaci .....	35
obr. 3-7	- Uložení kabelu v podvrtu s ochranou vnější chráničkou .....	36
obr. 3-8	- Uložení kabelu v podvrtu s ochranou jednotlivých fází.....	36
obr. 3-9	- Způsob uložení kabelů vvn do trojúhelníkové a rovinné formace .....	37
obr. 3-10	- Umístění optického kabelu vně pláště silového kabelu vvn .....	37
obr. 3-11	- Příklad zapojení systému DTS .....	38
obr. 3-12	- Měření oteplení čidlem .....	38
obr. 3-13	- Pohled na vstup ke kabelu vvn do kopané trasy.....	41
obr. 3-14	- Řez kabelovým tunelem s uložení kabelu vvn.....	42
obr. 3-15	- Detail upevnění svazku k lávce a svazkování ve vodorovné trase .....	42
obr. 3-16	- Detail volného upevnění kabelu ve vodorovné trase.....	42
obr. 3-17	- Příklad svislého uložení kabelů .....	43
obr. B 1-1	- Uložení optotrubek, kabelu nn a vn v pískovém loži .....	46
obr. B 1-2	- Uložení kabelu vn v chráničce s obsypem a obetonováním .....	46

obr. B 1-3 - Uložení kabelů nn v kabelovém žlabu.....	47
obr. B 1-4 - Uložení kabelů vn v kabelovém žlabu.....	47
obr. B 1-5 - Uložení kabelů nn ve vícekomorové chrániče.....	48
obr. B 1-6 - Uložení kabelů v pískovém loži souběh vn a nn.....	48
obr. B 1-7a - Kombinace uložení kabelů nn, vn, sdělovacích první část.....	49
obr. B 1-8b - Kombinace uložení kabelů nn, vn, sdělovacích druhá část.....	49
obr. B 1-9 - Kabelový patníček pro označování kabelových sítí.....	50
obr. B 1-10 - Výškové označení lomového bodu křížování se železnicí.....	50
obr. B 2-1 - Typy spojek.....	55
obr. B 2-2 - Příklad koncovka s přímým uzemněním stínění vvn.....	55
obr. B 2-3 - Příklad spojka s cross-bondingem a omezovači přepětí vvn.....	55
obr. B 2-4 - Příklad optimálního řešení spojkoviště pro kabely vvn spojky za sebou.....	56
obr. B 2-5 - Příklad optimálního řešení spojkoviště pro kabely + spojky vedle sebe.....	56
obr. B 2-6 - Uložení kabelu vvn v přechodu komunikace v trojúhelníkové formaci.....	57
obr. B 2-7 - Uložení kabelu vvn přechodu komunikace v rovinné formaci.....	57
obr. B 2-8 - Uložení kabelu vvn s ochrannou v kabelovém žlabu v rovinné formaci.....	58
obr. B 2-9 - Uložení kabelu vvn s ochrannou ve společném kabelovém žlabu v trojúhelníku.....	58
obr. B 2-10 - Křížení kabelů vvn nad potrubím (plyn, voda, kanalizace).....	59
obr. B 2-11 - Křížení kabelů vvn pod potrubím (plyn, voda, kanalizace).....	60
obr. B 2-12 - Křížení kabelů vvn s teplovodem.....	61
obr. B 2-13 - Křížení kabelů vvn s teplovodem.....	62
obr. B 2-14 - Křížení kabelů vvn s železniční tratí podvrtem.....	63
obr. B 2-15 - Nedoporučený způsob pokládky pro kabelové vedení vvn.....	63

# 1 Všeobecně

## 1.1 Účel

Podniková norma N 11 025 platí pro projektování a kladení nových či rekonstruovaných silových elektrických kabelů nn, vn, vvn včetně optických kabelů v distribučních sítích, nových i rekonstruovaných, do země i na vzduchu, při zaústění do koncových elektrických stanic a navazuje na ČSN 33 2000-5-52. Norma se netýká závěsných kabelů a izolovaných vodičů venkovního vedení a samonosných dielektrických optických kabelů.

Napěťové hladiny pro distribuční soustavu:

- nn kabely do 1 kV
- vn kabely nad 1 kV do 35 kV
- vvn kabely nad 35 kV do 110 kV

S ohledem na rozdílné podmínky při kladení a montáži kabelů vvn a kabelů nn a vn, jsou v části 2 řešeny pouze kabely nn a vn a v části 3 pouze kabely vvn. Ostatní části normy jsou společné jak pro kabely nn a vn, tak pro kabely vvn.

Optické kabely jsou určeny pro instalaci ve venkovním prostředí, v zemi, potrubních a energo mostech, pro vnitřní prostředí a v kabelových kanálech. Optické kabely se obvykle instalují (zafukují, zatahují nebo zatlačují) do předem připravených plastových optotrubek a mikrotrubiček. Slouží pro funkce spojené s provozem energetické soustavy, například pro připojení elektrických stanic, distribučních a odběratelských trafostanic na optickou síť, k dálkovému odečtu elektroměrů nebo k dalšímu možnému využití.

## 1.2 Rozsah platnosti

Norma je závazná pro všechny útvary společnosti a externí organizace, které v areálu Záluží provádějí činnosti s kabely nn, vn, vvn, jejichž provozovatelem je ORLEN Unipetrol RPA. Útvary jsou povinny seznámit s normou všechny externí organizace, které provádí práce související s pokládkou, údržbou a opravami kabelů a pro které je norma rovněž závazná. Neplatí pro Jednotku Rafinérie Litvínov a Kralupy.

## 1.3 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 IEC 50(461) +A1, ČSN P 73 7505.

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*)

Mechanická ochrana kabelového vedení je plastové potrubí (víceprostorové, jednoprostorové), uložené v zemi ve venkovním prostoru sloužící k ukládání kabelů a vodičů.

*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 multikanál.*

### Kabelová komora (*Cable chamber*)

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

*POZNÁMKA 1 - Komora se zhotovuje na přechodu mezi kabely uloženými v zemi nebo v kabelovodu, kolektoru 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 - Hlubková 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) a optotrubek (případně mikrotrubiček) 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, který je určený pro uložení elektrických kabelů a izolovaných vodičů.

#### **Prosátá zemina**

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

#### **Optický kabel**

Konstrukce tvořená jedním nebo více optickými vlákny nebo svazky vláken uvnitř společného pláště, který je chrání proti mechanickému namáhání a proti působení vnějších vlivů při zachování přenosové kvality vláken. Optické vlákno je skleněné nebo plastové vlákno, které prostřednictvím světla přenáší signály ve směru své podélné osy. Optický kabel slouží pro přenos informací.

#### **Optotrubka**

Plastová ochranná trubka určená pro instalaci optického kabelu a mikrotrubiček. Optický kabel je do optotrubky šetrně zafukován pomocí laminárního proudění vzduchu bez použití tažné síly. Optotrubka je vyrobena z různých materiálů, nejčastěji z HDPE (High Density PolyEthylen - vysokohustotní polyetylen) pro uložení do země (kabelové rýhy) a HFFR (Halogen Free Flame Retardable – bez halogenu, se sníženou hořlavostí) pro uložení do kabelových kanálů, tunelů a objektů. Vnější strana optotrubky je hladká, vnitřní strana může být provedena s různými úpravami pro snížení tření při zafukování, například drážkovaná nebo s trvalou lubrikací.

#### **Spojka pro optotrubku.**

Používá se ke spojování optotrubek bez svařování. Rozpojení a spojení je možno použít opakovaně. Spojky jsou odolné proti vnitřnímu i venkovnímu tlaku, tahu a jsou vodotěsné. Spojka je konstruovaná pro minimální nominální přetlak 16 bar.

#### **Koncovka pro optotrubku**

Používá se k ukončení a uzavření optotrubek bez svařování a umožňuje opakovanou montáž. Koncovky jsou odolné proti vnitřnímu i venkovnímu tlaku a jsou vodotěsné.

Koncovka může být vybavena ventilkem pro natlakování optotrubek. Koncovka je konstruovaná pro minimální nominální přetlak 16 bar.

### **Mikrotrubička**

Plastová ochranná trubička plní stejnou funkci jako optotrubka, ale je menšího průměru než optotrubka. Mikrotrubička je podle své konstrukce a použitých materiálů určena jak pro přímou pokládku do země, kabelových kanálů a tunelů, tak pro zafouknutí do optotrubek. Mikrotrubička může být též součástí silových kabelů nn i vn. Mikrotrubičky se spojují a ukončují podobně jako optotrubky. Požadovaný minimální nominální přetlak mikrotrubiček i ostatních komponent je 10 bar.

## **1.4 Základní požadavky**

### **1.4.1 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.).

### **1.4.2 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 uloženy kabelů provedeno s ohledem na toto prostředí nebo chráněno.

### **1.4.3 Přehlednost**

Vedení mají být uložena a provedena přehledně, aby byla co nejkratší a aby se křížovala co nejméně. Vedení se mají klást přímočaře a s ohledem na situaci v kabelové trase.

## **1.5 Vnější vlivy a prostředí**

### **1.5.1 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.

### **1.5.2 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 proti teplu,
- umístění v dostatečné vzdálenosti od zdroje tepla,
- volba systému vedení s ohledem na možné zvýšení teploty,
- místní zesílení izolace (například izolačními návlaky odolnými proti teplu) nebo záměna izolačního materiálu,
- větrání prostoru s vedením,
- chlazení vedení.

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

- z horkovodních systémů,
- provozních spotřebičů a svítidel,
- z výrobních procesů,
- z materiálů, které vedou teplo,
- z vlivu slunečního záření 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 teplotách uvedených v kap. 2.6.2 této normy, a aby byly dodrženy pokyny výrobce kabelu.

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

### **1.5.3 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. 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 kondenzací vzdušné vlhkosti nebo 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 stříkající 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.

### **1.5.4 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 ČSN 33 2000-5-51).*

### **1.5.5 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 kabel ve společném styku s kovy, které jej způsobují.

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

### **1.5.6 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.

V pevných instalacích, ve kterých se mohou projevit střední (AG2) nebo silné rázy (AG3), musí být ochrana zajištěna následovně:

- odpovídajícími mechanickými charakteristikami systému vedení,
- volbou umístění,
- provedením doplňkové místní nebo celkové mechanické ochrany,
- libovolnou kombinací výše uvedených způsobů.

#### 1.5.7 Ochrana proti vibracím.

Systém vedení, který je podepřen konstrukcí nebo upevněn ke konstrukci zařízení, které je vystaveno středním nebo silným vibracím (AH1 až AH3 ČSN 33 2000-5-51), 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.*

#### 1.5.8 Výskyt živočichů

*POZNÁMKA – Viz též příloha A 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,
- výběr umístění,
- zajištění dodatečné místní nebo celkové mechanické ochrany,
- libovolná kombinace výše uvedených opatření.

#### 1.5.9 Sluneční záření

*POZNÁMKA - Viz též příloha A 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.

#### 1.5.10 Provedení budov

*POZNÁMKA - Viz též příloha A ČSN 33 2000-5-51, označ. 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.

### 1.6 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 ČSN 33 2000-4-41.

### 1.7 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 uvedeny 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.

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.

## 1.8 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 vvn

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 vvn

##### 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.

##### Vnitřní koncovky

Vnitřní koncovky se používají pro ukončení kabelů v plynu (SF<sub>6</sub>) 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 vvn

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 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 spojky, s komponenty vyzkoušenými u výrobce.

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

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

Typy spojek:

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

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

#### Zemní skříňky

Zemní skříňky slouží k uzemnění kovového stínění plášťů kabelů vvn.

Výběr se provádí dle způsobu uzemnění kabelového stínění a typu kabelových koncovek.

V zásadě jsou se svodiči přepětí a bez nich, jednopólové a třípólové.

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

#### *Zemní skříňky pro venkovní koncovky*

- 1) Jednopólová bez svodičů přepětí - pro přímé uzemnění kabelového stínění u venkovní koncovky, obr.B.-2.
- 2) Jednopólová se svodičem přepětí - pro připojení kabelového stínění na zem přes integrovaný svodič přepětí.

#### *Zemní skříňky 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 skříňky 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.B.2-3.

### 1.7.3 Spojkoviště pro kabel vvn

Spojkoviště pro kabely vvn 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 spojky s cross-bondingem je možné umístit box na CB v rohu nad spojkovištěm. Vzor spojkoviště je na obr.B.2-4 a B.2-5.

## **2 Kabely nn, vn včetně optických kabelů**

### **2.1 Elektrické požadavky**

#### **2.1.1 Napětí**

Kabely se nesmí používat na napětí vyšší, než je jejich maximální (nejvyšší) napětí uvedené výrobcem kabelu a ČSN normách pro daný typ kabelu.

#### **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, třívodičové (vn), čtyřvodičové (nn), popř. vícevodičové. 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 nn zvláštní konstrukce, u kterých je plášť (uvažovaný) vyrobený jako PEN žíla (kabel s koncentrickým jádrem).

Stínění kabelů vn se uzemní na obou koncích. Je-li třeba omezit indukovaný proud v stínění, postupuje se podle ČSN EN 61936-1.

#### **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 všech napětí se použijí výhradně kabely s plastovou (syntetickou) izolací. Technické parametry kabelů nn, které jsou uvedeny v Podnikových normách energetiky PNE 34 7659-3 a PNE 34 7659-5 a pro kabely vn v PNE 34 7625, je možno v rámci této N 11 025 použít.

##### **2.1.6.2 Opravy kabelového vedení vn po poruchách**

Pro opravy kabelového vedení vn, se při výměně vadného úseku používají kabely s plastovou izolací a to též v případě, že se opravují kabely s napuštěnou papírovou izolací. Rozdíl je jen v použité spojce.

U kabelů s izolací XLPE, VPE, HFFR aj. se nahrazují za kabely stejného typu.

Po opravě je třeba provést provozní zkoušku dle podnikové normy N 11 018 - Provozní zkoušky kabelových vedení vn do 35kV.

##### **2.1.6.3 Barevné značení kabelů nn**

Barevné značení žil kabelů nn musí odpovídat ČSN 33 2000-5-51.

## **2.2 Kladení kabelů a optotrubeček do země**

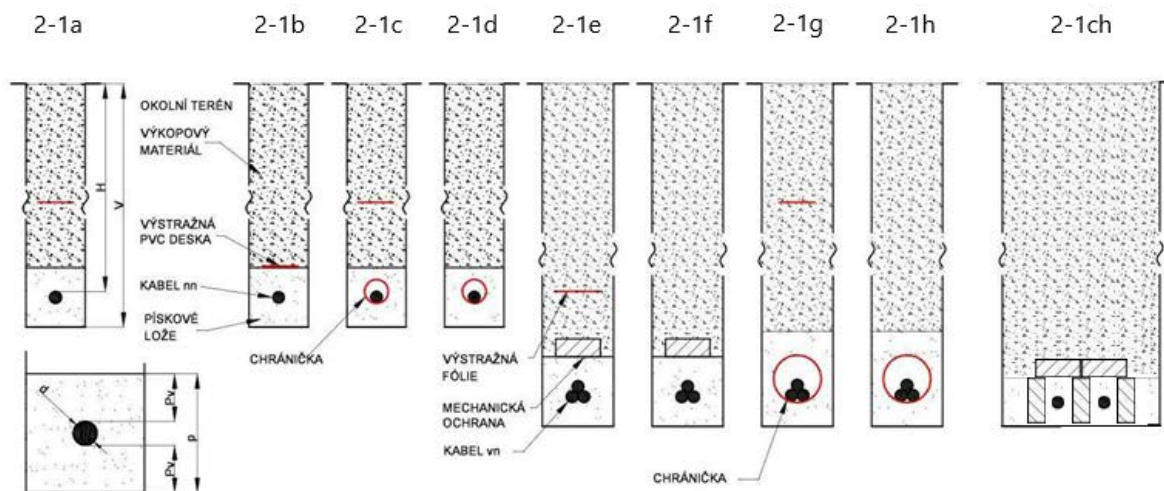
Druh kabelu se musí volit se zřetelem k prostředí a způsobu uložení, zatěžování, elektromagnetické kompatibilitě a nebezpečným vlivům ostatních vedení. Pokyny pro použití a uložení, týkající se teploty při kladení, úpravy konců a ohybů kabelů, jsou uvedeny v normě pro daný kabel (viz např. ČSN EN 50565-1, ČSN EN 50565-2).

Prochází-li kabel bez přerušení různým 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 obr. 2-1a Tab. A-1 (viz. Příloha A). Způsob uložení určuje provozovatel.



obr. 2-1 - Řezy kabelovou rýhou

$H$  = 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, nebo optotrubky

**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.

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

Kde nelze dosáhnout hloubek podle tabulky A-1, viz příloha A, 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.

Kabely se do rýhy ukládají buď s výstražnou fólií, nebo bez výstražné fólie.

- Typ uložení s výstražnou fólií jsou znázorněny v řezech 2-1a, 2-1c, 2-1e, 2-1g.
- Typ uložení bez výstražné fólie jsou znázorněny v řezech 2-1b, 2-1d, 2-1f, 2-1h, 2-1ch

Typ uložení s výstražnou fólií, nebo bez výstražné fólie, si určí správce kabelové trasy/objednatel dle místních zvyklostí.

### 2.2.2 Kabelové lože a uspořádání kabelů

#### 2.2.2.1 Kabely v rýze

Do rýhy 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 nn v trasách, kde nemohou být mechanicky poškozeny (např. pojížděním těžšími vozidly nad 6t apod.), se mohou klást do země bez mechanické ochrany pouze s použitím fólie dle obrázku 2-1a, nebo bez použití fólie dle obrázku 2-1b, kde na pískové lože je umístěna červená plastová deska sloužící zároveň jako mechanická ochrana i jako výstraha.

Kabely nn v místech se zvýšeným mechanickým zatížením se ukládají podle obrázků 2-1c a 2-1d. Při pokládce dle obrázku 2-1c chránička plní funkci zvýšené ochrany a fólie funkci výstrahy. Při pokládce dle obrázku 2-1d plní chránička funkci zvýšené ochrany i výstrahy. V místech průchodů pod komunikacemi prováděné protlaky, lze použít pouze variantu 2-1d.

### **Kabely nn provozovatele LDS společnosti ORLEN Unipetrol RPA, jsou ukládány pouze dle obr. 2.1-h a 2.1-ch**

Kabely vn se musí pokrýt cihlami podle obrázku 2-1ch. Cihly musí překrývat kabel, popř. více vedle sebe položených kabelů, nejméně o 40 mm od krajního vodiče. Stejná ochrana platí pro ukládání sdělovacích kabelů pro dispečerské řízení, které jsou v souběhu s těmito kabelovými trasami

Zvýšená mechanická ochrana kabelů vn se provádí dle obrázků 2-1g nebo 2-1h. Při pokládce dle obrázku 2-1g chránička plní funkci zvýšené ochrany a fólie funkci výstrahy. Při pokládce dle obrázku 2-1h plní chránička funkci zvýšené ochrany i výstrahy. V místech průchodů pod komunikacemi prováděné protlaky, lze použít pouze variantu 2-1h.

Kabely se nesmí klást do země v půdách obsahujících soli a kyseliny, v půdách s hnilými 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.

*POZNÁMKA – způsob uložení a ochrany kabelů v kabelové rýze si určí správce kabelové trasy/objednatel dle místních zvyklostí.*

#### **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 folie**

Výstražná folie má pouze výstražný charakter, neposkytuje mechanickou ochranu podzemních kabelových tras. U kabelové trasy, která nevyžaduje mechanické krytí (určuje správce kabelové trasy) je výstražná folie povinností. Možnost využít folie jako doplňkovou ochranu i když je tato trasa mechanicky ochráněna si určí příslušný správce kabelové trasy. Při přikládání nových kabelů ke stávající kabelové trase (rozšiřování kab. trasy) je požadavek že kabely budou mechanicky ochráněny stejným způsobem jako stávající trasa.

To znamená, že u kabelových tras ve správě LDS může být použita výstražná folie jen jako doplňková ochrana k mechanickému krytí.

Provedení a způsob položení fólie v trase určuje ČSN 73 6006. Mechanické vlastnosti a odolnost výstražné fólie má vyhovovat podmínkám ČSN EN 12613.

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

Výstražná folie 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 Výstražná plastová deska**

Výstražná plastová deska slouží jako mechanická ochrana i výstraha kabelů nn. Pokládá se přímo na kabelové lože, šířka výstražné desky má být s přesahem na obě strany od krajního vodiče minimálně 40 mm, desky jsou navzájem spojeny, například nalisovanými rychlospojkami.

Desky jsou vyráběny z materiálu PVC-U nebo PVC. Tloušťka desky min. 2 mm, barva červená, zkušební požadavky vychází z normy ČSN EN 744.

Možnost využití plastové desky určí příslušný správce kabelové trasy/objednatel.

#### **2.2.2.5 Označování kabelů v trase**

Stávající kabely jsou označeny plastovými nebo olovněnými pásky dle doby pokládky.

Nově položené nn, vn, vvn kabely budou opatřeny plastovými štítky na kterých je uvedeno číslo kabelu. Číslo kabelu odpovídá číselné řadě pro jednotlivé napěťové hladiny.

U kabelů sdělovacích, ovládacích, řídicích a zvláštních obvodů je na štítkách navíc označeno číslo, druh a směr kabelu (typ, rozvaděč, stavba).

Značení kabelů v nadzemních kabelových trasách a kolektorech je provedeno každých 25 m.

Značení kabelů v zemních kabelových trasách, je provedeno každých 5 m.

Značení kabelů se dále provádí:

- u vstupu a výstupu stavební konstrukcí objektů,
- u vstupu a výstupu chrániček,
- na obou stranách kabelové spojky,
- při křížení kabelových tras.

Vyžaduje-li to prostředí, musí se kabely označit nerez štítky, které budou uchyceny nerez pásky nebo plastovými štítky s vyřezovaným popisem popřípadě laserovým popisem.

Chráničky optokabelů uložených na mostech, musí být označeny nerez štítky a uchyceny odolnými páskami proti ÚV záření a korozi (nerez pásky). Lze použít doplňkové označení přímo na chráničkách, které lze vyhotovit při výrobě chráničky.

Značení kabelů vychází z podnikové normy N 11 012

### 2.2.3 Souběh a křížování kabelů v zemi

Je-li v témže výkopu (trase) více silových kabelů vedle sebe, musí být mezi nimi ve všech směrech mezery podle Tab. A-1 - Vzdálenosti kabelů v zemi dle ČSN 73 6005.

Pro kabely v zastavěných územích platí ČSN 73 6005.

Kabely v souběhu se ukládají v celé trase vedle sebe a je zakázáno je ukládat ve vrstvách nad sebou. To neplatí v místech kabelových chrániček a kabelových podchodech.

Vzdálenosti – mezery (obvyklé) mezi souběžnými kabely vn 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. V zemní kabelové trase u kabelů vn, jsou kabely odděleny cihlovou přepážkou v celé délce souběhu a u kabelů nn jsou přepážky umístěny po 5m.

Cihlová přepážka odděluje kabely s různou napěťovou hladinou v celé délce souběhu a ohraničuje i okraje kabelové trasy. Kabelovou trasu tvoří cihlové zahrádky, které jsou ze shora zacihlovány.

V místě označení kabelu se cihla na horním zacihlování umístí na šířku.

V případě že je nutné kabely nn uložit těsně vedle sebe bez mezer je proudové zatížení stanoveno příslušným součinitelem podle ČSN 33 2000-5-52.

Toto uložení musí schválit příslušný správce kabelové trasy.

Při křížení se uplatňuje zásada, aby kabely vyššího napětí byly dole, nižšího nahoře.

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 nn se mohou křížovat i bez mezer, tuto variantu musí odsouhlasit příslušný správce kabelové trasy.

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 soubor norem ČSN EN 62305.

### 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) s obetonováním, nebo bez obetonování, žlaby, betonovými žlaby, nebo uložit do kabelových kanálů, obezdít apod.

Výstup z chrániček (rouř, žlabů) musí být proveden tak, aby se kabel nepoškodil, zejména nepřiskřípl. Kabelové chráničky se pokládají jen do rovných úseků bez ohybů.

Volné chráničky se vybaví vodícím lankem a uzavřou se zátkou nebo se utěsní. Po uložení kabelu do chráničky se konce chráničky utěsní.

Kabelová vedení vedoucí po stěně objektu či podpěrném stožáru chráníme před mechanickým poškozením (rozebíratelnými plastovými kabelovými žlaby, drátěnými systémy, ocelovými žlaby, kryty apod.) do výšky 3 m nad terénem.

#### 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 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 2.2.2 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.

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
232	200	133,3	62,0
250	220	146,7	68,2

Tab. 2-1a - Ochranné chráničky

d VNITŘNÍ PRŮMĚR CHRÁNIČKY



obr. 2-2 - Obrázek k tabulce 2-1a.

Sloupec **d/1.5**, udává maximální vnější průměr kabelu **dk**, nebo ekvivalentní průměr několika kabelů, případně optotrubek, uložitelných dovnitř chráničky.

Další možností je kombinovaný silový kabel s integrovanou mikrotrubičkou.

Při přechodech komunikací lze zvýšit mechanickou pevnost plastové chráničky zabetonováním.

Kabely, optotrubky	Délka chráničky v zemi		Délka protlaku	
	do 15m	nad 15m	do 15m	nad 15m
nn (AYKY 3x240+120) (i s integrovanou mikrotrubičkou) (NAYY 4x240)	110	160	110	160
vn do 240 mm <sup>2</sup> , bez integrované mikrotrubičky	160	200	160	200
vn do 240 mm <sup>2</sup> , s integrovanou mikrotrubičkou	200	200	200	225
vn do 240 mm <sup>2</sup> , s optotrubkou	160	200	160	200
metalické sdělovací kabely	110	160	110	160
optotrubky do 40mm	110	160	110	160

Tab. 2-1b Doporučené vybrané průměry chrániček v mm

POZNÁMKA – k tabulce 2-1b:

- Pro překop komunikací platí průměry chrániček uvedené ve sloupci "nad 15 m".
- Pod komunikacemi se u kabelů do 10 kV, optotrubek používá průměr protlaku 160 mm i pro délku menší než 15 m.
- Průměr chrániček 110 a 160 mm lze v odůvodněných případech o jeden stupeň zvětšit na 160 nebo 200 mm (použití chrániček v ohybech, složité zaústění do objektu atd.)
- Distributor na svém území rozhodne, jakým způsobem uloží kabel HDV mezi přípojkovou, respektive rozpojovací skříní směrem k elektroměrům. Pokud se rozhodne použít plastovou chráničku, je její doporučený vnitřní průměr 1,5 d vnějšího průměru kabelu.

#### Šířka rýhy

Šířka rýhy by neměla být větší, než vyžaduje adekvátní a bezpečný pracovní prostor tak, aby byl ve výkopu dostatečný prostor pro montáž.

#### Hloubka rýhy

Hloubka rýhy bude různá v závislosti na napěťové hladině, typu kabelového vedení, typu ochranné konstrukce, (chránička, žlab, kabelovod) a odpovídá Příloze A, tabulka Tab. A – 1 Hloubka uložení.

#### Příprava dna rýhy před pokládkou

Ochranné konstrukce musí být instalovány na rovném, pevném a stabilním základu. Jakékoli nerovnosti na dně rýhy musí být zarovnané 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.



### Instalace do stabilní granulované půdy

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

### Instalace do nepevné a sypké půdy

Pro zajištění požadované kvality podkladu rýhy je vhodné konečné ruční zarovnání jeho dna. 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 rýhy.

## **2.2.5 Styk kabelů s ostatními podzemními vedeními**

Při souběhu a křížování kabelů s ostatními sítěmi, 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 2000-5-52.

## **2.2.6 Kabelové křížovatky s komunikacemi, dráhami**

### **2.2.6.1 Kabelové křížovatky s komunikacemi a železničními dráhami**

Křížování se provede přednostně kolmo k ose komunikace, nebo dráhy zemními kabely uloženými v chráničkách nebo kabelových kanálech s dostatečnou pevností tak, aby byla zajištěna bezpečnost provozu a stabilita tělesa komunikace, drážního tělesa, a aby při údržbě, opravách nebo výměně vedení nedošlo k narušení komunikace, nebo drážního tělesa.

Chráničky, nebo kabelové kanály musí přesahovat prostor komunikace, nebo drážního tělesa, nebo jejich součástí a příslušenství alespoň o 600 mm (tzn. 600 mm za vnější okraj zaoblené paty násypu, nebo za vnější hranu příkopu, nebo za vnější okraj zaoblené horní hrany zářezu).

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 plání zemního tělesa. (viz ČSN 73 6005).

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.

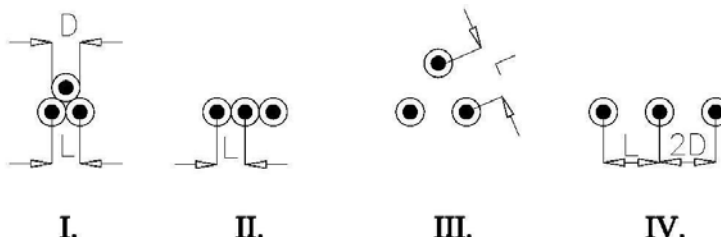
Při křížování nebo souběhu s jinými inženýrskými sítěmi se kabely uloží do chrániček podle ČSN 73 6005.

Uložení kabelů do komunikace, nebo drážního tělesa musí být projednáno a dodrženy konkrétní podmínky z vyjádření správců komunikací a železničních drah.

## **2.2.7 Uspořádání kabelů**

Pro uložení jednožilových kabelů se volí buď uspořádání tří jednožilových kabelů v trojúhelníku bez mezer (uspořádání I. – viz obr. 2-4), anebo vedle sebe v jedné rovině bez mezer (uspořádání II. viz obr. 2-4).

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).



obr. 2-4 - Uspořádání kabelů

Jsou-li jednožilové kabely uloženy v zemi předepsaným způsobem (tj. pokryté vrstvou písku a chráněné tvárnici nebo cihlami) a byla-li zemina po zasypání rýhy řádně zhutněna, 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.

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 tvárnice se nedoporučuje s ohledem na poměrně velkou osovou vzdálenost kabelů jedné soustavy.

## 2.3 Kladení kabelů na vzduchu

### 2.3.1 Kladení kabelů v budovách přímo na podklad

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.

Při kladení kabelů s holým kovovým pláštěm přímo na kovový podklad je třeba v případě potřeby učinit vhodná opatření pro zabránění elektrolytické korozi v daném prostředí.

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

### 2.3.2 Vzdálenost příchýtek nebo podpěr

Vzdálenost příchýtek a podpěr má být 1000 mm, pokud není výpočtem stanovena hodnota jiná (např. podle ČSN EN 61914), nebo není požadavek na jinou vzdálenost příchýtek uveden v technické dokumentaci ukládaného kabelu.

### 2.3.3 Uložení kabelů 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 (viz obr. 2-4), zejména v sítích s větším zkratovým výkonem.

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

Pro upevnění kabelů v uspořádání III a IV (viz obr. 2-44) nutno použít příchýtek z nemagnetického materiálu.

Šířka příchýtek se má rovnat alespoň průměru kabelu. 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. 2-4); při uložení soustav nad sebou doporučuje se uspořádání II. 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. 2-4).

### 2.3.4 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.

Kabely se musí klást tak, aby nevznikaly v sousedních vedeních nežádoucí jevy způsobené indukčními, kapacitními a galvanickými vlivy. Problematikou kladení kabelů a vedení z hlediska ochrany před elektromagnetickým rušením se zabývá ČSN 33 2000-4-444 a ČSN 33 2160.

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 nn odděleně od kabelů vn. Jsou-li kabely nad sebou, dávají se kabely nn obvykle pod kabely vn. Silové kabely vn mají být nad kabely řídicími (popř. sdělovacími a zvláštními). Jsou-li silové kabely vn uloženy opačně, musí být od kabelů nn nebo řídicích, sdělovacích a zvláštních kabelů odděleny přepážkou odolávající tepelným účinkům elektrického oblouku a zabráňující u kabelu za přepážkou překročení dovolené teploty při zkratu (viz ČSN 33 2000-4-43). Viz též národní příloha ČSN 33 2000-5-52.

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 100 mm, 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 nn a jejich zatížitelnost se pak sníží podle ČSN 33 2000-5-52. Jednožilové kabely tvořící jeden proudový obvod se kladou pohromadě a při posuzování vzdáleností k ostatním kabelům se považují za jeden kabel.

Mezi kabely vn a nn musí být mezera nejméně 250 mm, nejsou-li odděleny přepážkou podle předchozí části tohoto článku. Totéž platí i pro mezery mezi kabely silovými vn a řídicími, sdělovacími nebo zvláštními. Vzdálenost mezi kabely silovými nn 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 nn s vedením nn v trubkách musí být mezi nimi vzdálenost nejméně 30 mm; při souběhu s vedením sdělovacím nutno dodržet požadavky ČSN EN 50174-2 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 vn uloženy souběžně s jiným vedením o napětí nn v ochranném obložení (např. vedení v trubkách na stěně apod.), musí být mezi nimi vzdálenost alespoň 250 mm, nejsou-li kabely odděleny přepážkou.

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

## 2.4 Klazení 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 zajištěno, aby teplota vzduchu v kabelovém kanálu nebyla vyšší než 30 °C, jinak je nutno zatížení kabelů přiměřeně snížit, viz ČSN 33 2000-5-52.

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, aby případně vniklá voda byla svedena do kanalizace nebo do jámek 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.

*POZNÁMKA - Pro klazení kabelů v prostorech kabelových rozvodů určených k ukládání silových a sdělovacích vodičů a kabelů, bezprostředně souvisejících s elektrickými stanicemi distribuční a přenosové soustavy držitelů licence pro přenos a distribuci elektřiny dle zákona č. 458/2000 Sb. lze použít Podnikovou normu energetiky PNE 38 2157.*

### 2.4.1 Kladení kabelů v chráničkách

Pro uložení kabelů lze použít trub, které zaručují bezpečné protažení kabelů bez poškození. Doporučuje se světlost otvoru přibližně 1,5 d, kde „d“ je vnější průměr kabelu.

Do každého otvoru se vtahuje jeden kabel. Kabely nn a vn lze uložit přímo do plastových chrániček dle tabulky 2-1a a 2-1b.

Jednožilové kabely tvořící jeden proudový obvod se považují z hlediska vtahování do chrániček za jeden kabel.

Jednotlivé úseky chráničkové trati se doporučuje uložit přímo.

### 2.4.2 Umístování vedení v blízkosti jiných rozvodů

#### 2.4.2.1 Umístování v blízkosti elektrických vedení

Ve stejných systémech vedení se nesmí umísťovat obvody s napětovými pásmy I a II<sup>\*\*\*</sup>), 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 Napětová pásma pro elektrické instalace v budovách.*

#### 2.4.2.2 Kladení silových vedení se zřetelem k metalickým 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. 2-2.

Souběh izolovaného silového vedení s: izolovaným sdělovacím vedením	Vzdálenost vedení při souběhu v délce	
	do 5 m	přes 5 m <sup>1)</sup>
telefonním nebo rozhlasovým	30 mm	100 mm <sup>1)</sup>
zvonkovým, návěstním a ostatním	jako u silových vedení	

<sup>1)</sup> *POZNÁMKA: Hodnoty jsou stanovené s ohledem na nebezpečné, ohrožující a rušivé vlivy.*

**Tab. 2-2 - Souběhy se sdělovacím metalickým vedením**

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 soubor norem ČSN EN 62305.

#### 2.4.2.4 Umístování 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 ČSN 33 2000-4-41, ČSN 33200-5-54, ČSN33 2000-6, ČSN EN 50522 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 ostatními zařízeními 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:

- a) uložení různých souborů systémových kabelů do různých požárních úseků,
- b) uložení různých souborů systémových kabelů do společného požárního úseku, při splnění podmínky, že soubory od sebe musí být odděleny prostorem bez požárního rizika podle čl. 8.3 normy ČSN 73 0804,
- c) uložení 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, skrácením, 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 čl. 2.3.5 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

Vzdálenost mezi kabely uloženými uvnitř napěťové skupiny kabelů je dána doporučeními pro kladení 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.

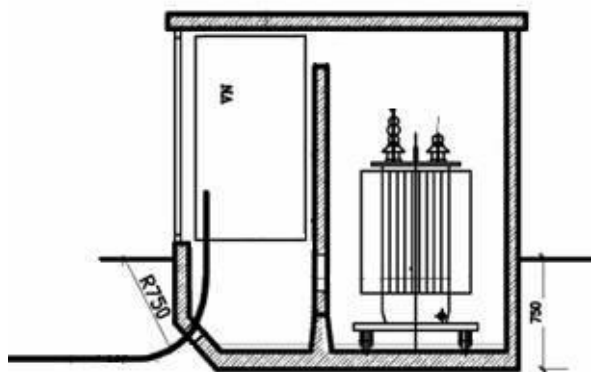
Mohou se používat jednoplášťové kabely vn s pláštěm z PE za splnění následujících podmínek:

- kabely jsou uloženy v kabelových kanálech (prostoru atd.), které jsou dostatečně kryty (oceloplechovými deskami, 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

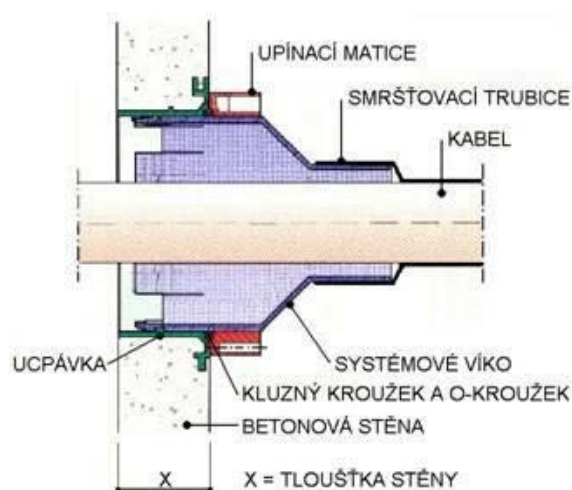
U distribučních stanic vn/nn bez obsluhy, blokových, s vnější obsluhou, kde je délka kabelu mezi jeho vstupem a ukončením v rozvaděči menší jak 2 (3) m je možné použít jednoplášťový kabel vn s pláštěm z PE.

Musí být ale dodrženo:

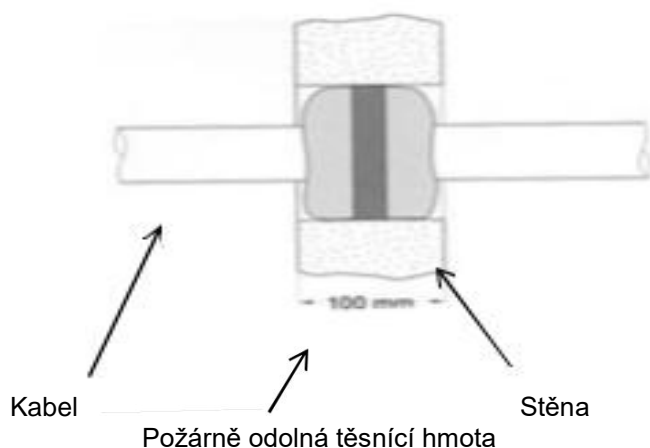
- kabel se nebude křížit a nebude v souběhu s jiným vedením.



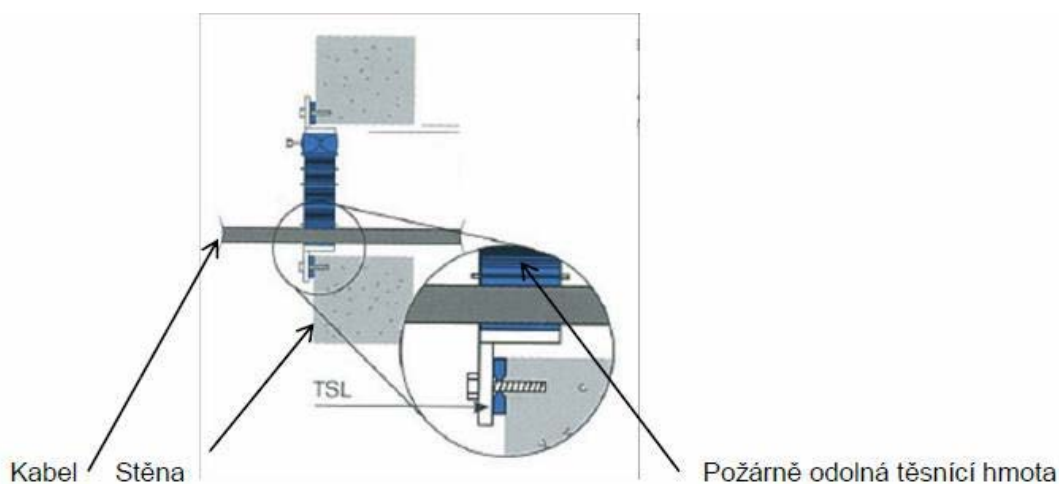
obr. 2-5 – Příklad průchodu do TS



obr. 2-6 – Příklad metody utěsnění pomocí víka se smršťovací trubicí



obr. 2-7 – Příklad prostupu kabelu stěnou s požárním utěsněním



obr. 2-8 – Příklad prostupu pro více kabelů stěnou s požárním utěsněním

### 2.5.1 Ochrana proti šíření požáru – těsnění prostupů

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

Všechny utěšňovací úpravy, musí vyhovět následujícím požadavkům z hlediska rozdělení požárních úseků. Technickým požadavkům ve výstavbě“ vyhláška číslo 268/2009 Sb.

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 dle vyhlášky o technických požadavcích na stavby č.268/2009 Sb.

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

Prostupy kabelů požárně dělícími 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.

**POZNÁMKA:** Nově instalované kabely vn musí odpovídat odolnosti proti šíření plamene a požadavkům ČSN EN 60332-3-22, Základní požadavek na pláště 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 vn ukládáno, se stanovuje délka požárních úseků, které jsou podle potřeby děleny požárními přepážkami (PP), případně podélnými požárními přepážkami (PPP), pro tyto účely lze použít Podnikovou normu energetiky PNE 38 2157.

## 2.6 Montáž kabelů a optotrubek

### 2.6.1 Organizace montáže a pokládání kabelů

Organizace montáže a pokládání kabelů se provádí podle montážního postupu a doporučení výrobce.

Zhotovitel kabelových spojek a koncovek musí prokázat odbornou způsobilost k této činnosti platným dokladem o proškolení - certifikátem od výrobce.

#### 2.6.1.1 Pokládka kabelů nn

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 nebo 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.

#### 2.6.1.2 Pokládka kabelů vn

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  $\text{mm}^2$  a dovolené namáhání v tahu je:  $\sigma = 50 \text{ N} / \text{mm}^2$  pro kabely s měděnými jádry a  $\sigma = 30 \text{ N} / \text{mm}^2$  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  $\text{N}$ ) 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.

#### Zásady při pokládání kabelu:

- kabely se mohou zatahovat za plášť tažnou punčochou,
- musí být použito zařízení pro omezení nejvyššího tahu,
- 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
- Kabely s pláští z umělých hmot nejsou ohroženy a nevyžadují protikorozi opatření před bludnými proudy.

#### 2.6.1.3 Pokládka optotrubek

Kladení optotrubek se realizuje přednostně ruční pokládkou. Musí být splněna podmínka, že v průběhu pokládky optotrubky nedojde k jejímu tažení po zemi, není odírána o hranu výkopu, ocelovou konstrukci, betonové chráničky apod. V místech, kde by mohlo dojít k těmto případům, je nutné použít vhodné umístěných kabelových kladek apod. Při pokládce je nutné dodržet předepsaný poloměr ohybu, zejména při zaústování do trafostanic apod. Během skladování, pokládky a instalace musí být zaručeno, že nedojde k průniku nečistot a vody do optotrubek. Optotrubky musí být uloženy v pískovém loži. Spodní vrstva lože by měla být min. 50 mm silná, vyrovnaná pro uložení optotrubek. Krycí a boční obsyp by měl být min. 80 mm silný. Optotrubky uložené volně ve venkovních prostorách, musí být UV stabilní, nebo ochráněny proti slunečnímu UV záření.

Spojování jednotlivých optotrubek v trase se provádí k tomu určenými spojkami. Konce optotrubky pro potřebu zkoušky těsnosti (tlakovou zkouškou) se uzavírají minimálně na jednom konci koncovkami s ventilkem. Uložení optotrubek bude provedeno podle Přílohy B obr. B1-7.



Zkoušky po pokládce optotrubek

Po provedené instalaci optotrubky se vždy provádí:

- zkouška průchodnosti (kalibrace), na kterou navazuje
- zkouška těsnosti (tlakování).

Výsledky zkoušky se dokládají protokolem. Zkoušky by měly odhalit případné netěsnosti a problémy s průchodností, které by následně mohly znemožnit zafouknutí optického kabelu. Uvedené zkoušky se provádí také před vlastním zafouknutím optického kabelu u tras, které byly realizovány dříve bez zafouknutého optického kabelu. Zkoušky se provádí i po provedené opravě optotrubky.

Zkoušky průchodnosti optotrubek

Zkouška na průchodnost musí být potvrzena protokolem, kterým se doloží průchodnost kalibru o délce 150 mm  $\pm$  5 mm a průměru 85% vnitřního průměru optotrubky.

Úseky optotrubek kratší než 10 metrů se nemusí kalibrovat. Zkoušku průchodnosti lze ověřit pouhým prostrčením optického (nebo jiného) kabelu o průměru cca 85% vnitřního průměru optotrubky. Musí se dbát na to, aby se neporušil vnitřek optotrubky.

Zkoušky průchodnosti mikrotrubiček integrovaných v silovém kabelu

Pro zkoušku průchodnosti (kalibraci) mikrotrubičky bude použit kalibr tvořený optickým kabelem o vnějším průměru min. 80% vnitřního průměru mikrotrubičky a délce cca 400 mm zakončený na jedné straně mosaznou špičkou o vnějším průměru cca 85% vnitřního průměru mikrotrubičky a délky min. 15 mm. Je zakázáno kalibrovat mikrotrubičky na stavbě ocelovou kuličkou.

Úseky mikrotrubiček kratší jak 10 metrů se nemusí kalibrovat. Zkoušku průchodnosti lze ověřit pouhým prostrčením optického (nebo jiného) kabelu o průměru cca 85% vnitřního průměru mikrotrubičky. Musí se dbát na to, aby se neporušil vnitřek mikrotrubiček.

Zkoušky těsnosti optotrubek

U zkoušky těsnosti optotrubky musí být splněny následující požadavky:

- Optotrubky se natlakuje vzduchem na tlak 3 bary a uzavřou se na jednom konci ukončovací koncovkou a na druhém konci koncovkou s ventilkem. Počáteční hodnota tlaku se odečte až za 10 minut po ukončení tlakování, aby se zamezilo působení vlivu rozdílných okolních teplot, a došlo k vyrovnání tlaků v celé délce trasy.
- Po jedné hodině od odečtení počátečního tlaku se odečte další hodnota a vyhodnotí se pokles tlaku. Rozdíl v počátečním a koncovém tlaku nesmí být větší než 1%. Uvedené podmínky platí pro úseky do 5 km. Pro úseky do 100 m se zkoušky nepožadují, pokud v trase není spojka.

Zkoušky těsnosti mikrotrubiček integrovaných v silovém kabelu

- Mikrotrubičky se natlakuje vzduchem na tlak 10 barů. Rozdíl v počátečním a koncovém tlaku nesmí být větší než 1%. Doba tlakování je minimálně 10 minut.
- Po ukončení tlakování se nedoporučuje nechat mikrotrubičky natlakované. Koncovka s ventilkem bude demontována a zkoušená mikrotrubička bude na obou koncích osazena ukončovací koncovkou.
- Při práci na mikrotrubičce v přípojkové/rozpojovací skříni nn v silové části, která je pod napětím, budou zakryty živé části ve skříni krycím štítem, případně elektroizolační dečkou, určených pro daný typ skříně.
- Kalibrace a tlakování mikrotrubičky integrované v kabelu vn na nových, překládaných, případně rozšířených úsecích se provede při vypnutém, zajištěném a zkratovaném kabelu vn. Úseky mikrotrubiček kratší jak 10 metrů se nemusí tlakovat.

Značení vedení

Optotrubka je označena příslušnou barvou nebo barvou s podélnými pruhy, dle požadavku příslušného provozovatele. Dle účelu použití optických vláken, se navrhne barva optotrubek kterou určuje dle podnikové normy N 11 012.

Pro zajištění rychlé orientace v uložených optotrubkách v zemi se v odůvodněných případech provádí značení identifikačními štítky. V trafostanicích se konce optotrubek označí štítkem s popisem směru. Další značení může definovat příslušný provozovatel.

Ukončení ve stavebních objektech (trafostanicích, rozvodnách atd.)

Vstupy kabelů, optotrubek a mikrotrubiček musí být zajištěny proti vnikání vody do budov. Vstup musí být upraven tak, aby nedošlo k mechanickému poškození.

Optotrubka se v trafostanici ukončí s dostatečnou rezervou na vhodném místě, mimo zónu přiblížení k živým částem nn a vn. Po instalaci optického kabelu se u trafostanic, zejména s vnitřní obsluhou umístí na vnitřní stěnu na vhodném místě držák kabelové rezervy, na který se navine optický kabel s dostatečnou rezervou pro případnou montáž spojky.

Mechanická ochrana

Při zvýšeném mechanickém namáhání (vjezdy, silnice, parkoviště) se musí optotrubky chránit uložením do plastových chrániček (ohebných korugovaných, rovných korugovaných nebo rovných hladkých), plastových nebo betonových žlabů. Rozměry chrániček jsou dle tab. 2-1a a tab. 2-1b. Při křížení nebo souběhu s teplovodem či parovodem musí být provedena ochrana před působením vnějšího zdroje tepla, a to buď dostatečnou vzdáleností od zdroje tepla, nebo jiným způsobem se stejným účinkem např. zastínění.

Optotrubky vedoucí po stěně objektu či podpěrném stožáru chráníme před mechanickým poškozením (UV odolnými plastovými kabelovými žlaby, rourami apod.) do výšky 2,5 m nad terénem. Přejít mezi optotrubkou a mechanickou ochranou ve venkovním prostředí (např. ochranou UV odolnou trubkou) musí být utěsněn, např. pomocí vhodné silnostěnné smršťovací trubice.

**2.6.2 Dovolené teploty kabelů nn a vn**

Provozní teplota pro kabely s:

- PVC izolací je – 25 °C až + 70 °C.
- XLPE izolací je – 25 °C až + 90 °C.

Nejvyšší dovolená teplota jádra v případě zkratu, jehož doba vypnutí nepřekročí 30 s, je:

- PVC izolací + 160 °C.
- XLPE izolací + 250 °C.

**Nejnižší dovolená teplota kabelu pro pokládku kabelů je + 4°C.**

**Teplota pro manipulaci s bubny a kruhy je v rozsahu – 25 až + 40°C. Minimální teplota prostředí při skladování kabelů je – 35°C**

**Dovolená okolní teplota při montáži kabelů:** dohodnutá nejnižší teplota okolí je + 4°C.

**2.6.3 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 nn v případě potřeby při jednorázovém ohybu je možno dovolený poloměr ohybu zmenšit na polovinu.

**2.6.4 Poloměry ohybů kabelů vn s XLPE izolací**

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

kde d....je průměr kabelu.

**2.6.5 Minimální poloměry ohybu optotrubek a mikrotrubiček**

Poloměry ohybu jsou dány jednotlivými typy a velikostmi optotrubek a mikrotrubiček. Je nutné dbát montážních pokynů výrobců. Pro ověření správné montáže slouží zkoušky na průchodnost a těsnost.

### 2.6.6 Síly při tažení

Síly při strojním tažení stanovuje výrobce kabelu nebo optotrubky pro konkrétní typ, jinak podle vztahu v 2.6.1.2.

### 2.6.7 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.).

### 2.6.8 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 odstavce 2.3.5 Souběhy a křížování kabelů na vzduchu.

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

### 2.6.9 Příloz cizího subjektu

Trasy sítí technického vybavení všech správců, musí respektovat ochranná pásma jednotlivých sítí dle příslušných zákonů. Například pro vedení energetických kabelů, plynovodů a tepelných rozvodů zákonem 458/2000 Sb. (Energetický zákon), pro sdělovací kabely zákon 127/2002 Sb. (Zákon o elektronických komunikacích), pro vodovodní a kanalizační sítě zákon 274/2001/Sb. (Zákon o vodovodech a kanalizacích).

Dále trasy technického vybavení musí respektovat zájmová pásma a minimální vzdálenosti mezi sítěmi technického vybavení definované v normě ČSN 73 6005.

V zásadě není možno pokládat sítě jiného správce technického vybavení (cizího subjektu) do ochranného pásma energetiky daného energetickým zákonem. Pokud z technického důvodu je nutné síť cizího subjektu do ochranného pásma položit (křížení, souběh v úzkém chodníku atd.), je nutno dodržet následující pravidla:

- provozovatel distribuční soustavy může dát výjimku z ochranného pásma cizímu subjektu a taktéž cizí subjekt musí dát výjimku z ochranného pásma pro provozovatele distribuční soustavy,
- musí být dodrženo pořadí zájmových pásem dle normy ČSN 73 6005,
- musí být dodrženy nejmenší dovolené vzdálenosti jednotlivých sítí technického vybavení definované normou ČSN 73 6005, přičemž je nutno dbát zřetel na možnost rozšíření sítí energetiky v budoucnu (například pokrytí zvýšené poptávky po el. energii obecně),
- při povolení pokládky cizího subjektu do ochranného pásma energetiky je nutné brát zvýšený zřetel na to, aby nedocházelo ke vzájemnému ovlivnění sítí (například snížení přenosových schopností kabelů energetiky), nebo tento vzájemný vliv co nejvíce omezit,
- dále je nutné co nejvíce eliminovat negativní důsledky poruch na obou sítích, a to nejen přímého vzájemného způsobení škod vlastní poruchou ale i v případě eliminace možné škody vzniklé při odstraňování poruchy cizí sítě.

## 3 Kabely vvn

### 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  $U_0 = 64$  kV

Jmenovité napětí soustavy  $U_n = 110$  kV

Nejvyšší napětí pro zařízení  $U_m = 123$  kV

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

### 3.1.2 Proudové obvody

Proudová soustava třífázová 3x110kV, TT s přímo uzemněným uzlem, kmitočet 50 Hz.

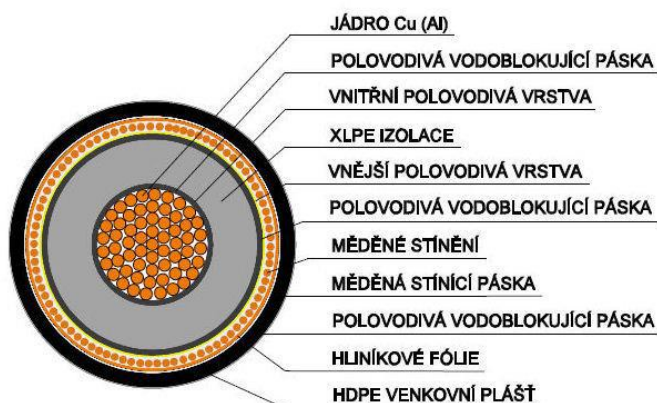
### 3.1.3 Zpětné vedení proudu

Na zpětné vedení se musí použít vždy vodič, 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 vvn příklad

#### 3.1.4.1 Vodivé jádro kabelu

Používají se Cu nebo Al jádra vodiče, jejichž průřez musí být dimenzován podle ČSN IEC 60287-1-1+A1, tak aby vyhovoval požadovanému zatížení a zkratové zatížitelnosti podle ČSN IEC 949 a IEC 61443 tak, aby odpovídal požadovaným zkratovým proudům.

Typ vodivého jádra kabelu může být:

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

#### 3.1.4.2 Izolace kabelů

Používají se především kabely s izolací z XLPE (zesítěný 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.

#### 3.1.4.3 Kovové stínění nebo kovové pláště kabelů

Kovové stínění nebo kovové pláště slouží pro odvod svodových kapacitních proudů, u jednofázových 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 80 °C, konečná teplota při zkratu podle použitých materiálů dle normy IEC 61443 odstavce 4.

#### 3.1.4.4 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 vodublokující vrstvou v konstrukci kabelu (páska nebo prášek).

- příčná (radiální) ochrana.

Příčná ochrana se použije vždy a zajišťuje se laminovanou Al nebo Cu 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.

#### 3.1.4.5 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 souboru norem 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 neporušitelnosti pláště po pokládce kabelu.

Doporučená hodnota minimální tloušťky vnějšího pláště kabelu je podle ČSN IEC 60502-1 a ČSN IEC 60502-2:

$$t = 0,035 \times D + 1 \text{ (mm)}, \text{ kde } D \text{ je průměr pod vnějším pláštěm.}$$

### 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 odst. 3.3 Kladení kabelů do země. 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 F - Porovnání vlastností konfigurace kabelů vvn.

#### 3.1.5.2 Uložení v těsném trojúhelníku

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

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

#### 3.1.5.3 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 magnetického 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 příloze J.

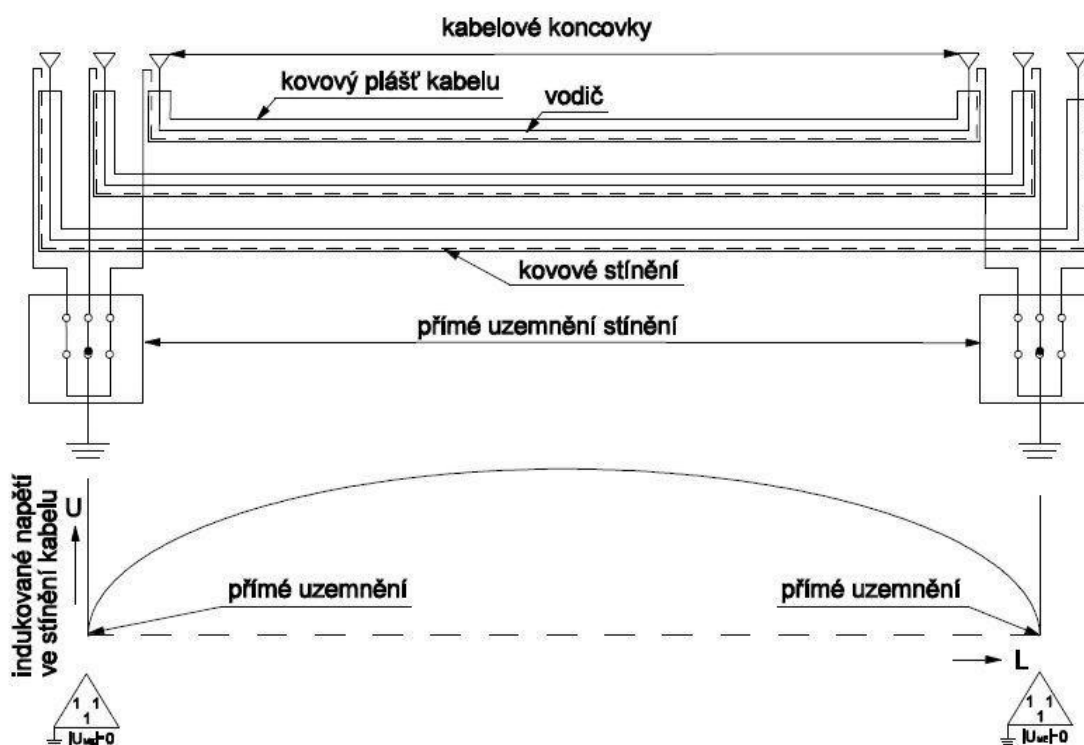
#### 3.1.6.1 Oboustranné uzemněné systémy

Oboustranné 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 spojovištích může být provedena transpozice žil, docílí se tím zvýšení zatížitelnosti a lepších poměrů pro interferenci souběžných sdělovacích kabelů.

Výhody: na koncích kabelů 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, při uložení vedle sebe až o 10 až 15%.



obr. 3-2 - Oboustranné 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. Výpočty indukovaného napětí ve stínění v 3-fázové soustavě s neuzemněnými konci stínění, jsou uvedeny v příloze D.

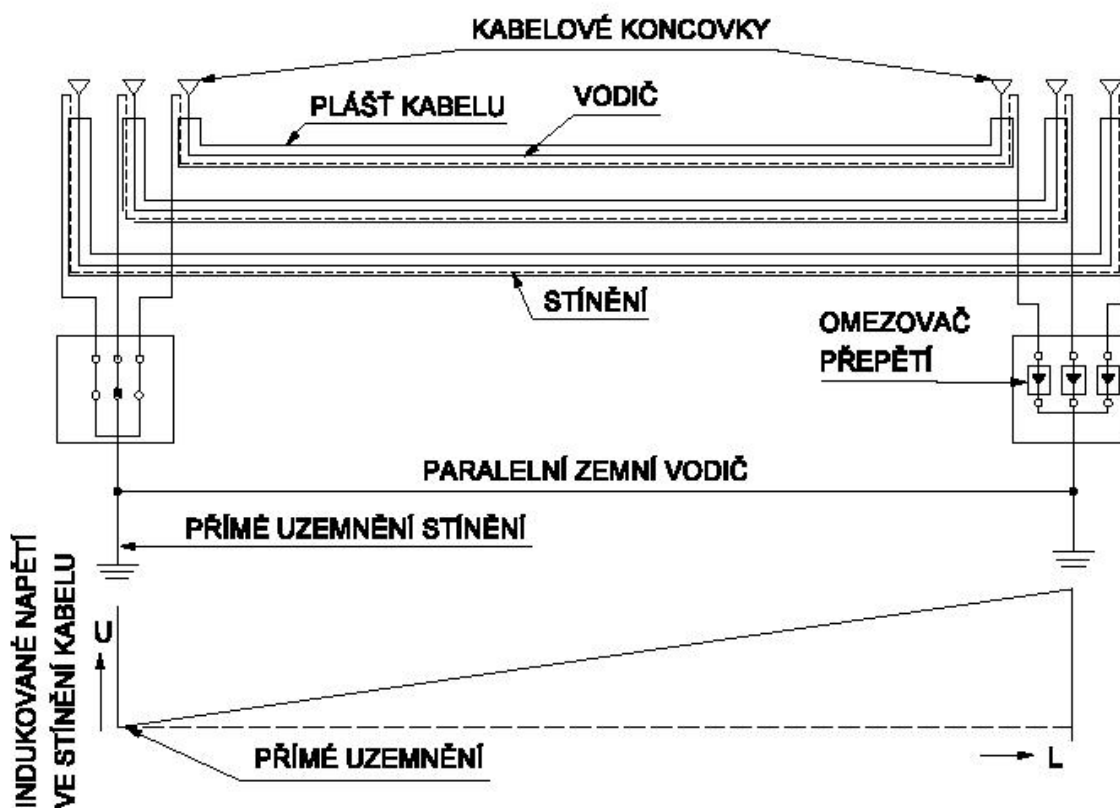
### Jednostranné uzemněné systémy

Jednostranné uzemnění kovových stínění nebo kovových plášťů kabelů (používané zkrácené označení SPB z angl. single-point bonding) obr. 0-3. 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 omezení 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 průřezu odpovídajícího 1 fázovému zkratovému proudu kabelu. Napětí na neuzemněném konci je vždy třeba ověřit výpočtem. Viz Příloha J.

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

**Nevýhody:** spočívají v nutnosti zajišťovat výše uvedená opatření.



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

### 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 10%.

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 příslušných ČSN. 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.

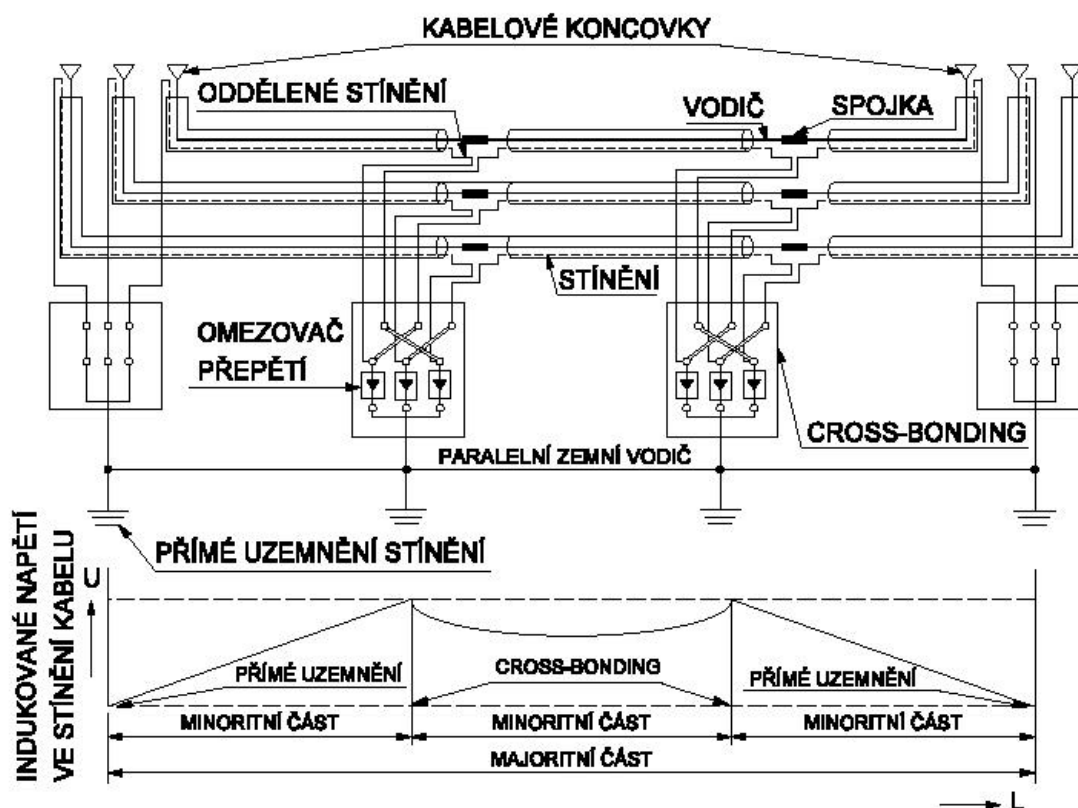
Zemní skřínky (viz odst. 1.7.2.3 Ostatní zařízení této normy) pro propojování kovového stínění ve spojkách (pro uzemnění nebo CB) se umísťují do pilířů nebo do šachet zděných nebo z nevodivého plastu. Skřínky, pilíře nebo šachty musí být označeny příslušnými výstražnými tabulkami a zabezpečeny proti vniknutí nepovolaných osob.

Uzemnění, kontrola krokových a dotkových napětí a případná přídavná opatření v okolí skřínek (ekvipotenciální kruhy, izolační plochy atp.) musí odpovídat příslušným ustanovením příslušných ČSN, 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. Složitě spojkování s izolovaným vyvedením kovového stínění, provádění opatření uvedených výše.

Pro systémy SPB a CB se spolu s kabelovým vedením doporučuje instalovat samostatný paralelní vodič, který je položený mezi koncovými body kabelového systému. Vodič se instaluje k jedné fázi vedení montážním páskem a je uzemněn na obou koncích. V jednotlivých sekcích je transponován na další fázi v polovině úseku. Jeho funkce je důležitá z hlediska nebezpečných a ohrožujících vlivů na sdělovací a zabezpečovací zařízení podle ČSN 33 2160 Elektrotechnické předpisy. Předpisy pro ochranu sdělovacích vedení a zařízení před nebezpečnými vlivy trojfázových vedení vn, vvn a zvn. Vodič bude v polovině délky transponován. Vodič bude dimenzován na hodnotu jednofázového zemního zkratového proudu a jeho průřez musí vyhovovat ČSN IEC 949.



obr. 3-4 - Transpozice cross-bonding



### 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 vvn**

Kabely se dimenzují na základě výpočtů podle ČSN IEC 60287-1-1+A1.

V důsledku současného trendu vysokých letních teplot a dlouhých období sucha bez dešťových srážek je nutno při dimenzování proudové zatížitelnosti, i zatížení kabelů v provozu, počítat s vyššími hodnotami teploty a měrného odporu půdy, než byly dosud uvažovány. Hodnoty odvozené z hodnot teploty a vlhkosti půdy naměřených v 5-letém období 2014 až 2018 jsou uvedeny v Příloze J v Tabulce J5.

Při dimenzování dovolené proudové zatížitelnosti i zatížení kabelů v provozu je nutno věnovat zvláštní pozornost kritickým místům trasy:

- souběhy a křížení s lokálními zdroji tepla jako jsou silové kabely všech napětí a teplovody nebo parovody,
- protlaky nebo podvrty,
- hlubší uložení kabelů než s krytím 1,3 m,
- uložení kabelů v oblasti kořenových systémů stromů a stromořadí (vzdálenost od kmene stromů menší než výška stromu).

Orientační maximální hodnoty indukovaných napětí na stínění v systémech uzemnění SPB CB jsou uvedeny v Příloze D.

Informativní údaje o indukovaných napětí ve stínění kabelů, vlivech konfigurace, systému uzemnění stínění zatížitelnosti různých průřezů, podmínek uložení a vlivu souběhů jsou uvedeny v Příloze J v tabulce J1.

### **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 Příloha G – Provozní vlivy na kabely vvn.

Pro názvosloví, vlastnosti a výpočet sil vyvolaných zkratovými proudy lze přiměřeně použít ustanovení ČSN EN 61914 Kabelové přichytky pro elektrické instalace.

#### **3.2.1 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 konstrukci, obr. 3-15b,
  - závěsné prvky, obr. 3-16.

#### **3.2.2 Rozdělení upevnění fází**

- Jednofázové
- Třífázové.

#### **3.2.3 Pro volné uložení v zemi (kabely v trojúhelníku, ve svazku)**

Viz obr. 3-5 a obr. 3-6 se používají

- Svazkovací pásek
- Polyamidová šňůra
- PE spony

### 3.2.4 Pro pevné uložení na vzduchu

Viz obr. 3-15

#### Vodorovné (kabely v trojúhelníku, ve svazku, nebo vedle sebe jednotlivě)

- Svazkový pásek.
- Polyamidová šňůra.
- PE spony.
- Kovové příchytky (sonapky).
- Dřevěné příchytky.
  - Závěsné (kabely v trojúhelníku).

Viz obr. 3-16

- Kabelové příchytky dle katalogů výrobce.
  - Svislé (kabely v ploché formaci).

Viz obr. 3-17

- Kabelové příchytky jednofázové a třífázové dle katalogů výrobce.

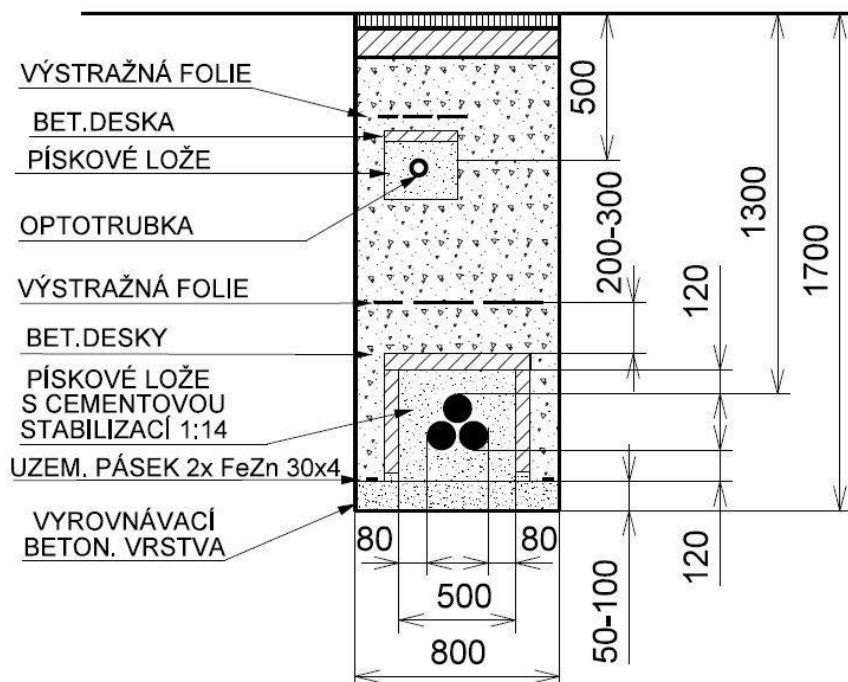
**POZNÁMKA** - Jednofázové svazkové a upevňovací prvky nesmí být provedeny z nepřerušovaného magnetického materiálu.

## 3.3 Kladení kabelů do země

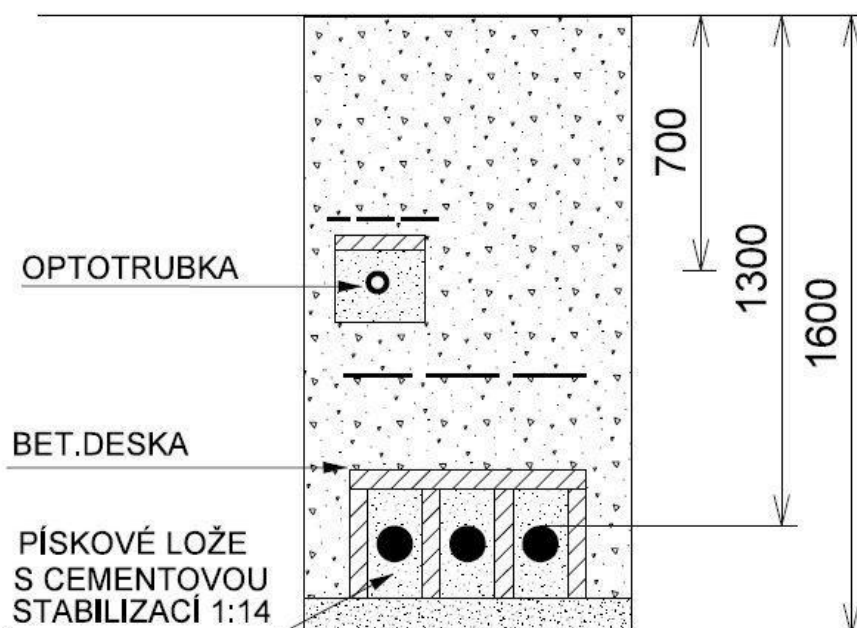
### 3.3.1 Uložení do pískového lože s cementovou stabilizací

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

Optotrubky v souběhu s kabely vvn se kladou do samostatné trasy nad nebo vedle kabelů vvn podle obr. 3-5, 3-6. a podle vzorových řezů v příloze B. 2.



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



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

Není-li zadavatelem stanoveno jinak, uvažuje se maximální teplota okolí v hloubce 1300 mm v zimě a v létě +20°C.

*POZNÁMKA – Doporučuje se uvažovat výpočtovou teplotu v zemi v hloubce 1 300 mm v různé době (zima, léto). Hodnota významně ovlivňuje Idov kabelu.*

Soustavu jednožilových kabelů vvn 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. 5 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 vvn 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 Dk pro přímé tažení, tažení chráničkou v ohybu se nedoporučuje. Doporučené hodnoty průměrů chrániček jsou v příloze E-1.

Doporučené uložení chrániček pro uložení kabelů vvn je na obr. 3-7 a obr. 3-8. Výstup z chrániček (rour, žlabů) musí být proveden tak, aby se kabel nepoškodil, zejména nepřiskřípl. Při založení chrániček pro jednotlivé fáze vedení nesmí být použit magnetický materiál (ocelové roury).

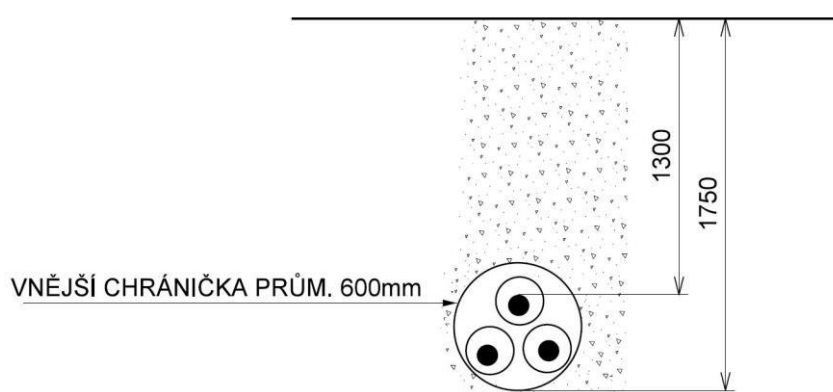
Pro pokládku kabelového vedení vvn není vhodné zakládat prostupy v úsecích, které nejsou zcela rovné, a to horizontálně ani vertikálně. V těchto případech hrozí nebezpečí, že při pokládce dojde při tažení tažným zařízením k napnutí lana a tím deformaci (proříznutí) plastové chráničky a následně při zatažení 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. 2-13 je uveden nedoporučovaný způsob založení prostupů.

### 3.3.3 Uložení v kabelových žlabech

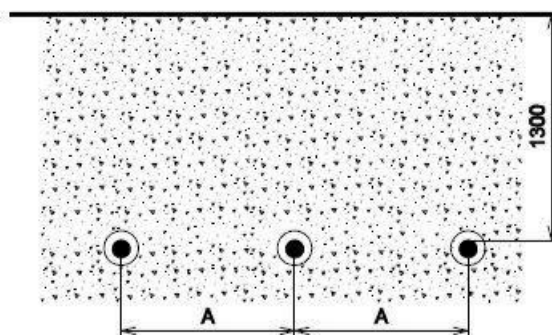
V případě, kdy nelze použít uložení do pískového lože, dle čl. Uložení do pískového lože s cementovou stabilizací, nebo není-li trasa rovná, nebo jde-li o ochranu stávajícího vedení a zároveň musí být vedení dostatečně mechanicky ochráněno, uloží se kabelové vedení do kabelových žlabů. Jednotlivé fáze 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 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 podvrtnu, 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



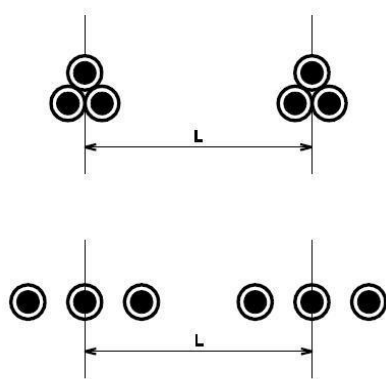
obr. 3-8 - Uložení kabelu v podvrtnu s ochranou jednotlivých fází

*POZNÁMKA: Chráničky jednotlivých fází v obr.3-7 a obr.3-8 jsou z nemagnetického materiálu.*

### 3.3.5 Souběh a křížování kabelů v zemi

**Kabely vvn se s ohledem na svoji důležitost zpravidla neukládají v souběžných trasách. Nezávislá trasa je z hlediska bezpečnosti ve vzdálenosti 3 m.**

Ukládání kabelů vvn je z hlediska vzájemného vlivu omezeno zejména z hlediska tepelného namáhání.

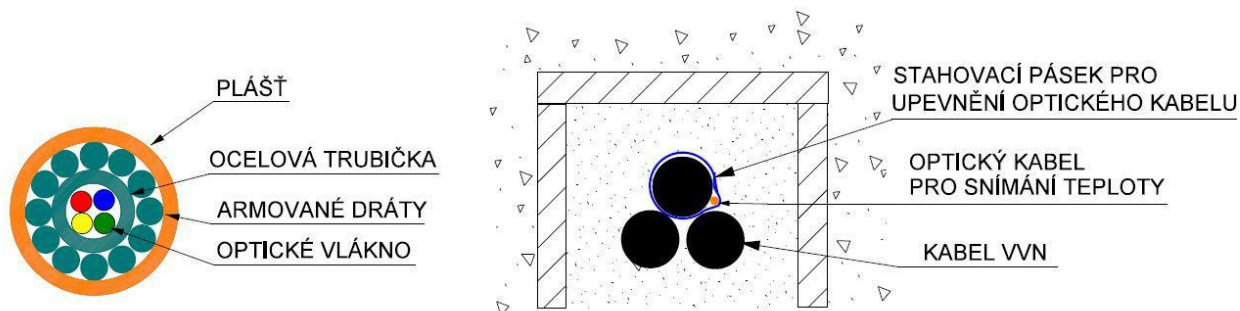


obr. 3-9 - Způsob uložení kabelů vvn do trojúhelníkové a rovinné formace

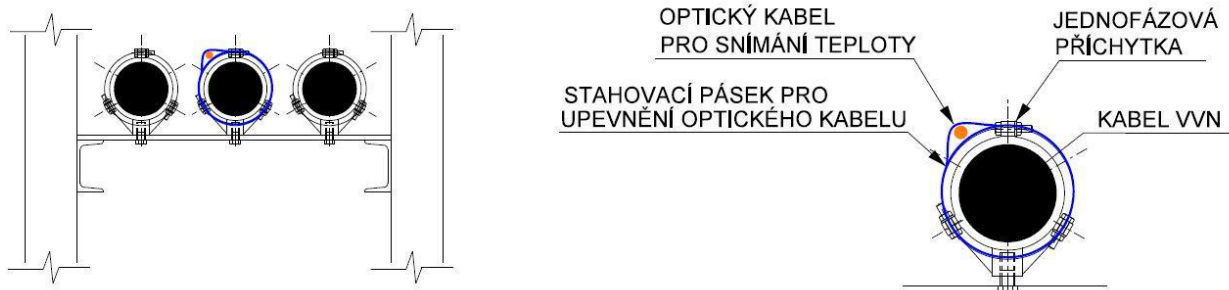
### 3.3.6 Kontrola oteplení

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:

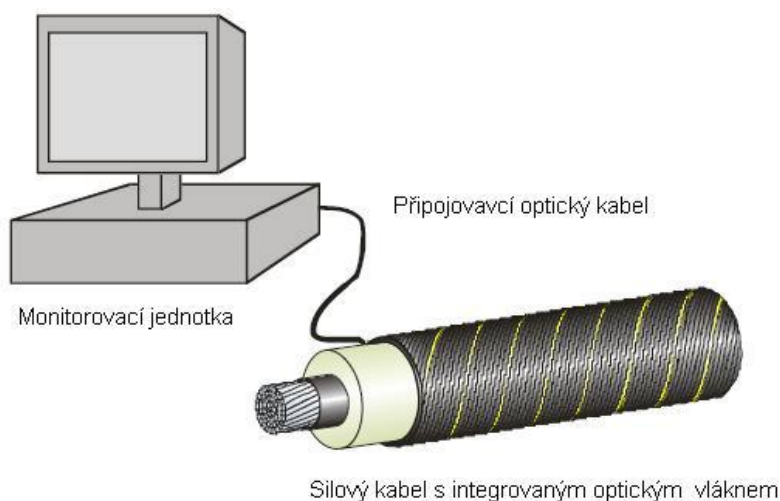
- Optický kabel je dodatečně instalován na plášť kabelu vvn dle obr. 3-10
- Optické vlákno je integrováno přímo ve stínění kabelu vvn obr. 3-11



### DETAIL UCHYCENÍ



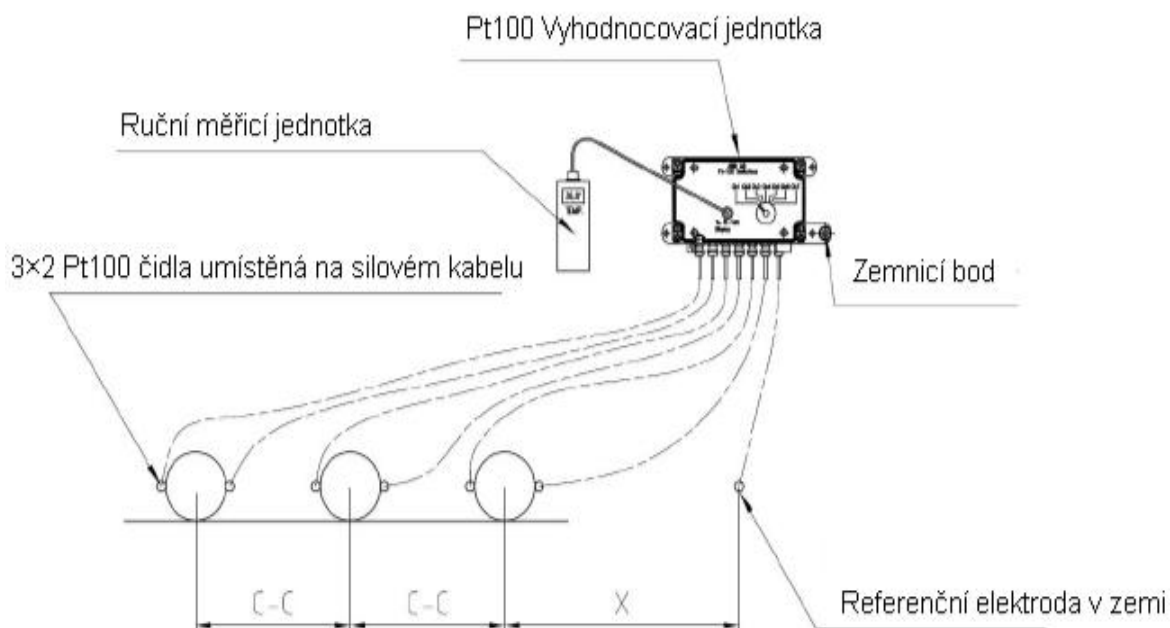
obr. 3-10 - Umístění optického kabelu vně pláště silového kabelu vvn



**obr. 3-11 - Příklad zapojení systému DTS**

Další možností je bodové měření teploty v kritických místech trasy (dle odstavce 3.1.7):

- Měření teploty pomocí čidla - princip měření spočívá ve změně elektrického odporu drátu v závislosti na teplotě, obr. 3-12.



**obr. 3-12 - Měření oteplení čidlem**

### 3.3.7 Ochrana před mechanickým poškozením

#### 3.3.8.1 Výstražné fólie

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

### 3.3.8.2 Krycí desky

Ke krytí kabelové trasy vvn se používají v normální kabelové trase shora a ze strany kabelového lože betonové desky s minimální tloušťkou 50 mm.

### 3.3.8.3 Plastové chráničky

V místech křížení s jinými inženýrskými sítěmi se jednožilové kabely vvn ukládají do samostatných chrániček, doporučuje se založit v křížení rezervní chráničku. Minimální vnitřní průměr chráničky by měl být minimálně 1,5 Dk pro přímé tažení, tažení chráničkou v ohybu se nedoporučuje. Doporučené hodnoty průměrů chrániček jsou v příloze E-1.

Pro dodatečnou ochranu stávajících kabelů, nebo přídatnou ochranu nových kabelů vvn lze použít ochranné kabelové chráničky dělené. Chráničky je nutné obetonovat vrstvou betonu 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, 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 min 50 mm. V případě, kdy trasa není přímá, se doporučuje 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 okrají usazen na spodní betonovou vrstvu.

### 3.3.9 Styk kabelů s ostatními podzemními vedeními

Pro uložení kabelů vvn 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 a dráhami

#### 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 Přílohy B obr. B 2-6 anebo v rovinné formaci podle přílohy obr. B 2-7. 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 správcem sítí. Příklady uložení s vybranými sítěmi jsou v Příloze B na obr. B 2-5, B 22-6, B 22-7, B 2-8.

#### 3.3.10.3 Křížení s železniční tratí

Křížení s železniční tratí se provádí v souladu s ČSN 73 6301 a ČSN 37 5711. Je nutné plně respektovat požadavky 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, pokud to situace umožňuje.

Krytí chrániček musí být nejméně 1,5 m od pláně tělesa železničního spodku (respektive 2 m od horní úložné plochy pražce).

V případě vnitropodnikové železnice se umístění chrániček může provést formou podkopu se souhlasem správce železnice.

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 2 m od paty svahu náspu, přičemž tato vzdálenost nesmí být menší než 4 m od osy koleje. Vzor křížení s železniční tratí je uveden v příloze B na obr. B 2-14. Řez A – chráničky z nemagnetického materiálu, řez B – společná chránička s ochranou jednotlivých fází chráničkami PVC  $\varnothing$  232 mm.

### **3.3.11 Ochrana kabelového vedení před bludnými proudy a vnější vlivy**

#### **3.3.11.1 Ochrana kabelu vvn**

Kabel 110 kV je opatřen vnějším pláštěm 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 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 nedoporučuje používat z vodivých materiálů, v případě nevyhnutelnosti jejich délku co nejvíce zmenšit.

#### **3.3.11.3 Ochrana sdělovacích vedení a zařízení před nebezpečnými vlivy třífázového vedení vvn**

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

#### **3.3.11.4 Elektromagnetické vlivy na okolí kabelu**

##### 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.

##### Magnetické pole.

Pro nejvyšší přípustné hodnoty magnetických polí v okolí kabelu platí hodnoty uvedené v ČSN 33 2040 a Nařízení Vlády ČR 291/2015.

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, jelikož velikost magnetického pole se zvyšuje s velikostí osově vzdálenosti kabelových žil. Týká se to zejména spojkovišť. Spojky a případné vývody stínění se musí ukládat, pokud možno blízko sebe.

Orientační hodnoty magnetického pole, které lze předpokládat u kabelových vedení vvn jsou uvedeny v příloze Příloha K – Orientační hodnoty magnetického pole nad kabely vvn.

## **3.4 Uložení kabelů na vzduchu**

Kabelové vedení se na vzduchu upevňuje pomocí svazků a kabelových přichytek zajišťujících stabilitu kabelového systému podle obr. 3-15, obr. 3-17 nebo pomocí volného zavěšení ve svazku podle obr. 3-16. Současně však musí být tyto prvky navrženy tak aby odolávaly provozním vlivům.

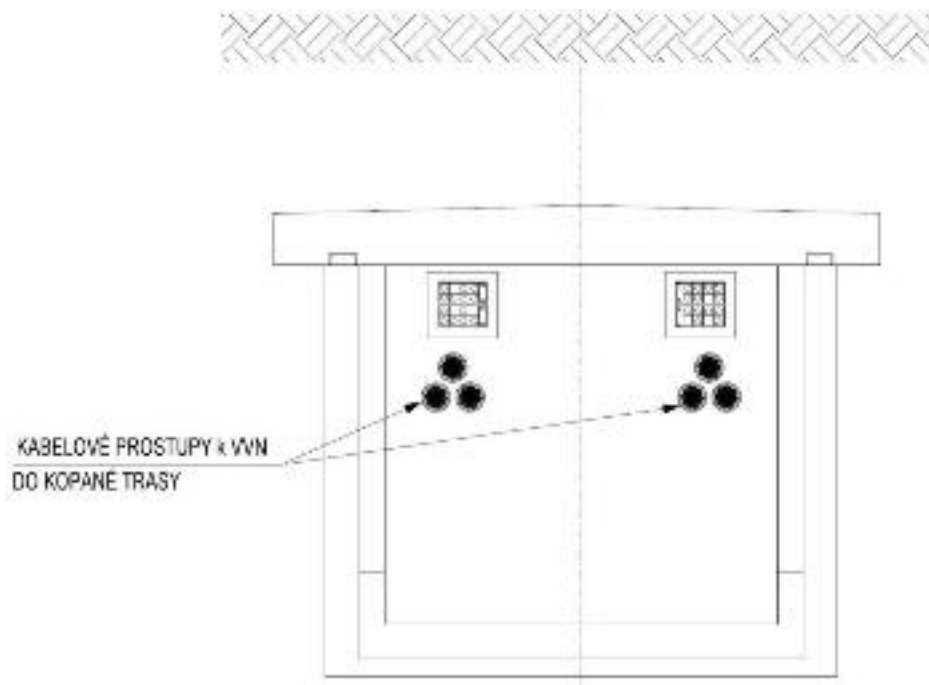
## **3.5 Kladení kabelů v kabelových kanálech a tunelech**

Pro uložení kabelů vvn v kabelových kanálech, podlažích a šachtách, lze použít Podnikové normy energetiky PNE 38 2157. Uložení kabelů vvn v kolektorech, technických chodbách, kanálech a suterénních rozvodech se v ostatních případech řídí ČSN 73 7505.



### 3.5.1 Prostupy

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

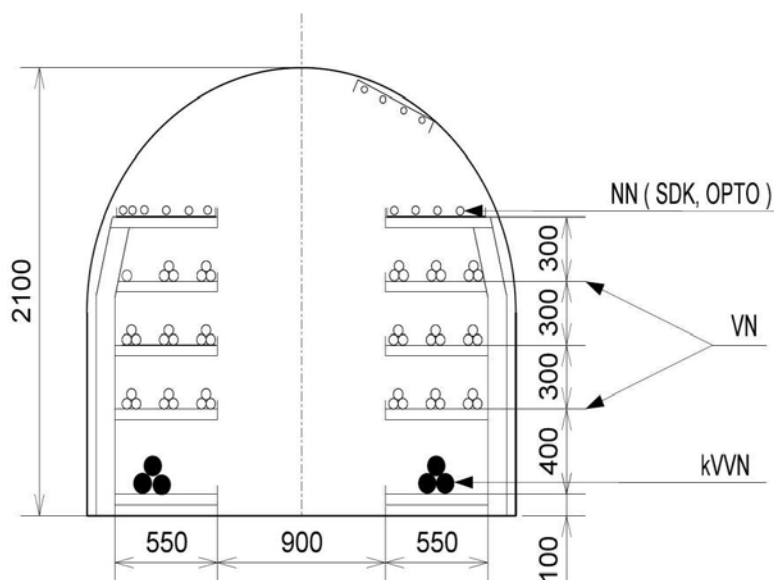


obr. 3-13 - Pohled na vstup ke kabelu vvn do kopané trasy

### 3.5.2 Uložení vodorovné

Vodorovně se kabely vvn 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. 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 vvn min. 400 mm podle obr. 3-14.

*POZNÁMKA: Pro určení vzdálenosti výložníků mezi sebou lze použít Podnikovou normu energetiky PNE 38 2157 odstavec 4.1.4.*

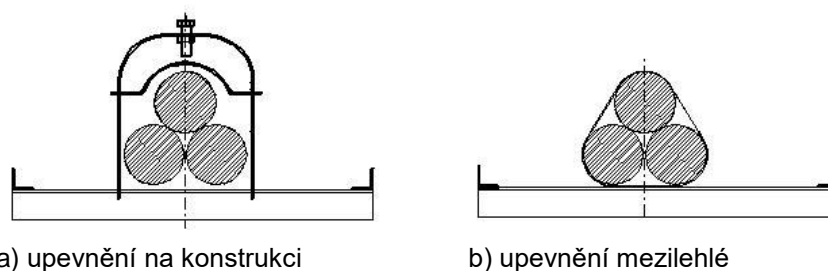


obr. 3-14 - Řez kabelovým tunelem s uložením kabelu vvn

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 rošttech a nedošlo k jejich poškození ani při prodlužování oteplováním ani dynamickými proudy při zkratech.

Upevnění kabelu navrhuje výrobce (dodavatel) kabelu.

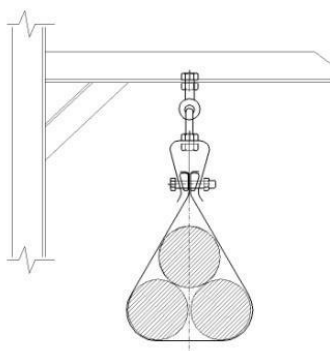


a) upevnění na konstrukci

b) upevnění mezilehlé

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

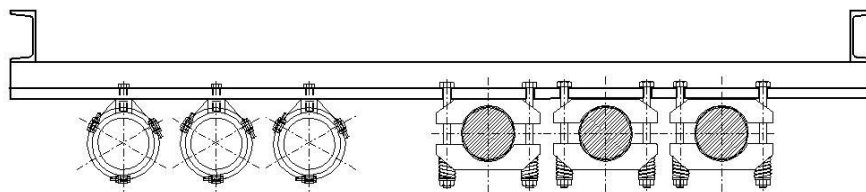
Kabely volně upevněné umožňují prodlužování na délku i příčné zvlnění na šířku v případě oteplování kabelu tím, že se kabel více zvlní mezi jednotlivými pevnými přichyceními na konstrukci. Upevnění kabelu navrhuje výrobce (dodavatel) kabelu.



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 vvn po samostatných fázích. Pro určení vzdálenosti přichytek lze použít Podnikovou normu energetiky PNE 38 2157 čl. 4.3.



obr. 3-17 - Příklad svislého uložení kabelů

Přichytky nesmí snižovat požární odolnost kabelového systému.

### 3.6 Ochrana kabelových vedení vvn

- 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 a ČSN 73 0804, přičemž klasifikace stavebních výrobků a konstrukcí staveb souvisejících s elektrickými zařízeními a rozvody jsou uvedeny v ČSN 73 0810.

Pro požárně bezpečnostní provedení rozvodů vvn, kdy kabely zůstávají v provozu i při požáru, platí norma ČSN 73 0848 (kapitola 1. „Předmět normy“).

ČSN 73 0848 neplatí pro distribuční soustavy s licencí podle zákona č. 458/2000 Sb. ve znění pozdějších předpisů (Energetický zákon).

Ochrana kabelů vvn 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 vstupů musí odpovídat klasifikaci podle ČSN EN 13501-2 a musí být odzkoušeny z hlediska požární odolnosti dle ČSN EN 1366-3.

*POZNÁMKA: V rámci LDS lze použít Podnikovou normu energetiky PNE 38 2157.*

Nově instalované kabely vvn musí odpovídat odolnosti proti šíření plamene a požadavkům ČSN EN 60332-3-22 Základní požadavek na pláště 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 vvn 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 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 vvn, 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 rovné 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 vvn, 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 vvn ukládaných do sdružených tras, (kolektorů), platí navíc znění ČSN 73 7505 (kapitola 10 „Požární bezpečnost“), ve znění současně platné legislativy.*

## Příloha A Hloubka uložení kabelů a optotrubeč

Napětí kV	Hloubka H [mm]		
	Terén	chodník	Vozovka, krajnice vozovky
Do 1 (včetně) *	700	350	1000
Nad 1 až 10	700	500	1000
Nad 10 až 35	1000	1000	1000
Nad 35 až 110	1300	1300	1300
Optotrubeč minimálně	700	350	900
Sdělovací řídicí a zvláštní obvody	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 - 1a a při uložení kabelů do orné půdy podle obrázků 2-1a i 2-1b.*

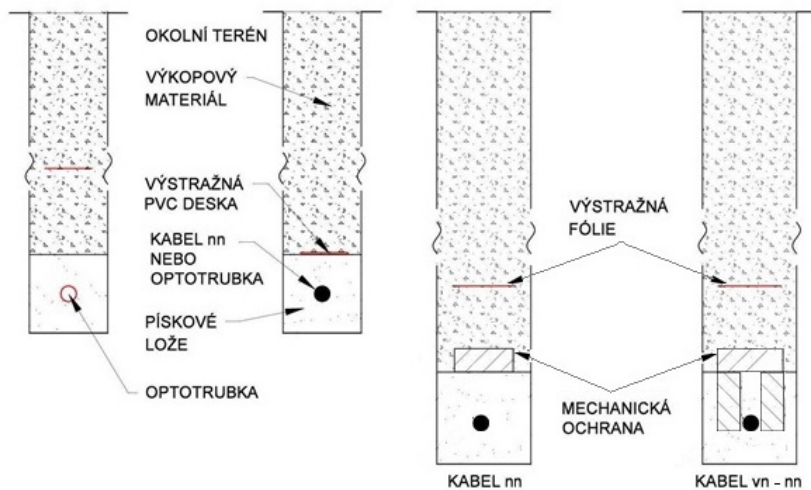
*Hloubka uložení do chodníku je minimální a uložení musí odpovídat místním podmínkám (hloubce a skladbě podkladních vrstev, vyjádření správců komunikací atd.)*

Tab. A - 1 - Hloubka uložení

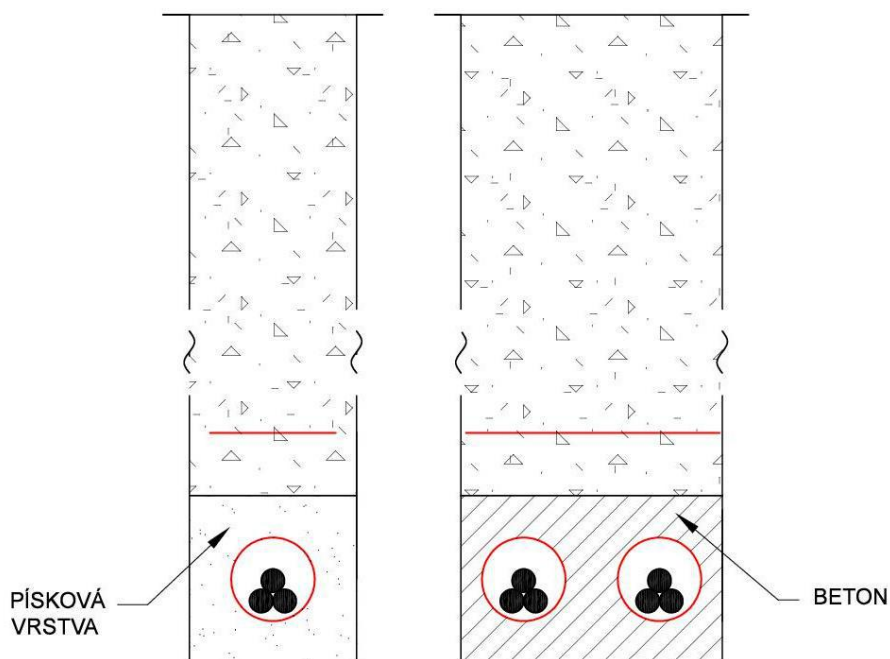
Označení	Seskupení kabelů v zemi vedle sebe, nad (pod) sebou	Nejmenší vnější vzdálenost souběžných kabelů mm (mezi povrchy)	
		optotrubeč ve společné trase	optotrubeč v kontaktu se silovým kabelem
1.	Sdělovací, optický, řídicí, zvláštní obvody silového rozvodu	50	0
2.	Sdělovací, optický a silový		
	do 1 kV nad 1 kV	150 200	0 0
3.	Silový a silový nebo silový a řídicí, zvláštní obvod		
	do 1 kV	50	-
	do 6 kV	100	-
	do 10 kV	150	-
	do 35 kV 35kV do 110kV	200 500	- -

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

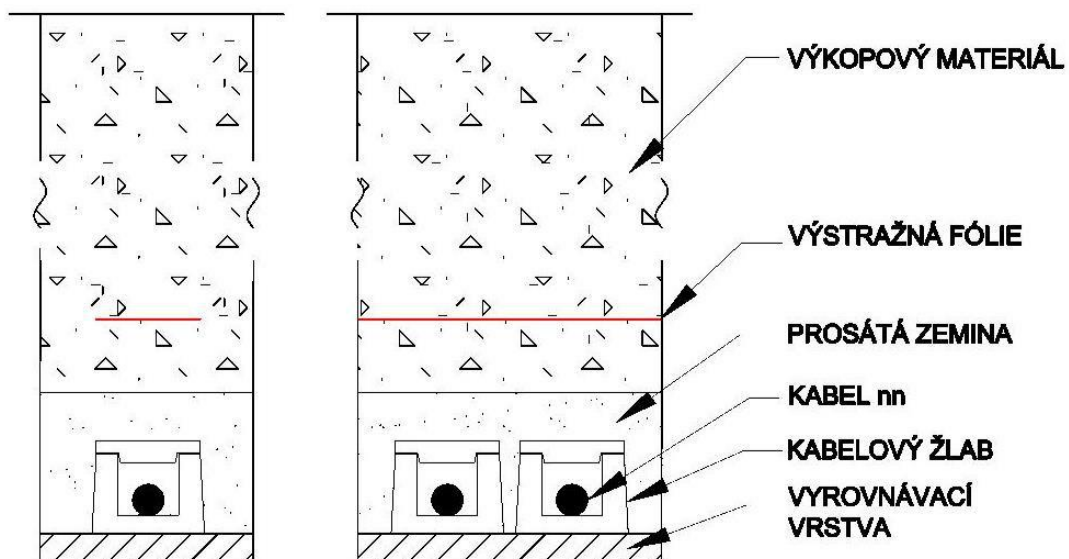
## Příloha B.1 Příklady uložení kabelů



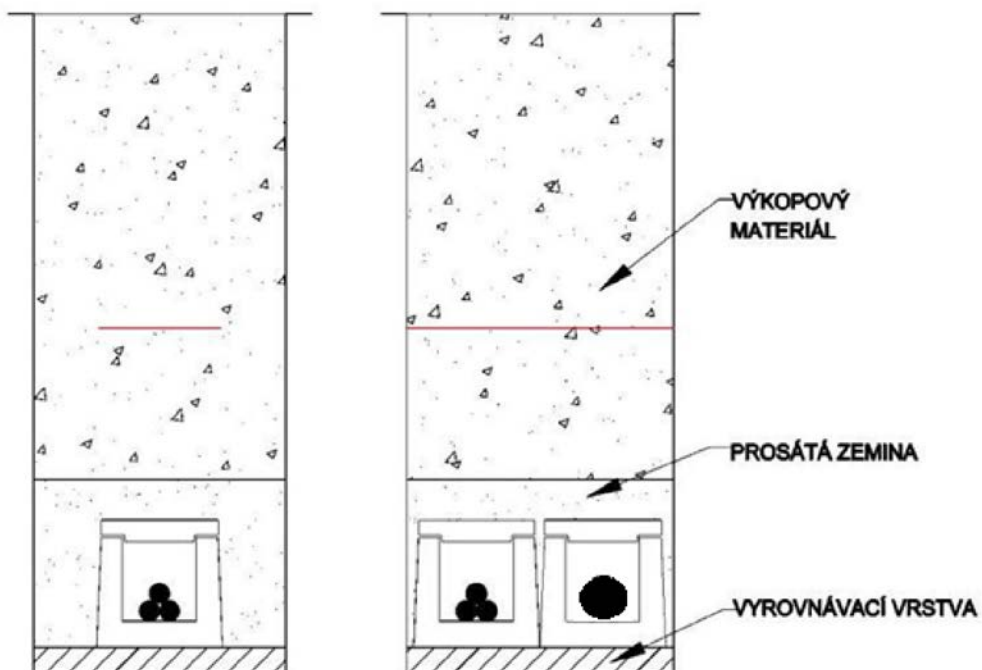
obr. B 1-1 - Uložení optotrubeč, kabelu nn a vn v pískovém loži



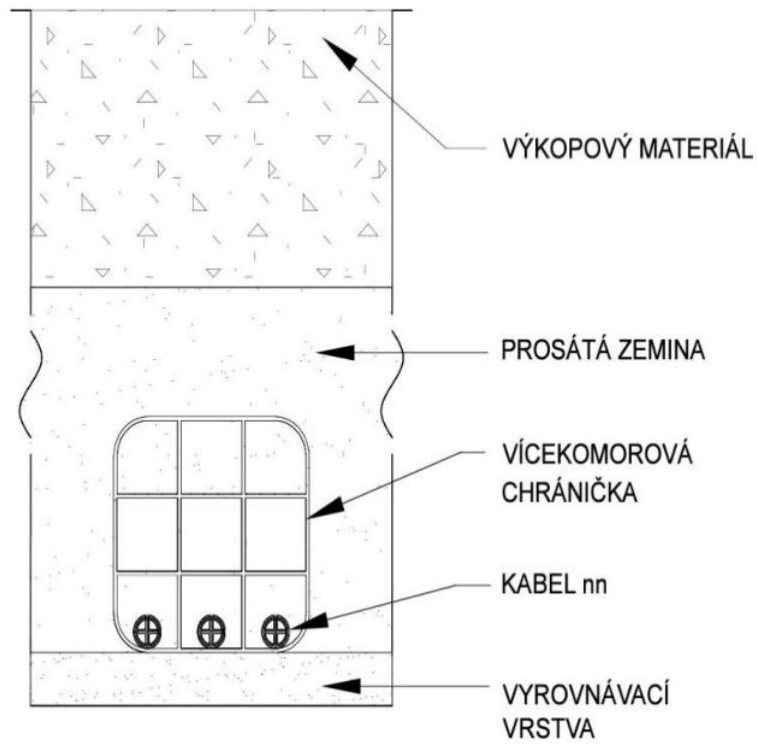
obr. B 1-2 - Uložení kabelu vn v chrániče s obsypem a obetonováním



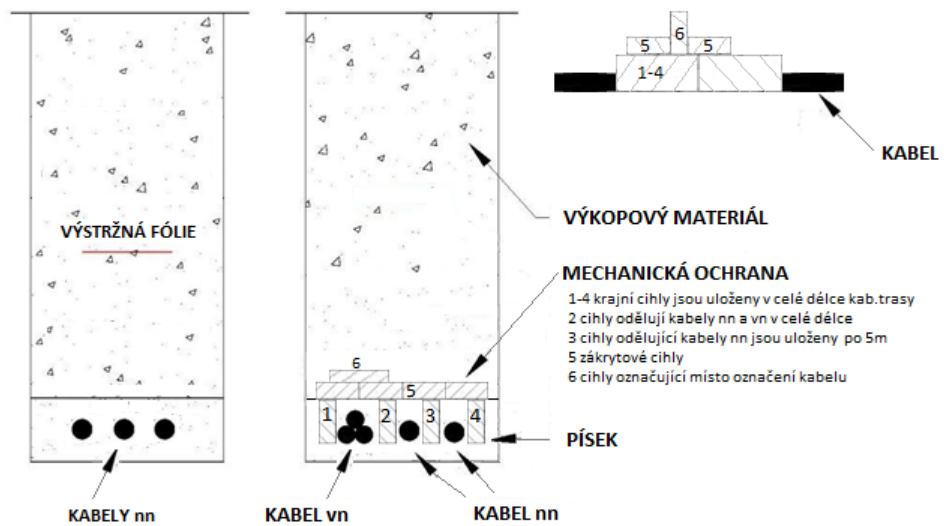
obr. B 1-3 - Uložení kabelů nn v kabelovém žlabu



obr. B 1-4 - Uložení kabelů vn v kabelovém žlabu

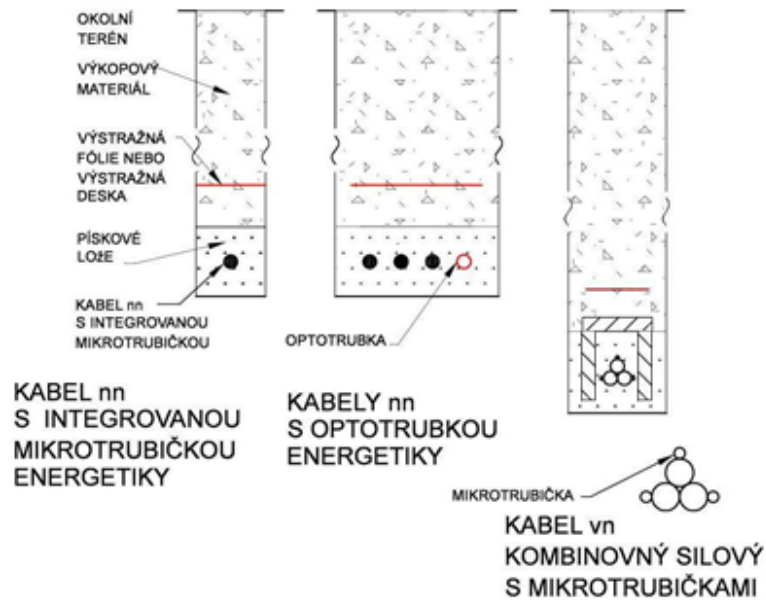


obr. B 1-5 - Uložení kabelů nn ve vícekomorové chráničce

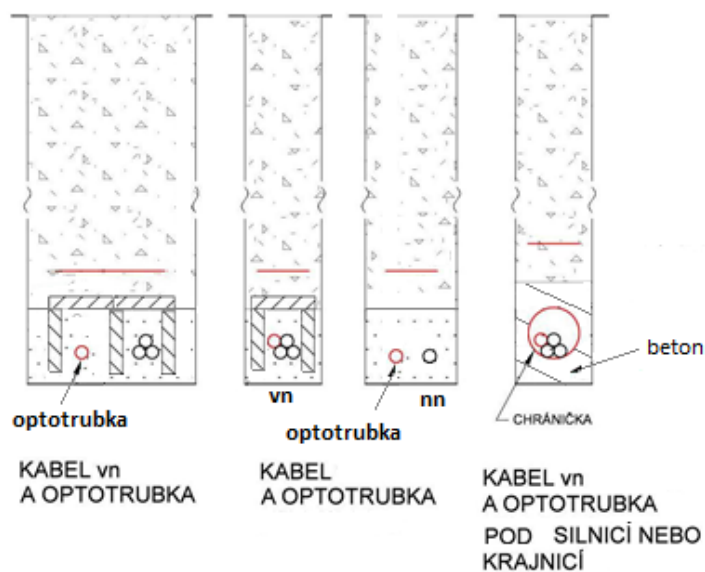


obr. B 1-6 - Uložení kabelů v pískovém loži - souběh vn a nn

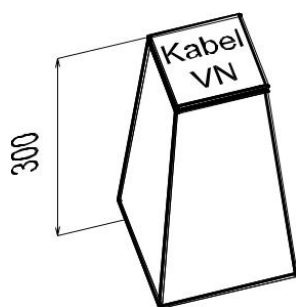




obr. B 1-7 - Kombinace uložení kabelů nn, vn, sdělovacích první část

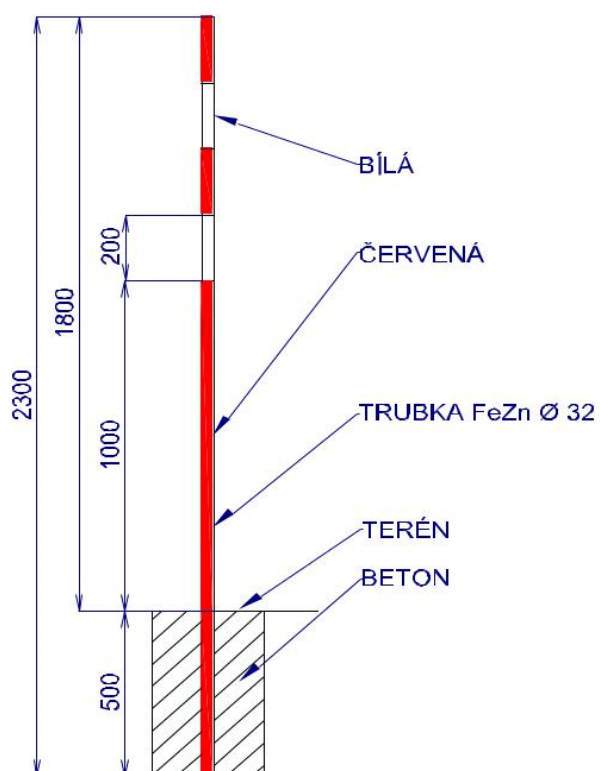


obr. B 1-8 - Kombinace uložení kabelů nn, vn, sdělovacích druhá část



obr. B 1-9 - Kabelový patníček pro označování kabelových sítí

Horní litinová deska 100 x100 mm s textem kabel vn, nn, spojka vn, nn. Spodní základna 150 x150 mm



obr. B 1-10 - Výškové označení lomového bodu křižování se železnicí

**Vzor A Protokol o měření optotrubek v síti**

Optotrubka

<b>Název akce:</b>						
Úsek trasy:	z	do	z	do	z	do
Délka úseku m						
Průměr optotrubky						

**Zkouška kalibrace**

Datum měření			
Měřil:			
Průměr kalibru (mm) *			
Doba průběhu (sec)			
Výsledek zkoušky			

**Zkouška tlakutěsnosti**

Datum měření			
Měřil:			
Měřicí přístroj:			
Počáteční tlak (bar) **			
Konečný tlak (bar)			
Doba měření (hod)***			
Výsledek zkoušky(%)			

Vyhotovil

Jméno:	Razítko a podpis:
Společnost:	
Datum:	

Vysvětlivky:

- \* Vnější průměr kalibru min 85 % vnitřního průměru optotrubky\*\*
- \*\* Optotrubky budou zkoušeny tlakem 3 bar
- \*\*\* Zkouška tlakutěsnosti optotrubky bude provedena v délce minimálně 1 hodiny

**Vzor B      Protokol o měření mikrotrubiček v síti**

Kombinovaný silový kabel vn

<b>Název akce:</b>						
Úsek trasy:	z	do	z	do	z	do
Číslo žíly (fáze)	1		2		3	
Délka úseku m						
Průměr mikrotrubičky						

**Zkouška kalibrace**

Datum měření			
Měřil:			
Průměr kalibru (mm) *			
Doba průběhu (sec)			
Výsledek zkoušky			

**Zkouška tlakutěsnosti**

Datum měření			
Měřil:			
Měřicí přístroj:			
Počáteční tlak (bar) **			
Konečný tlak (bar)			
Doba měření (min)***			
Výsledek zkoušky(%)			

Vyhotovil

Jméno:	Razítko a podpis:
Společnost:	
Datum:	

Vysvětlivky:

\* Vnější průměr kalibru min 85 % vnitřního průměru mikrotrubičky \*\*

\*\* Mikrotrubičky budou zkoušeny tlakem 10 bar

\*\*\* Zkouška tlakutěsnosti mikrotrubiček bude provedena v délce minimálně deset minut

## Vzor C Protokol o měření mikrotrubiček v síti

Kombinovaný silový kabel nn

<b>Název akce:</b>			
Úsek trasy:	z	do	
Délka úseku (m)			
Průměr mikrotrubičky			

### Zkouška kalibrace

Datum měření:		
Měřil:		
Průměr kalibru (mm)*		
Doba průběhu (sec)		
Výsledek zkoušky (vyhovuje/nevyhovuje)		

### Zkouška tlakutěsnosti

Datum měření:		
Měřil:		
Měřicí přístroj:		
Počáteční tlak (bar)**		
Konečný tlak (bar)		
Doba měření (min)***		
Výsledek zkoušky (%)		

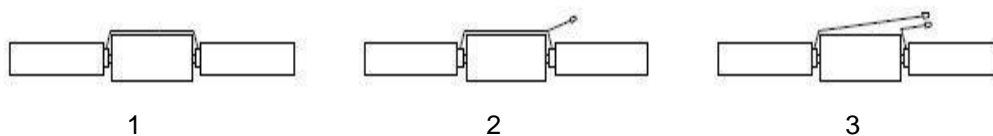
Vyhotovil

Jméno:	Razítko a podpis:
Společnost:	
Datum:	

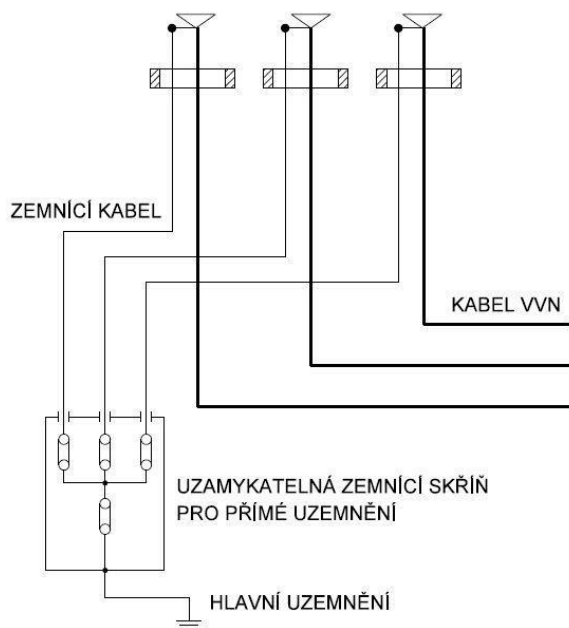
Vysvětlivky:

- \*\* Vnější průměr kalibru min 85 % vnitřního průměru mikrotrubičky \*\*
- \*\* Mikrotrubičky budou zkoušeny tlakem 10 bar
- \*\* Zkouška tlakutěsnosti mikrotrubiček bude provedena v délce minimálně deset minut

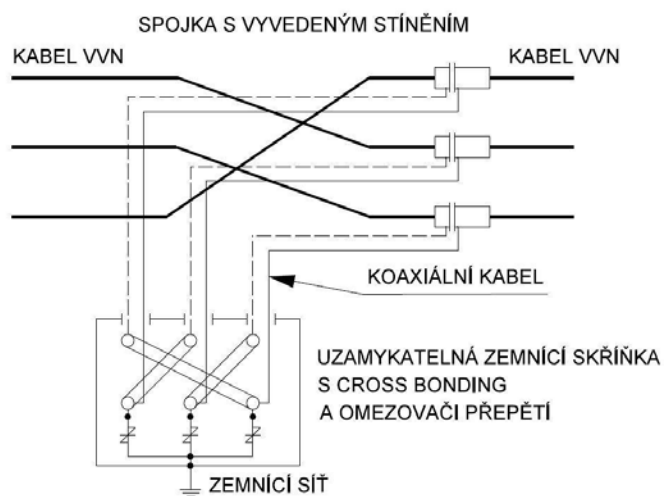
## Příloha B.2 Příklady ukládání kabelů vvn a optotrubelek



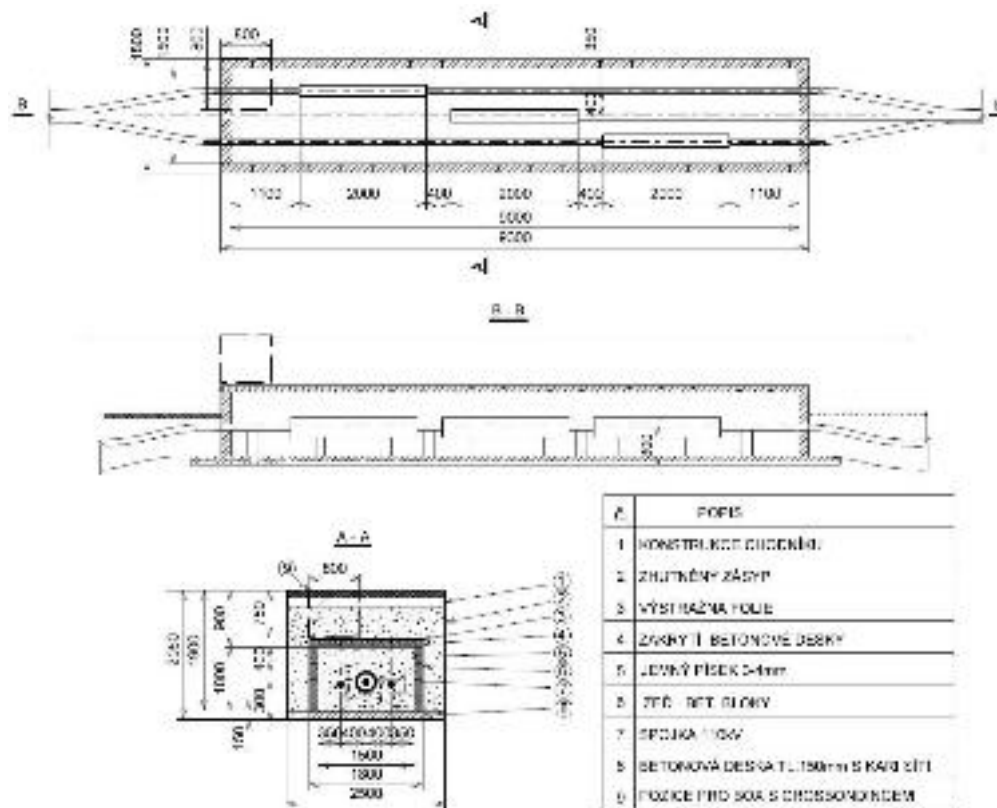
obr. B 2-1 - Typy spojek



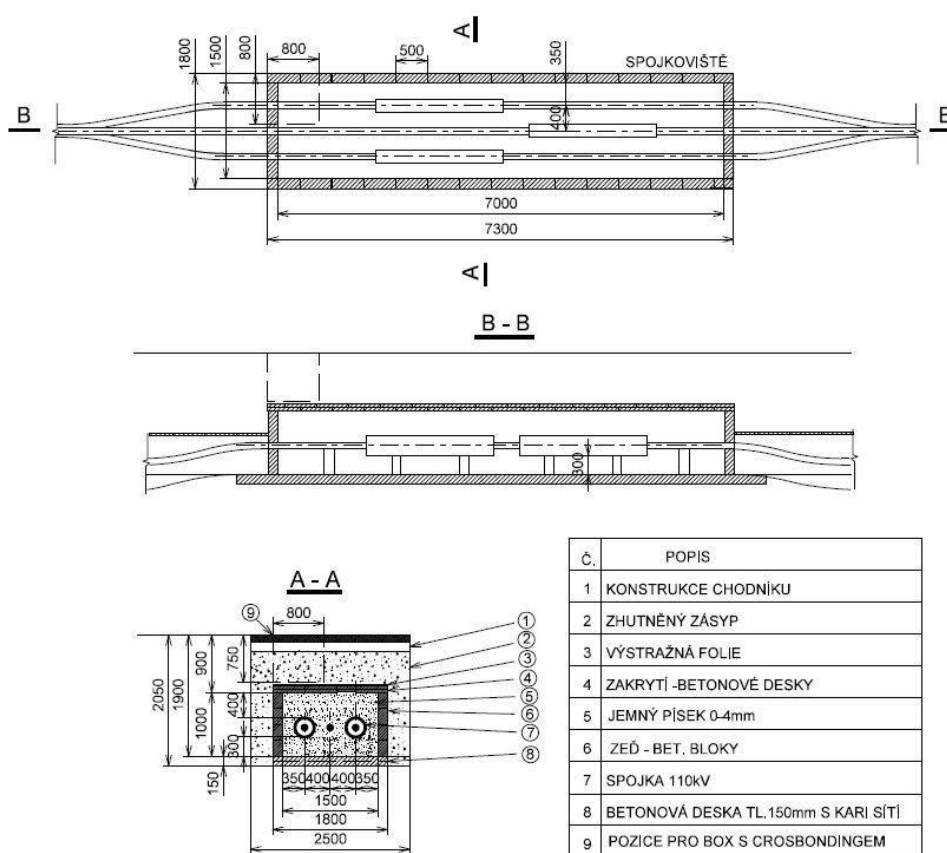
obr. B 2-2 - Příklad koncovka s přímým uzemněním stínění vvn



obr. B 2-3 - Příklad spojka s cross-bondingem a omezovači přepětí vvn

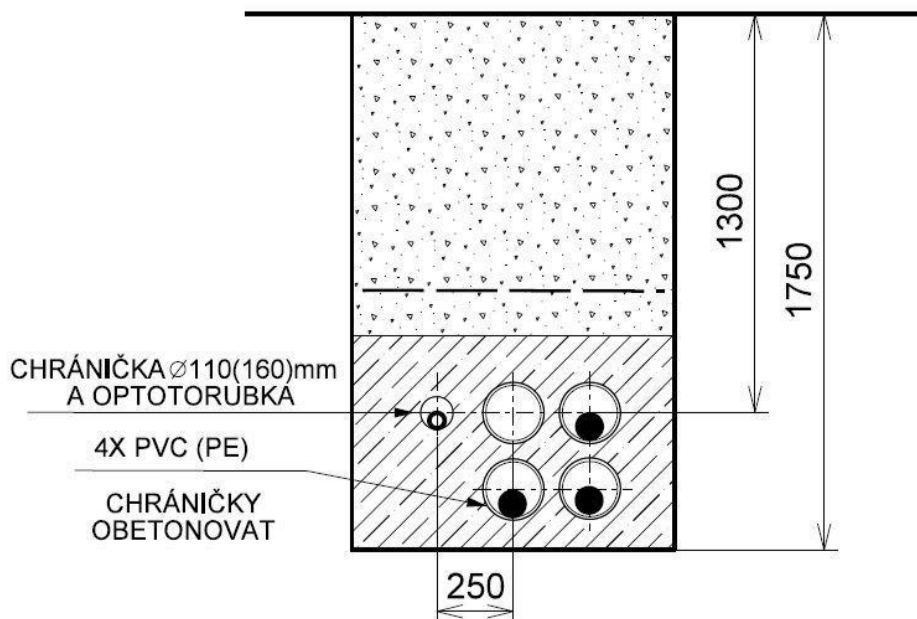


obr. B 2-4 - Příklad optimálního řešení spojkoviště pro kabely vvn spojky za sebou

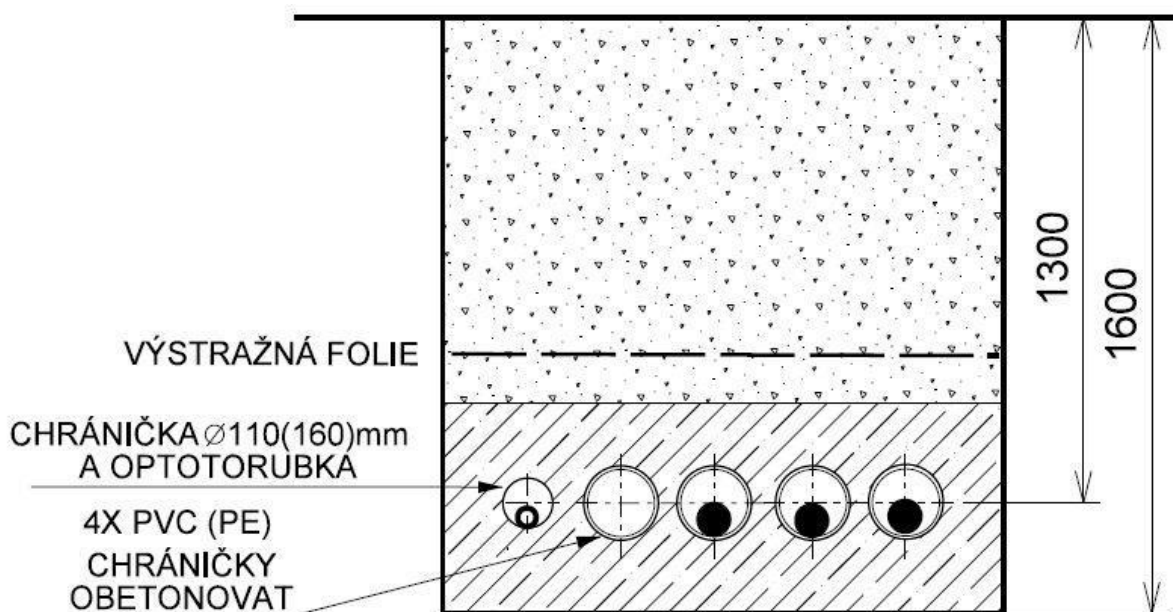


obr. B 2-5 - Příklad optimálního řešení spojkoviště pro kabely + spojky vedle sebe

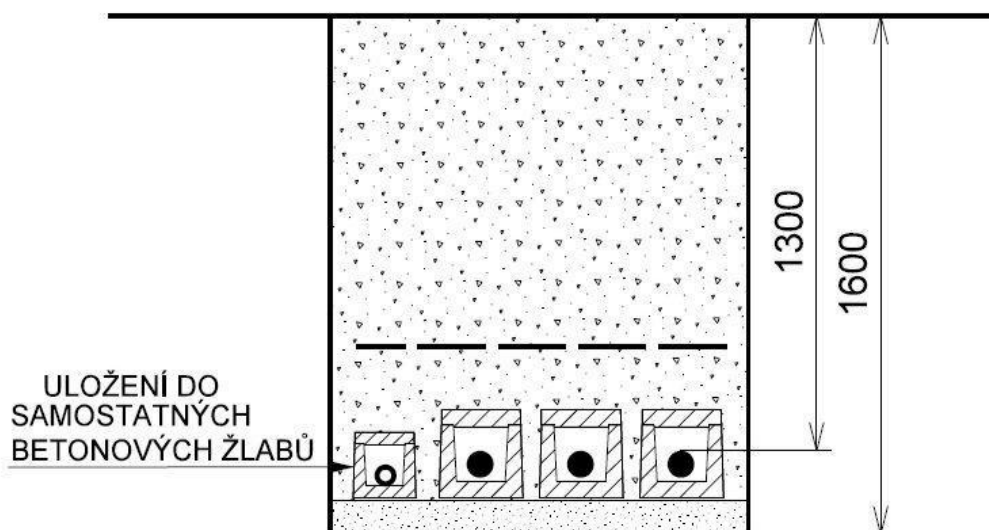




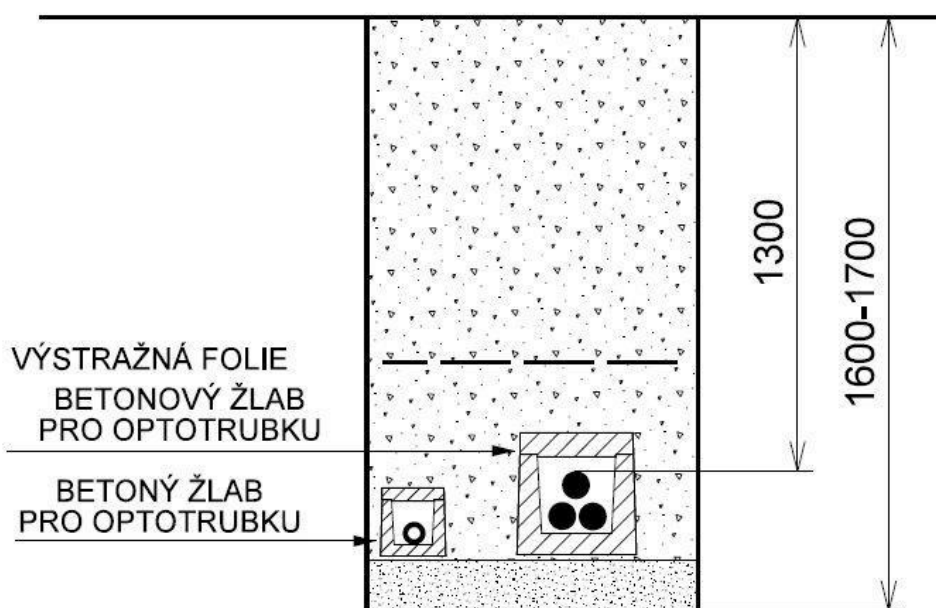
obr. B 2-6 - Uložení kabelu vvn v přechodu komunikace v trojúhelníkové formaci



obr. B 2-7 - Uložení kabelu vvn v přechodu komunikace v rovinné formaci

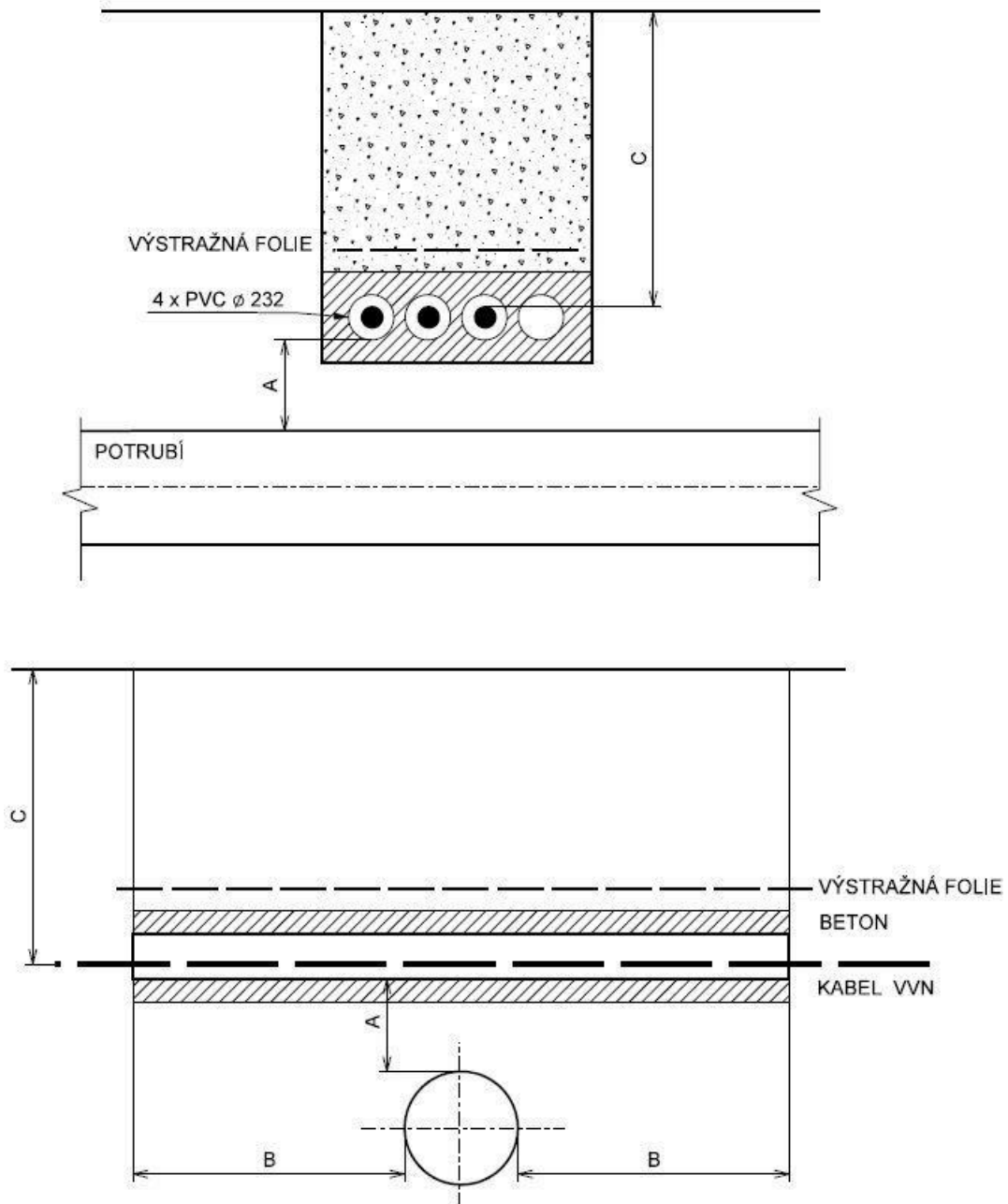


obr. B 2-8 - Uložení kabelu vvn s ochrannou v kabelovém žlabu v rovinné formaci



obr. B 2-9 - Uložení kabelu vvn s ochrannou ve společném kabelovém žlabu v trojúhelníku

## Příklady křížení kabelů vvn s ostatními sítěmi



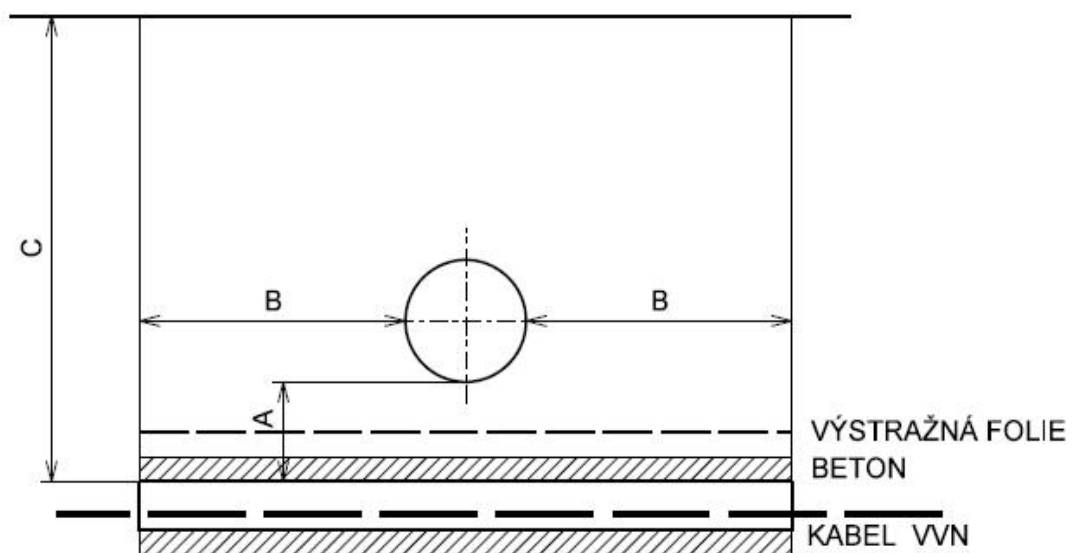
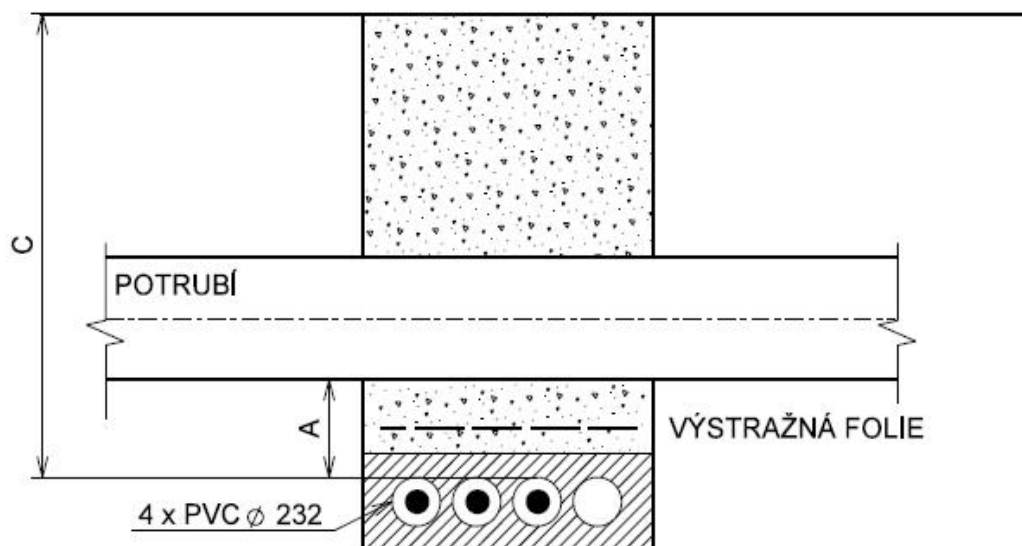
obr. B 2-10 - Křížení kabelů vvn nad potrubím (plyn, voda, kanalizace)

## POZNÁMKA:

*A – vzdálenost podle ČSN 73 6005 Tab. A2*

*B – ochranné pásmo křížovaného vedení*

*C – krytí kabelového vvn – min. 1300 mm*



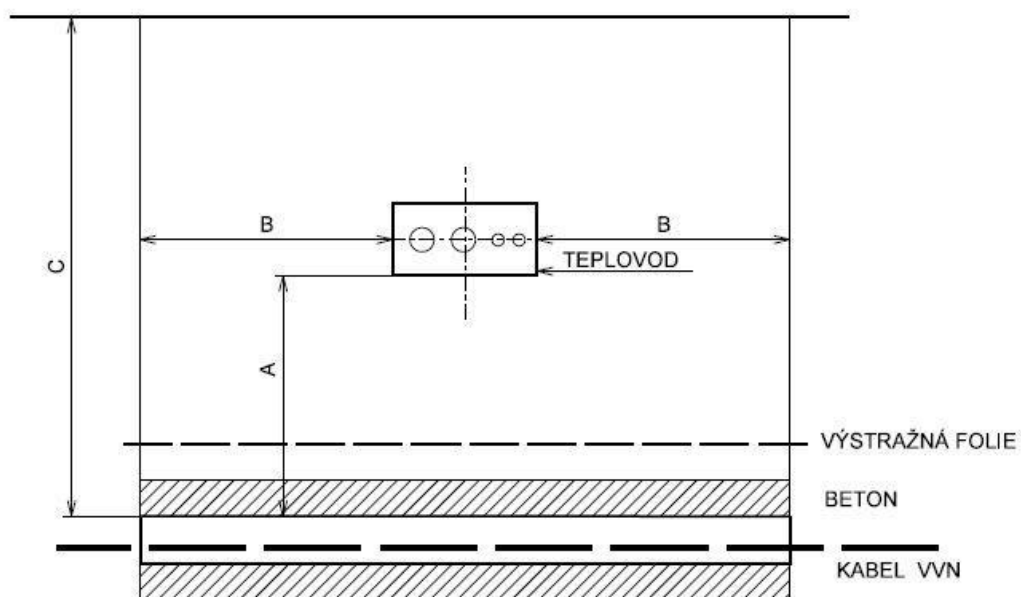
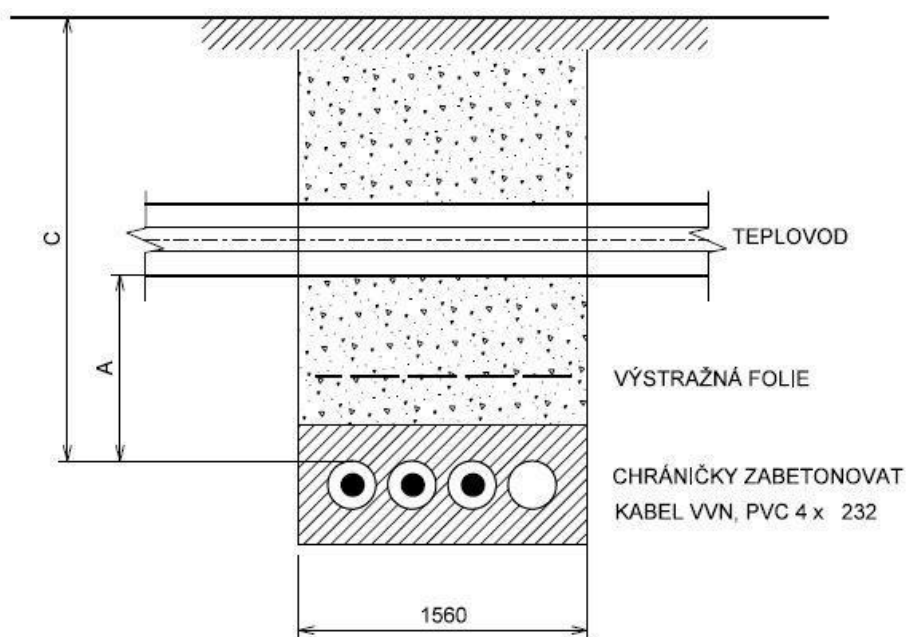
obr. B 2-11 - Křížení kabelů vvn pod potrubím (plyn, voda, kanalizace)

**POZNÁMKA:**

*A – vzdálenost podle ČSN 73 6005 Tab. A2*

*B – ochranné pásmo křížovaného vedení*

*C – krytí kabelového vedení vvn*



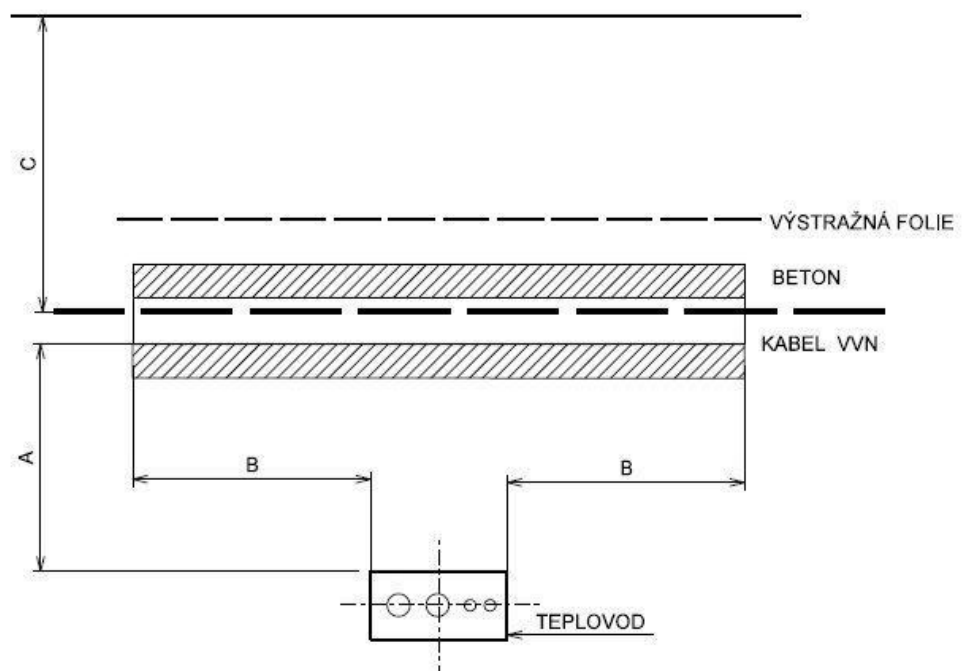
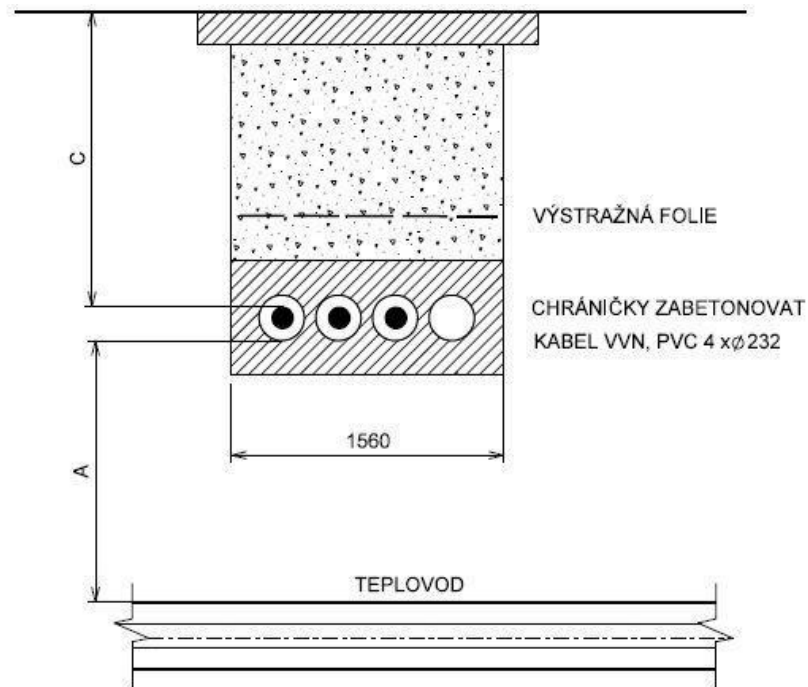
obr. B 2-12 - Křížení kabelů vvn s teplovodem

**POZNÁMKA:**

*A – vzdálenost podle ČSN 73 6005 Tab. A2*

*B – ochranné pásmo křížovaného vedení*

*C – krytí kabelového vedení vvn*



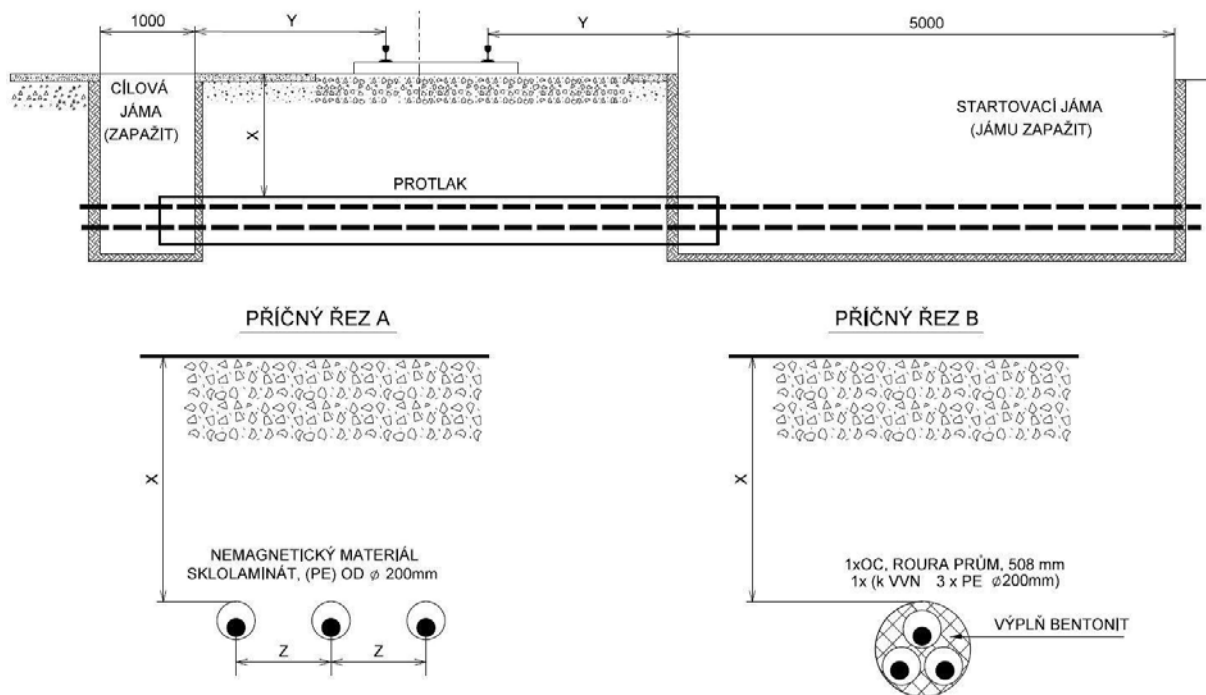
obr. B 2-13 - Křížení kabelů vvn s teplovodem

**POZNÁMKA:**

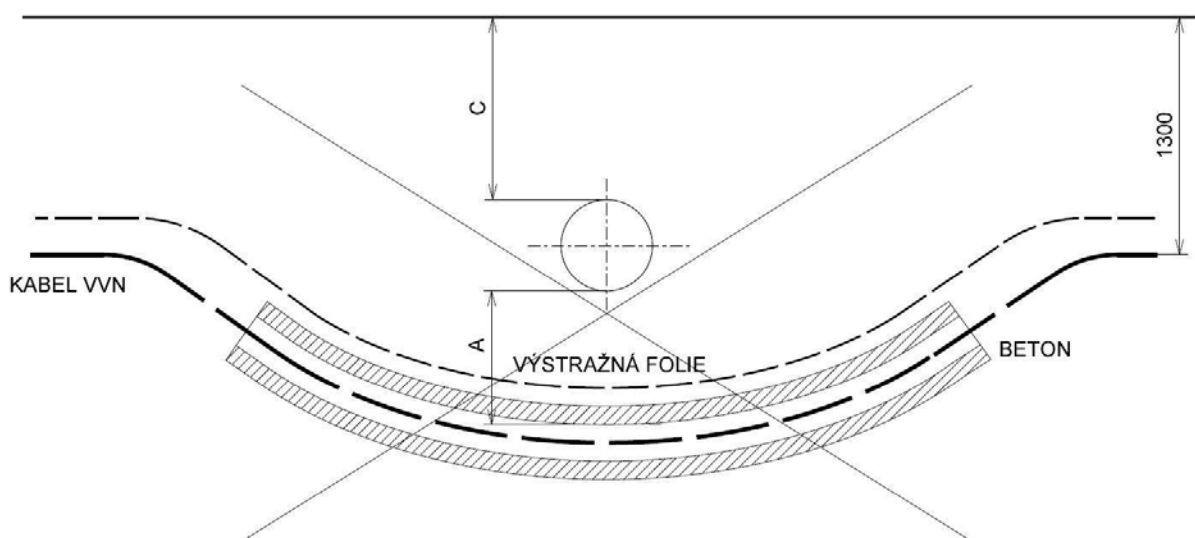
*A – vzdálenost podle ČSN 73 6005 Tab. A2*

*B – ochranné pásmo křížovaného vedení*

*C – krytí kabelového vedení vvn*



obr. B 2-14 - Křížení kabelů vvn s železniční tratí podvrtem



obr. B 2-15 - Nedoporučený způsob pokládky pro kabelové vedení vvn

## Příloha C Požadavky na kladení kabelů vvn

### C.1 Vybavení pro pokládku

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

Kabelový vlek s nosností pro kabel vvn, 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 brzdit anebo pohánět pomocí přítlačných 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 5 t) 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 okamžitě vypne 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 přítlačován čtyřmi gumovými kladkami. Hydraulika je poháněna buď motorem benzínovým anebo 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 vvn 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 s navařeným okem na žíle kabelu, nebo na zatahovací punčochu.

Dáme pokyn a pomalu napínáme lano. V této fázi zjistíme, jak máme připravenou trasu, neboť lano nám alternativně 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 1500 m podle kapacity bubnu a průměru kabelu. 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.

Pro natažení kratších úseků lze použít ruční tažení při dodržení bezpečnosti práce a nepoškození kabelu při dostatečném počtu pracovníků.

Není povoleno vláčet kabel po zemi a provádět pokládku bez válečků.

### C.3 Kvalifikace

Na pokládku kabelů vvn 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 vvn 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 10 kV po dobu 1 min. Tato zkouška zjistí neporušenost pláště kabelu. Zkouška se provádí 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 24 h ( $1xU_0$  bez zatížení).

Po dohodě dodavatele a odběratele je možno provádět další zkoušky např.: zkoušku  $2xU_0$  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.

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

**Tab. C-1 - Doporučené dovolené ohyby**

### 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.

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

**Tab. C-2 - Doporučené síly při tažení**

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 FBS (N) pro dané hodnoty je dle rovnice:

$$FBS = (F \times d) / RDO$$

(N) maximální síla při tažení,

(m) vzdálenost mezi válečky v ohybu, obvykle se udává násobkem poměru  $RDO / F$ ,

RDO (m) dovolený poloměr ohybu.

Je-li síla v tlaku na stěnu FBS udaná v (N/m) pak platí rovnice:

$$FBS = F / RDO$$

Pro orientaci lze uvést, že přípustná hodnota boční síly na stěnu FBS (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 doporučena výrobcem kabelu. 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 Orientační maximální hodnoty indukovaných napětí na stínění v systémech uzemnění SPB a CB

systém uzemnění	zkrat	formace	sym.vodič	d/rg	E
					kV/km/kA
SPB	1f zem		ve svazku s f.	10	$0,188+0,126 \ln (s/d)$
SPB	1f zem		ve svazku s f.	15	$0,214+0,126 \ln (s/d)$
SPB	1f zem		vedle dole	10	$0,239+0,126 \ln (s/d)$
SPB	1f zem		vedle dole	15	$0,265+0,126 \ln (s/d)$
SPB	1f zem	ooo	mezi u kraj.f.	10	$0,145+0,126 \ln (s/d)$
SPB	1f zem	ooo	mezi u kraj.f.	15	$0,170+0,126 \ln (s/d)$
SPB	1f zem		jen 2xFEZn		0,53
SPB	1f zem	ooo	jen 2xFEZn		0,54
SPB	3f - zem				$0,044+0,063 \ln (s/d)$
SPB	3f - zem	ooo			$0,073+0,061 \ln (s/d)$
SPB	2f				$0,044+0,063 \ln (s/d)$
SPB	2f	ooo			$0,087+0,063 \ln (s/d)$
CB	1f mezi				$0,044+0,063 \ln (s/d)$
CB	1f mezi	ooo			$0,087+0,063 \ln (s/d)$
CB	2fmezi				$0,087+0,063 \ln (s/d)$
CB	2fmezi	ooo			$0,174+0,126 \ln (s/d)$
CB	3fmezi				$0,075+0,109 \ln (s/d)$
CB	3fmezi	ooo			$0,126+0,105 \ln (s/d)$
CB	1 zem				Rstínění +jE1fmezi
CB	1 zem	ooo			Rstínění +jE1fmezi

s osová vzdálenost fází (mm)

d střední průměr stínění

rg geometrický průměr zemního vodiče,  $rg = 0,75$ průměru vodič pro jiný poměr  $d/rg$  než je E pro  $d/rg = 10$

nebo 15 v tabulce se k E (10 nebo 15) přičte nebo odečte hodnota rozdílu:

$$= 0,0628 \cdot (\ln (10 \text{ nebo } 15) - \ln (d/rg))$$

U systému CB se u vyšších 1 fázových zkratových proudů nezanedbává činný odpor stínění:

$$E = I1fk \cdot (R_{st} + j X), X (\Omega/km) \text{ je vypočtená hodnota } E \text{ z tabulky (použije se modul komplex.č. } E).$$

**Příloha E Doporučené velikosti chrániček**

<b>Průměr jednožilového kabelu vvn <math>d_k</math>(mm)</b>	<b>Doporučená vnitřní velikost chráničky <math>\emptyset</math> D/d (mm)</b>
kabely s $\emptyset d_k$ do 80mm	min.130
kabely s $\emptyset d_k$ od 80- do 100 mm	170-190
kabely s $\emptyset d_k$ od 100-120 mm	$\geq 190$

**Tab. E-1 - Doporučené velikosti chrániček**

**Příloha F Porovnání vlastností konfigurace kabelů vvn**

<b>Konfigurace</b>	<b>Těsný trojúhelník</b>	<b>Vedle sebe</b>
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 vvn**

## **Příloha G – Provozní vlivy na kabely vvn**

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 příchyttek, 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 spojkovištích.

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.

## Příloha H Prodloužení kabelů vvn 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 nepřipustnému ohybu a posunu kabelů při prodlužování kabelů oteplováním, nebo zkracování při ochlazování, montují se jednožilové 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:

$$h_T = \frac{2l}{\pi} \sqrt{\alpha_{th} \cdot \Delta v}$$

$l$  délka mezi body pevného uchycení kabelu na konstrukci (mm)

$\alpha_{th}$  koeficient tepelné roztažnosti materiálu vodiče (1/K), je pro Cu  $17 \cdot 10^{-6}$  (1/K) a pro Al  $24 \cdot 10^{-6}$  (1/K)

$\Delta \delta$  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

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

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

$h_0$  vyhnutí kabelu (mm)

$D_E$  vnější průměr kabelu (mm)

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

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

$S$  průřez vodiče (mm<sup>2</sup>)

$E$  modul pružnosti materiálu vodiče (kN/mm<sup>2</sup>) je pro Cu 115 (kN/mm<sup>2</sup>), pro Al 65 (kN/m<sup>2</sup>)

## 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, a ČSN EN 61914.

Měrná síla mezi vodiči je:

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

kde

F je dynamická síla mezi vodiči [kN/m]

S osová vzdálenost vodičů [mm]

$I_{km}$  max. rázový zkratový proud protékající vodičem [kA]

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

Radiální síla

$$F_R = 0,17 \cdot I_{km}^2 / s \text{ [kN/m] nebo (N/mm)}$$

Tangenciální síla:

$$F_T = 0,1 I_{km}^2 / s \text{ [kN/m] nebo (N/mm)}$$

Radiální síla působí na:

- kabel (vodič, izolaci, stínění a plášť),
- upevňovací prvky (příchytky) jednotlivých jednožilových kabelů,
- části příchytok 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  $l_p$  (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 příchytok a jejich částí se vypočte s použitím vztahů pro kontrolu pevností z mechaniky.

Vzdálenost příchytok 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<sup>2</sup>, 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):

$$l_p = (6 \cdot b_p \cdot D_c \cdot t_i) / F_R \text{ (mm)}$$

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



## Příloha J Vlivy na dimenzování kabelu vvn

### Porovnání zatížitelností různých způsobů uzemnění stínění kabelů vvn

Uzemnění stínění	BEB		SPB		CB	
	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
spojování	jednoduché	jednoduché	jednoduché	jednoduché	složitě	složitě
svodiče přepětí	NE	NE	záleží na délce		ANO	ANO

Tab. J-1 - Porovnání vlastností způsobu uzemnění stínění kabelů vvn

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-2 - Obvyklá řada průřezů vodičů kabelů vvn (mm<sup>2</sup>)

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 (mm <sup>2</sup> )	do 800	1,06	1,21	1,10	1,33	1,05	1,10	1,15
	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-3 - Orientační porovnání středních hodnot zatížitelností systémů SPB, CB a BEB

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 kabelové lože		2,5 Km/W	0,67
Teplota okolí - země (teplota žíly 90°C)	20°C	10 - 30°C	1,07 - 0,93
Teplota okolí - vzduch	35°C	10 - 50°C	1,24 - 0,83
Osová 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

Tab. J-4 - Orientační vlivy podmínek uložení kabelů vvn

Pro normální podmínku uložení je koeficient zatížitelnosti 1

Druh	Druh uložení	Hloubka krytí (m)	Povrch	Teplota (°C)		Tep. odpor (°Cm/W)	
				předměstí	centrum	průměr	maximum
Výkop	stabilizované kabel.lože	1,3	propustný nezpevněný	22	25	1,5	2
Výkop	stabilizované kabel.lože	1,3	nepropustný asfalt, beton	25	30	1,2	1,5
Komunikace	chráničky v betonu	1,3	nepropustný asfalt, beton	30	30	1,2	1,5
Protlak	chráničky	2	nepropustný	20	20	1	1

Tab. J-5 Teplé období 2014 - 2018, orientační hodnoty teploty a měrného odporu půdy

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

$$U = \sqrt{3} I X_m \quad (\text{V/km})$$

kde  $I$  – dovolený proud jádra dle ČSN IEC 60287-1-1 + A1 čl. 1.4

$X_m$  – vzájemná reaktance mezi stíněním a jádrem na jednotku délky ( $\Omega/\text{m}$ ).

Pro uložení v trojúhelníku  $X_m = 2 \cdot \omega \cdot 10^{-4} \cdot \ln \frac{2s}{D} \quad (\Omega/\text{km})$

Pro uložení vedle sebe  $X_m = 2 \cdot \sqrt{2} \cdot \omega \cdot 10^{-4} \cdot \ln \left( \frac{2s}{D} \right) \quad (\Omega/\text{km})$

kde  $s$  - osová vzdálenost vodičů (mm), pro uložení vedle sebe

$D$  - střední průměr stínění (mm)

## Příloha K    Orientační hodnoty magnetického pole nad kabely vvn

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

- 1 kabel vvn - ploché uložení s osovými roztečemi 200 mm, do 20  $\mu\text{T}/\text{kA}$ ,
- 1 kabel vvn – uložení do trojúhelníku, do 5  $\mu\text{T}/\text{kA}$ .

Při dodržení osových roztečí fází u spojovacího dle obr. B 2-4 a B 2-5 by hodnoty pole neměly překročit 40  $\mu\text{T}/\text{kA}$ , případné vývody stínění je nutno uložit co nejbližší navzájem.

Při souběhu 2 kabelových vedení vvn (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.