

## Elektrická instalace v průmyslu

### 1. Všeobecně

Průmyslové rozvody se od bytových liší nejen svým provedením, použitým materiálem, způsobem montáže, ale především přenášenými výkony. Tyto výkony jsou na rozdíl od bytových s ohledem na konkrétní provoz a průmyslové odvětví podstatně vyšší.

**Největší rozdíl mezi bytovou a průmyslovou instalací je především v ukládání vodičů a kabelů.** Zatím co u bytových rozvodů preferujeme ukládání pod omítku a do lišt, v průmyslových rozvodech se vodiče a kabely ukládají do kabelových kanálů, žlabů, na rošty, žebříky, závěsy, vedou se v ochranných trubkách, nebo se používají tzv. sběrníkové systémy a další.

Dále se bytové a průmyslové rozvody liší také provedením rozváděčů. V bytových rozvodech jsou rozváděče většinou v provedení z plastu a instalované pod omítku. Průmyslové rozváděče se dělají v provedení z plastu, ocelo-plechové nebo litinové, podle potřeby, druhu provozu a prostředí, které je v místě montáže rozváděče. Jako průmyslové rozváděče se dnes používají především rozváděče skříňové, stavebníkové v provedení z litiny nebo plastu, výsuvné rozváděče, modulové rozváděče a další, které jsou buď připevněné na stěně, nebo stojící samostatně, připevněné k podlaze.

Další rozdíl je také patrný v provedení přístrojů, jako jsou například vypínače, přepínače, zásuvky, svítidla a jiný použitý materiál.

#### 1.1. Základní požadavky na vodiče a kabely

Výběru kabelů a vodičů se říká *dimenzování vodičů*. Při tomto výběru musíme brát ohled především na to, aby :

- nebylo překročeno jejich povolené oteplení vlivem průchodu proudu
- nebyl překročen přípustný úbytek napětí s ohledem na délku vedení
- vodiče a kabely odolávaly dynamickým účinkům zkratových proudů
- nedocházelo ke zbytečnému předimenzování vodičů a kabelů (ekonomická hlediska)

Údaje, jako povolené oteplení, úbytek napětí a další, udává výrobce, nebo je vyhledáme v elektrotechnických tabulkách. Některé hodnoty také závisí na způsobu uložení kabelů a vodičů, nebo na prostředí ve kterém jsou tyto vedeny.

## 2. Montáž elektrické instalace

### 2.1. Přívod a prostup do budovy

Samotná průmyslová instalace v budově začíná vstupem přívodního kabelu nn, který prochází stěnou budovy. U těchto vstupů musí být, pokud jsou pod úrovní terénu dle vyhlášky 137/98 Sb. *zajištěna jejich plynutěsnost*. Konstrukce vstupu by také měla zabránit šíření požáru a při průchodu mezi dvěma místy s různým prostředím musí zajišťovat, aby nedocházelo k ovlivňování prostředí v jednotlivých prostorách.

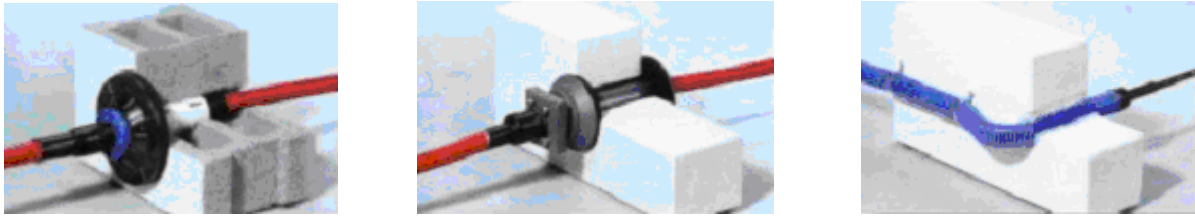
Pro tyto vstupy se dříve používaly vyžděné šachty, zalděné kovové nebo PVC trubky s gumovými ucpávkami, nebo utěsněné butyl-tmelem, nebo se kabely nesprávně utěsňovaly tzv. montážní pěnou.



V dnešní době je možné použít plynutěsné, protipožární průchodky, které je možné instalovat při stavbě přímou montáží do armování a následným zalitím betonovou směsí při betonáži základů.



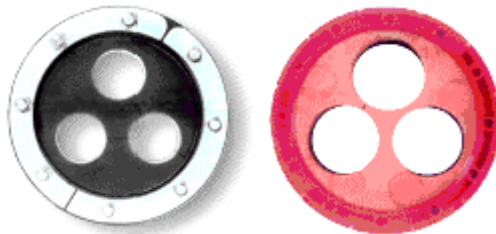
Pokud budeme prostupy zřizovat v již zhotovených základech, nebo stěnách, můžeme použít průchodky určené k montáži do děr zhotovených vrtáním.



Z hlediska omezení nebezpečí šíření požáru je nutné provést výběr vhodných materiálů, aby nedošlo instalací vedení ke snížení požární bezpečnosti budovy. Otvory v konstrukčních prvcích budov, kterými prochází vedení, např. podlahy, stěny, stropy, příčky, atd. musí být po instalaci vedení utěsněny tak, aby nebyla snížena požární odolnost tohoto stavebního prvku a odolnost tohoto prvku byla stejná, jako před vytvořením otvorů.

Proti šíření požáru se montovaly nehořlavé protipožární přepážky, nebo se prostupy utěšňovaly zasypáním jemným, suchým pískem.

Dnes je možné do prostupů osadit nehořlavé ucpávky, které splňují všechny požadavky pro moderní vstup inženýrských sítí.



Tyto ucpávky jsou určeny jak pro montáž při nové instalaci, tak i pro následnou montáž.

## 2.2. Vedení uvnitř budovy

Po prostupu stěnou budovy je přívodní kabel veden k hlavnímu rozváděči. Toto vedení je zpravidla umístěno v kabelovém kanálu.

Pro kabelové kanály v zásadě platí, že:

Kabelové kanály musí být z nehořlavého materiálu.

Nesmí se do nich umísťovat žádné potrubí kromě vzduchového a při křížování kanálů musí být tyto kanály stavebně odděleny.

Při souběhu s jiným instalačním potrubím nesmí být průměrná teplota v kanále vyšší než 25°C.

Kanály musí být odvodněné a zajištěné proti vnikání spodní, nebo zpětné vody.

Samotné kanály se rozdělují na tři základní skupiny:

- shora přístupné
- průlezné
- průchozí

Rozměry jednotlivých kabelových kanálů jsou normalizované a jejich rozměrům odpovídá i výzbroj kanálů, tj. konstrukce pro uložení kabelů, což jsou kabelové lávky, rošty, výložníky, háky a další.

Další podmínky pro vedení kabelů v kabelových kanálech určuje ČSN 33 2000-5-52.

Jiná varianta, která se většinou používá u objektů s menším příkonem je vedení které je po prostupu vnější stěnou budovy do hlavního rozváděče vedené po stěně budovy na kabelovém roštu a upevněné v předepsaných vzdálenostech přichytkami a zaústěné do hlavního rozváděče.

## **2.3. Průmyslové rozváděče**

Přívod do budovy je, po výstupu z kabelového kanálu zaústěn do hlavního rozváděče. V tomto rozváděči je umístěn hlavní jistič (deon) nebo pojistky pro celou budovu. Dále zde mohou být umístěny výkonové vypínače a jiné spínací prvky, nebo elektroměry pro měření spotřeby.

### **2.3.1. Panelové rozváděče**

Většinou mají tyto rozváděče rámové konstrukce z ocelových úhelníků, nebo profil. plechu, na kterých jsou panely z ocelového plechu. Kostra rozváděče je smontována z typizovaných částí a následně osazena čelními panely, rámovacími lištami a postranními kryty. Jednotlivé části rozváděče (tzv. pole) jsou pro zvýšení pevnosti a stability navzájem sešroubovány. Všechny přístroje pro měření a signalizaci jsou umístěny na desce (panelu) rozváděče, stejně jako ovládací části spínacích přístrojů. Samotné spínací přístroje, pojistky a další výstroj rozváděče jsou umístěny za panelem, uvnitř rozváděče. Aby bylo možné tyto přístroje kontrolovat, nebo měnit pojistky, může být tento rozváděč buď zezadu otevřený a přístupný, pak je možné ho používat pouze v místech kam nemají přístup osoby bez elektrotechnické kvalifikace (tzv. rozvodny), nebo alespoň chodba za rozváděčem musí být uzavřená a opatřená dveřmi. Pokud je rozváděč umístěn v místě s přístupem osob bez elektrotechnické kvalifikace, musí být zezadu a z boků uzavřený a panely musí být opatřeny zámky na speciální klíč (tzv. kličku např. tvar půlměsíc, čtyřhran apod.).

Tento typ rozváděčů se již běžně nemontuje, ale můžeme se s ním setkat ve starších provozech

### 2.3.2. Skříňové rozváděče

Skříňové rozváděče nízkého napětí (nn) jsou v podstatě upravené jako rozváděče panelové, jsou však montovány do skříní z ocelového plechu nebo z plastické hmoty typizovaných velikostí s uzamykatelnými dveřmi, které tvoří přední stěnu skříňového rozváděče. Uvnitř skříně jsou umístěny přípojnice, spínací a jistící prvky, měřící transformátory proudu apod., s příslušnými svorkovnicemi. Na dveřích rozváděče jsou umístěny řídicí, měřící a návěštní přístroje, ale všechny ostatní přístroje a živé části rozváděče jsou přístupné až po otevření dveří.

Skříňové rozváděče jsou určeny většinou k přistavení ke stěně a jen ve výjimečných případech jsou přístupné i zezadu. Přívody i vývody jsou realizovány obvykle zdola. Skříňové rozváděče se vyrábějí v provedení chráněném, nebo prachotěsném.



### 2.3.3. Zavřené rozváděče

Jednotlivé části výzbroje těchto rozváděčů, jako jsou přípojnice, spínací a jistící přístroje, svorkovnice apod. jsou montovány do typizovaných litinových nebo plastových skříní, které mají na horních, dolních a bočních stranách otvory, kterými se tyto skříně navzájem spojují. Zadní stěna je zcela uzavřená a přední stěnu tvoří odnímatelné víko. Všechny postraní otvory, které neslouží k propojení s další skříní jsou také uzavřeny víky, která, stejně jako čelní víko rozváděč neprodyšně uzavírají a chrání vnitřní zařízení před znečištěním, prachem, mokrem a poškozením.

Tyto rozváděče jsou obecně označovány jako litinové a používají se většinou v prostorách mokrých, prašných, nebo se zvýšeným rizikem mechanického poškození.

Přívody a vývody do těchto rozváděčů prostupují průchodkami, které se zašroubují do děr, které musí montér vyvrtat do horních, dolních nebo bočních krytů rozváděče. Tyto průchodky jsou typizované a musí odpovídat použitému kabelu. Na víku rozváděčů mohou být osazeny spínače, tlačítka, signálky apod.



Tyto rozváděče se mohou montovat buď přímo přišroubováním na zeď (většinou rozváděče menšího rozsahu), nebo na svislý stojan svařený z tvarové oceli. Tyto stojany mohou být umístěny buď u stěny, nebo volně v místnosti. Pokud je rozváděč delší než tři metry, je nutné ho rozdělit na několik částí a každá část musí mít svůj stojan. Výška stojanů se určí podle výšky rozváděče tak, aby byl dodržen minimální poloměr ohybu kabelů.

### 2.3.4. Stavebnicové rozváděče

Stavebnicové rozváděče jsou v podstatě zdokonalené skříňové rozváděče, které jsou přizpůsobeny průmyslové výrobě. Sestavují se z jednotlivých typizovaných částí přímo v dílnách dodavatele. Tím, že tyto rozváděče jsou v podstatě stavebnice, je možné tyto části sestavovat v nejrůznějších kombinacích dle požadavků zákazníka.

Samotné rozváděče se skládají z těchto částí:

- 1) *vlastní kostra rozváděče*, která je sestavená ze dvou samostatných vzájemně spojených ráků a je vázána podélnými průběžnými úhelníky vázanými v rozích ráků. Z dopravních důvodů se při výrobě sdružuje max. 8 polí v jeden celek. Tyto pole mohou být dle potřeby jedno, nebo oboustranné.



- 2) *pole s výkonovými jističi a odpojovači 1000 a 2000 A* tvoří samostatnou typovou skupinu. Jističe a odpojovače jsou ovládány buď ručně, nebo tlakovzdušným pohonem.
- 3) *pole s přístrojovou výzbrojí do 600 V* osazované v různých kombinacích. Pole 2a 3 mají různou hloubku, jsou však montovány tak, aby jejich přední strana byla v jedné rovině s vedlejšími poli a liší se tudíž jen délkou zadní strany sestaveného rozváděče. Pole s touto přístrojovou výzbrojí se sestavují u výrobce z jednotlivých typizovaných dílů, ze kterých se skládají různá vývodová pole. Jednotlivé díly (jednoduché, nebo pro rozměrově větší přístroje dvojité) se dají zabudovat do kteréhokoli pole.

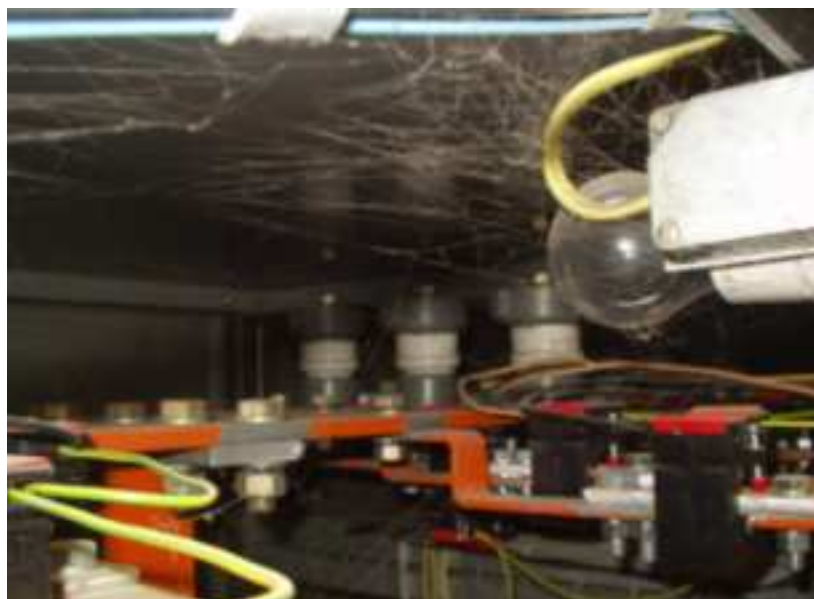


- 4) *pohyblivé rámy s měřícími přístroji* zapuštěné zepředu po celé šířce horní části pole. Z měřících přístrojů lze odečítat hodnoty při uzavřených dveřích pole a jsou tudíž většinou umístěny přímo na dveřích rozváděče, stejně jako přepínače pro ovládání těchto přístrojů.



- 5) z *přípojnic* uložených na porcelánových izolátorech na horní části rámu rozváděčové kostry. Pro zvýšení dynamické pevnosti při zkratu jsou uspořádány naplocho vedle sebe. Nulová přípojnice je ve spodním poli rozváděče, poblíž vstupu, nebo výstupu vedení.





6) *rozdávěč* opatřený nástavcem umožňující připojení přípojnicového rozvodu.

Páky pohonů spínacích přístrojů, tlačítka, měřicí přístroje apod. jsou upraveny tak, aby nepřekážely při otvírání dvířek jednotlivých polí. Pokud je rozváděč jednostranný je možné ho přistavit ke zdi.

### 2.3.5. Rozdělení rozváděčů podle použití

*Hlavní rozváděč* se v průmyslovém objektu umísťuje do těžiště spotřeby, nebo do jeho těsné blízkosti. Jeho úkolem je rozdělit přiváděnou el. energii do jednotlivých velkých spotřebičů nebo do skupin malých spotřebičů, napojených na podružné rozváděče a dále do rozváděčů světelných.

Od hlavního rozváděče jsou kabely vedeny buď do podružných rozváděčů, dále ke strojům s velkým příkonem a ke strojům, které jsou v blízkosti hlavního rozváděče.

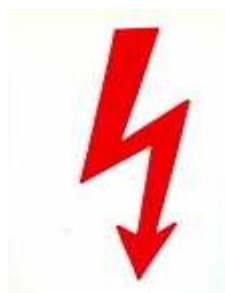
*Podružné rozváděče* jsou napájené z hlavního rozváděče a dělí se na rozváděče motorové a rozváděče světelné.

*Motorové rozváděče* se umísťují pokud možno do středu skupiny spotřebičů které napájí a jsou konstrukčně přizpůsobeny prostředí ve kterém jsou umístěny v závislosti na výrobě (prašné prostředí, prostředí s agresivními výpary atd.).

*Světelné rozváděče* se zpravidla umísťují v prostředí příznivějším a není proto nutné používat např. rozváděče prachotěsné, nevýbušné apod.

V podružných rozváděčích mohou být také umístěny například prvky pro dálkové ovládání, blokování, signalizaci, transformátory, měření a pokud je obsluhované zařízení ovládané přímo z rozváděče tak jsou na něm umístěny také ovládací tlačítka apod.

Všechny rozváděče musí být označeny bleskem červené barvy.



## 2.4. Rozvody v budově a přívody ke strojům

### Zásady pro stavbu a montáž vedení

1. Všechna vedení, instalační krabice a rozvodky i přístroje musí být uloženy tak, aby je po dokončení montáže bylo možné elektricky odzkoušet a aby byl též zajištěn přístup ke svorkám v krabicích z důvodu údržby a revizí, prováděných na daném vedení.
2. Vedení je nutno vždy zhotovit tak, aby nevhodným uložením, nesprávným výběrem vodičů a instalačního materiálu, nevhodným umístěním nebo provedením apod. nevzniklo nebezpečí osobám, zvířatům nebo věcem. Vedení musí být umístěno tak, aby nepřekáželo běžnému užívání prostoru. Pokud je nebezpečí mechanického poškození daného vedení, musí být toto vedení provedeno s ohledem k danému prostředí nebo chráněno.
3. Vedení mají být uložena a provedena přehledně, tak aby byla co nejkratší a co nejméně se křížovala. Vedení má být kladeno přímočaře, svisle nebo vodorovně a to tak, aby stěny zůstávaly co možná volné. V případě, že je v jedné místnosti více než jeden obvod, mají být krabice a rozvodky téhož obvodu ve stejné výšce.
4. Izolované vodiče a kabely se nesmí používat na vyšší napětí než je jejich jmenovité.
5. Kovové trubky, kovové pláště trubek a kovové pláště nebo pancíře kabelů se nesmí používat k vedení proudu. To neplatí pro kabely s tzv. koncentrickým jádrem, u kterých je plášť vyrobený jako PEN žíla.

Také vodivosti země se nesmí používat ke zpětnému vedení proudu. Na zpětné vedení se musí používat vždy vodič, který je, nebo může být uzemněn.

6. Střední vodič musí být vždy kladen ve společném obložení s fázovými vodiči, popřípadě v jejich těsné blízkosti.

Další zásady pro ukládání a montáž vedení udává ČSN 332000-5-52.

U průmyslových rozvodů je nutné pro dodržení ochrany před úrazem elektrickým proudem dodržovat ČSN 332000-4-47 a ČSN 33 2000-5-54.

Samotné vedení ke strojům, nebo podružným rozváděčům je v průmyslových prostorách podle potřeby rozvedeno v kabelových kanálech, stoupacích šachtách, po stěnách chodeb a výrobních prostorů, pod stropem, po visutých konstrukcích, konstrukcích strojů apod.

Vodiče, které jdou stejným směrem se slučují a ukládají v zásadě stejným způsobem.

Trasa vedení má být, pokud možno co nejkratší, má být navržena tak, aby s ohledem na další vývoj a výstavbu provozu nebyla v budoucnu překážkou a nemá vést (pokud je to možné) mechanicky, nebo chemicky ohroženou oblastí.

Často se ve společných trasách se silovým (napájecím) vedením kladou také jiná vedení, jako např. ovládací, signalizační, měřící, datové apod.

*V těchto případech je nutno zabezpečit, aby se tato vedení navzájem nemohla ovlivňovat.*

S kladením kabelů úzce souvisí i označování uložených kabelů. Toto označení musí být trvanlivé. Kabely se označují na koncích a u každého odbočení a křížování. V průběhu vedení se kabely označují v kabelovém kanále každých asi 20m a ve výkopu v zemi cca po 50m.

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

Dalším hlediskem při montáži kabelového vedení je nebezpečí vzniku a šíření požáru po kabelových rozvodech, se kterým je nutno počítat už při navrhování těchto rozvodů s ohledem na prostředí (např. hořlavý prach usedající na kabely).

## **Způsoby kladení vedení**

Pro montáž silových vedení všech druhů platí ČSN 33 2000-5-52, která v zásadě řeší silové rozvody a kabelová vedení.

Přívodní vedení do rozvoden nebo hlavních rozváděčů jsou většinou (záleží na příkonu tj. na průřezu vedení) tažena v kabelových kanálech.

### **2.4.1. Montáž kabelů v kabelových kanálech**

Kabelové kanály jsou stavebně ohraničené prostory určené pro uložení elektrických kabelů a izolovaných vodičů.

Projektové řešení kabelových kanálů, šachet, mostů a prostorů musí respektovat především požadavky na bezpečnost pracovníků, spolehlivý a bezpečný provoz kabelů. Také na přehlednost rozvodu, snadnou montáž výstroje a kabelů, snadnou údržbu a možnost odstraňování poruch a optimální rezervu úložné plochy pro kabely.

V suchých kanálech je možné ukládat kabely přímo na dno, nebo na zvláštní konstrukce v závislosti na množství a druhu kabelů a velikosti vedeného napětí, a to jen mimo průchodní prostor. Může-li se v kabelovém kanále vyskytovat voda, nesmí se kabely klást přímo na dno.

V případech, že jsou kabely vedené na lávkách, nebo roštích rozdílného napětí, ukládají se silové kabely s vyšším napětím vždy nad kabely s nižším napětím a to postupně podle řady normalizovaných napětí a pod ně teprve kabely sdělovací, signalizační apod.

Vedené kabely mohou být na rošty nebo lávky uloženy buď volně, nebo jsou přichyceny patřičnými příchýtkami. Při použití příchýtek je nutno brát ohled na dynamické účinky zkratového proudu. Vzdálenost mezi vodiči a kabely a vzdálenost od částí budov, nosných a jiných konstrukcí, se musí volit podle druhu napětí a způsobu uložení vodičů, s ohledem na povolené oteplení.

Podmínky pro kladení kabelů, poloměry jejich ohybu a to kabelů sdělovacích, silových a dalších určuje výrobce, nebo příslušná norma výrobku.

Ke kanálům (které mají normalizované rozměry) patří také normalizovaná výzbroj kanálů, tj. konstrukce pro uložení kabelů tzv. kabelové rošty, výložníky, háky apod.

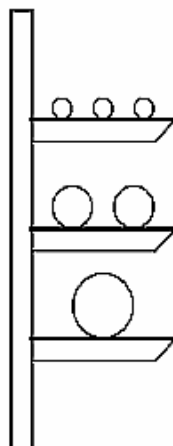
*Kabelový rošt R I* - pro pevné uložení kabelů a vodičů s použitím příchýtek PK.

*Kabelový rošt R II* – pro pevné uložení kabelů a vodičů do max. průměru 34mm s použitím řadových příchýtek na tenkostěnný profil, nebo na nidax- lišty.

*Kabelový rošt R III* – pro volné uložení kabelů a vodičů bez nebo s ložnými deskami.



*Kabelové výložníky*- jsou ke stěně kanálu připevněny pomocí stojin, ke kterým jsou přivařeny a slouží k ukládání kabelů nebo kabelových roštů.

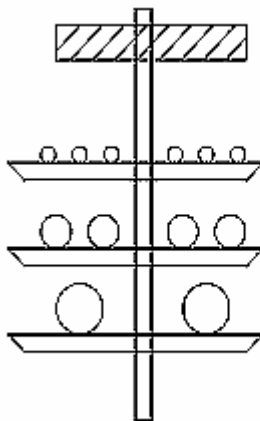


Stojiny se montují do kanálů tak, že je ke stěně kanálu připevníme svisle (maximální odklon je 3%) nastřelením nebo je přivaříme k průběžnému armovacímu železu zabetonovanému do stěny kanálu nebo jiným vhodným způsobem na základě projektu. Při montáži kabelů můžeme tyto ukládat buď přímo na výložníky, rošty nebo na tzv. ložné desky a jako přídatná mechanická ochrana mohou být použity plastové nebo ocelové-plechové zákryty.

*Stojiny s kabelovými háky* – slouží pro volné uložení kabelů na stěny kabelových kanálů. Tyto stojiny mohou být buď jednostranné nebo oboustranné. Oboustranné slouží k zavěšení na strop kanálu.



*Závěsy* – slouží k ukládání vodičů a kabelů na stropy kabelových kanálů.



Při projektování kabelových kanálů a montáži výzbroje je nutno počítat s rezervou, pro případ kladení dalšího vedení.

Vzdálenost mezi výložníky závisí na průhybech kabelů. Jsou dány vnějším průměrem ukládaného vodiče, a též tím, že použijeme kabelové rošty, nebo budeme kabely montovat přímo na výložníky. U kabelů malých průměrů musíme rošty použít.

Vzhledem možné vlhkosti, vyskytující se v kanálu, musíme veškeré kovové konstrukce, v něm umístěné, chránit proti korozi.

### Montáž kabelových rozvodů na stěnách a konstrukcích

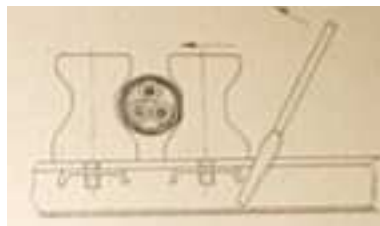
Z hlavního rozváděče do podružných rozváděčů nebo přímo ke strojům mohou být kabely vedeny také kabelovými kanály, nebo v dutinách stěn, po stěnách, konstrukcích apod.

Tato vedení jsou potom montována na kabelové rošty, protahována instalačními trubkami, vkládána do lišt nebo připevněna kabelovými příchytkami.

#### 2.4.2. Montáž na kabelové rošty

Kabelové rošty jsou připevněny na stěnu nad, nebo po straně rozváděče a to pomocí vrutů a hmoždinek, nastřelovacími hřebíky, nebo jsou přivařeny k zalděným ocelovým páskům či ocelovým konstrukcím budovy.

Samotné rošty jsou svařené z ocelových profilů tvaru L ke kterým jsou přivařeny kovové lišty profilu U (nidax), na které se montují řadové izolační příchytky a těmi se k roštům připevňují rozváděné kabely a vodiče. Podle průřezu použitých vodičů se používají buď plastové řadové příchytky, nebo na kabely větších průřezů šroubovací ocelové příchytky.



Pomocí těchto příchytek se upevňují vyrovnané kabely vedle sebe a podle potřeby mohou být i v několika vrstvách. Na tyto rošty je možné montovat i spojovací nebo odbočné krabice. Pokud se krabice montují mimo rošt používají se pro jejich montáž kovové konzolky. vzdálenost mezi jednotlivými příčkami roštu je dané průměrem použitých kabelů a musí být vždy taková, aby nedocházelo k samovolnému prohýbání kabelů.



*Při montáži je nutno vždy dodržet výrobcem předepsané minimální poloměry ohybu použitých kabelů.*

Při montáži jen několika kabelů malého průměru je možné místo roštu použít jen nařezané pásky kovové lišty profilu U přivrtané ke stěně. K těmto lištám se příchýtkami připevní kabely. Pokud se vede jen jeden kabel malého průměru např. ke svítidlu apod., je možné použít U lištu přišroubovanou nebo přivařenou ke stěně nebo konstrukci podélně a k nim je kabel připevněn také pomocí plastových příchýtek. Kabel se vede uvnitř těchto příchýtek.



Další variantou je využití kabelových žlabů z plného nebo perforovaného plechu, drátěných roštů a plechových kanálů (vyrábí se i protipožární varianta). Všechny tyto systémy je možné pomocí nosných prvků montovat na stěny nebo zavěsit na strop.





Při použití tzv. samonosných systémů je možné zvýšit vzdálenost mezi podpěrami až na 6m a kotvit tyto žlaby pouze na nosníky apod.

### 2.4.3. Instalace v plastových lištách a žlabech

Pro rozvody menšího počtu kabelů malých průřezů (silových i sdělovacích) můžeme použít plastové lišty nebo kanály. Tyto instalační prvky se připevňují ke stěnám, podlahám i stropům budov pomocí hmoždinek a vrtů. Kanály a lišty mohou být buď protahovací nebo tzv. zakládací (mají odnímatelné víčko, které se po instalaci vodičů zavře). Do některých typů kanálů je možné přímo osazovat vypínače, přepínače a zásuvky (používá se v lehké výrobě). Při použití lištových rozvodů lze pro instalaci vypínačů a zásuvek použít lištové krabice.

K instalačním kanálům i lištám se vyrábí celá škála odboček, krytů (kolen) pro změnu směru vedení pod různými úhly nebo do rohů a další příslušenství.

Většina tohoto instalačního materiálu má v současnosti výrobcem deklarovanou odolnost proti šíření plamene a je tudíž možné tento materiál montovat přímo na hořlavý povrch.

### 2.4.4. Instalace v plastových a kovových instalačních kanálech

Při montáži vedení v halách s lehkou průmyslovou výrobou, skladech a podobných prostorách kde není nepříznivé prostředí (prašnost, vlhkost, nebezpečí mechanického poškození atd.) je možné, při stavbě budovy nebo i dodatečně použít pro rozvod silových i sdělovacích kabelů malých průměrů plastové či kovové instalační kanály.

Tyto kanály se při stavbě budovy montují přímo na hrubou podlahu ke které se připevňují hmoždinkami a vruty pomocí kotvicích patek. Těmi zajistíme systém rozvodů do roviny a následně se zalije betonem při dokončení čisté (vrchní) vrstvy podlahy. Při montáži do hotové podlahy (ve starších budovách) je nutné vyřezat drážky na montáž kanálů, které se následně zalijí cementovou mazaninou. K těmto instalačním systémům se vyrábí celá škála příslušenství, jako jsou spojky, odbočky, rohy apod., vyrábí se také pod-podlahové krabice, určené ke spojování vodičů, montáži zásuvek, prvků počítačových sítí a další.

### 2.4.5. Instalace v pancéřových trubkách

Provedení elektrické instalace v pancéřových trubkách je velmi nákladné a pracné a používá se ho proto jen tam, kde se plně využije jeho největší přednosti, kterou je vysoká mechanická ochrana zatažených kabelů. Tento způsob montáže se využívá v místech s nebezpečím mechanického poškození, kde není možné kabely a vodiče uložit pod omítku a nebo do zdiva, tedy především v průmyslových objektech, kde se hrubé zdivo neomítá nebo jsou pilíře, překlady a jiné konstrukční díly z oceli nebo předpjatého betonu, a kde by jiný způsob provedení nezaručoval dostatečnou ochranu před mechanickým poškozením.

Pancéřový rozvod se používá například v dolech, hutních provozech a jiných odvětví těžkého průmyslu. Také rozvody po nosných konstrukcích strojů a soustrojí se provádějí pancéřovými trubkami v kombinaci s trubkami ohebnými. Pancéřová soustava chrání kabely spolehlivě před nárazy, tlaky a hrubým zacházením.

Pancéřové trubky se svařují z pásové oceli, mají normalizované rozměry a na obou koncích je vyříznut závit příslušného průměru a délky. K těmto trubkám se vyrábí také příslušné komponenty jako jsou spojky, spojníky, pojistné matice (zajišťující před protáčením), kolena, vývodky, krabice apod. Pro upevňování pancéřových trubek se používají kovové přichytky.

Tyto trubky a příslušenství jsou opatřeny základním ochranným nátěrem na ochranu před korozi.

Při neprodyšném a nepromokavém provedení umožňují závitové spoje s vhodným příslušenstvím dobrou ochranu před vlhkostí, různými výpary, plyny a prachem.

V současné době se již rozvody z pancéřových trubek používají málo a proto se snažíme využívat trubek plastových z důvodu snazší manipulace, montáže, odolnosti proti korozi a v neposlední řadě z důvodu nižší ceny.

### 2.4.6. Trolejové vedení

V průmyslové výrobě se často využívají zařízení, která jsou napájena pomocí trolejového rozvodu. Jsou to například jeřáby nebo trolejové vozíky používané na přepravu materiálu a výrobků. Samotné trolejové vedení je tvořené holými vodiči upevněnými na izolátorech. Jako troleje se používají buď trolejové vodiče nebo pásková ocel. Pro jejich připevnění k izolátorům se používají speciální svorky, které zajišťují, že trolej je upevněná, ale sběrače se po ní mohou volně posouvat. Přenos el. energie do zařízení je zajištěn pomocí kartáčů. Dostatečný kontakt kartáče s trolejí je zajištěn přitlačnými pružinami. U jeřábů jsou troleje umístěny na jeřábové dráze a v případě trolejových vozíků se montují troleje do speciálních kanálů.

## Zásuvkové rozvody v průmyslu

Pro napájení přenosných strojů ( například svářečky) a ručního nářadí je nutno mít po dílnách namontovány také zásuvky na 230 a 400 V. Pro jejich montáž používáme malé rozváděče, které v sobě obsahují jističe a pojistky pro jištění zásuvek a v případě, že jsou použité zásuvky na malé napětí, tak i zdroje tohoto napětí (transformátory) a na čelech nebo bocích těchto rozváděčů jsou osazeny zásuvky.

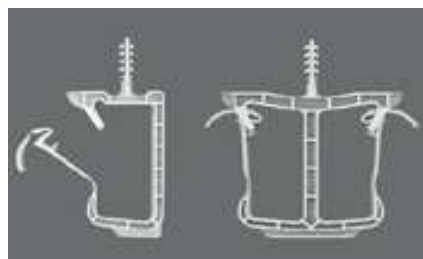


Dříve se používaly k tomuto účelu ocelové-plechové rozváděče, které jsou nyní nahrazovány plastovými.

### Přívody ke strojům

Od podružného rozváděče ke strojům vede přívodní vedení, tvořené většinou kabelem. Vždy se snažíme, aby rozváděč byl, pokud možno ve středu skupiny strojů, které jsou z něho napájené. Samotný přívodní kabel ke stroji může být vedený různými způsoby.

Pokud stroj stojí u stěny, vedeme přívodní kabel např. pomocí kabelového roštu, lišty, trubkou apod. V případě, že je stroj umístěn na ploše a není možné k němu přívodní vedení natáhnout předchozími způsoby je nutné ke stroji buď vytvořit malý, horem přístupný kabelový kanálek nebo do podlahy nainstalovat kovovou či plastovou trubku či chráničku, kterou se přívodní kabel protáhne. Další možností je vytvoření rozvodu na samostatných podpěrách zakotvených v podlaze, k těm je připevněn kabelový žlab nebo rošt, po kterém jsou rozváděny kabely k jednotlivým strojům. Opakem rozvodů na podpěrách zakotvených v podlaze jsou například příchytky pro montáž kabelového svazku na stropě nebo kabelové vedení na nosném laně apod.



### 2.4.7. Přípojnicový systém

Speciální způsob rozvodů ke strojům je tzv. přípojnicový systém. Přípojnicového systému se používá v halách a průmyslových odvětvích kde se často mění charakter výroby a nebo dochází k častému přesouvání strojů (například menší obráběcí stroje apod.).

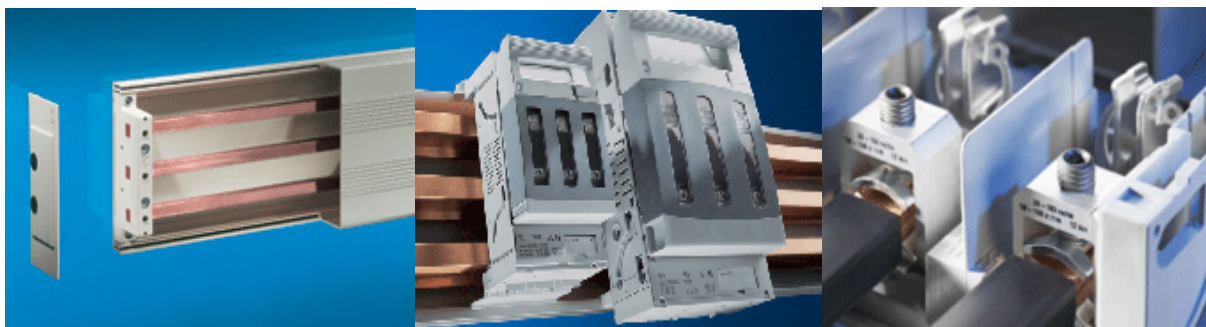
Přípojnicový rozvod je výhodný vzhledem k provozu a také k údržbě.

Tento systém nám:

- a) Umožňuje využití celkového výkonu daného na přípojnicích rozváděče po celé trase přípojnicového rozvodu.
- b) Umožňuje libovolnou změnu počtu a přemísťování připojených spotřebičů. Pokud se připojují nové spotřebiče, je nutno dbát na to, aby nepřesáhl instalovaný výkon maximální hodnoty jm. proudu přípojnicové soustavy.
- c) Tento rozvod nevyžaduje žádnou mimořádnou údržbu a v případě přestavby strojů jsou všechny přívody ke strojům snadno přístupné.
- d) Další výhodou je také snadná demontáž a opětovná montáž na jiném místě nebo montáž přípojnicového rozvodu do změněné trasy v témž prostoru.
- e) Jednoduchý způsob montáže dovoluje provádět demontáž a opětné sestavení méně kvalifikovanými silami.

Nevýhodou tohoto systému jsou vysoké pořizovací náklady.

Samotný přípojnicový systém se skládá z měděných nebo hliníkových pásů nebo profilů, uložených v izolačních přepážkách, jejichž vzdálenost je taková, aby upevněné přípojnice zaručovaly dostatečnou mechanickou odolnost při zkratech. Tato vnitřní elektrická soustava je uložena v ocelovém či plastovém krytí. Všechny díly přípojnicového systému se dodávají ve smontovaných sekcích různých délek a to jak přímé, tak i různá vybočení z přímých tras, a to do úhlu, křížování nebo přechody, které nám umožňují sestavit zcela libovolný tvar přípojnicového vedení.



Možnost připojování odboček je na každém běžném metru délky. Na boční otvory je možné upevnit odbočovací skříně, ze kterých se následně napájí a jistí jednotlivé spotřebiče nebo se na ně upevní kryty. Samotné pojistkové sekce obsahují buď nožové nebo závitové pojistky, svorkovnice, připojovací praporce, vnitřní propojení a přírubu pro vývod ke stroji.



Jednotlivé vodiče (pásky) jsou spojeny přeplátováním a šrouby a celé sekce se spojují pomocí speciálních třmenů. Jednotlivé sekce mají také osazený zemnicí pásek, který musí být v celé délce vedení spojen a připojen na zemnicí přívod.

Pro upevnění přípojnicového vedení se používají třmeny, které slouží k montáži na konzole, závěsy nebo k zavěšení na lanka s napínacími šrouby pro jejich vyrovnání. Nosné konzoly, třmeny a konstrukce upevňujeme na stropy, stěny, nosné pilíře, pokud nedojde k ohrožení provozu jeřábu, tak i na jeřábovou dráhu nebo na k tomu zvláště určené konstrukce. Přípojnicové rozvody se montují převážně na výšku, ale lze je osazovat i na plocho.

Přípojnice musí vyhovovat ČSN EN 60439-2 a jejich instalace musí být provedena dle návodu výrobce.

#### **2.4.8. Světelné rozvody a montáž svítidel**

Zapojení a funkce průmyslových osvětlovacích soustav jsou stejné jako u bytových instalací, liší se pouze provedením. Rozvody pro světla jsou vyvedeny ze světelných rozváděčů a rozvedeny po celé budově. Pokud by byly v budově provozy s nepříznivým prostředím a bude-li technicky proveditelné, umístíme světelné rozváděče mimo tyto prostory.

Samotné rozvody se instalují na kabelové rošty, lávky, závěsy, žebříky apod. K těmto jsou kabely připevněny pomocí přichytek. Na roštích jsou buď připevněny odbočné krabice ze kterých jsou napojována jednotlivá svítidla nebo se svítidla smyčkují. Tyto rošty (pokud jsou na to dimenzované) můžeme použít i k upevnění svítidel.

Pro osvětlení průmyslových objektů se používají převážně zářivková nebo výbojková tělesa. Provedení použitých svítidel závisí na prostředí ve kterém jsou svítidla umístěna. Svítidla se připevňují pomocí šroubů, háčků, závěsů, řetízků a dalších montážních prvků. Pomocí těchto upevňovacích prvků se svítidla věší přímo na rošty nebo na nosníky, konstrukce,

stropy, závěsná lanka a podobně.



Ve velkých halách se svítidla ovládají pomocí stykačů ovládaných pomocí tlačítek, umístěných u vchodů do příslušné prostory nebo přímo na dveřích světelných rozváděčů. Pokud je rozvod malého rozsahu je možné svítidla ovládat vypínači a přepínači, umístěnými u vchodů. Při montáži osvětlovací soustavy, většího rozsahu je nutno rozvody provádět třífázově. Svítidla se připojují jednofázově takovým způsobem, aby byly stejnoměrně zatíženy všechny fáze.

*V případě, že v prostoru osvětleném zářivkami nebo výbojkami budou umístěny točivé stroje (soustruhy, vrtačky apod.) je nutné rozfázování z důvodu potlačení stroboskopického jevu.*

## 2.4.9. Uvedení zařízení do provozu

Vhledem k tomu, že elektrická zařízení jsou tak složitými sestavami vzájemně provázaných funkčních a ochranných prvků je nemyslitelné je po jejich sestavení a smontování uvést do provozu bez toho, aby byla ověřena jejich bezpečnost a funkčnost. Proto se před jejich uvedením do provozu provádějí tzv. **výchozí revize**. Jejich účelem je ověření stavu elektrických zařízení především z hlediska bezpečnosti. Požadavky na bezpečnost se považují za splněné, pokud uvedené zařízení z hlediska bezpečnosti odpovídá ustanovením příslušných ČSN.

Pro všechna zařízení a prostory je nutné zpracovat **provozní řád**.

## 2.5. Průmyslové stroje

### 2.5.1. Rozvody ve strojích

Rozvody ve strojích začínají na přívodních svorkách, umístěných v pojistkové skřínce stroje nebo rozváděči, ke kterým je připojen přívodní kabel.

Tyto svorky musí být označeny výstražnou tabulkou.

**POZOR! POD NAPĚTÍM I PŘI VYPNUTÉM HLAVNÍM VYPÍNAČI !**

Z těchto svorek jsou vodiče vedené na hlavní vypínač stroje (*tento vypínač musí být označen červenou barvou a nápisem HLAVNÍ VYPÍNAČ*). Následně by měly být na stroji hlavní pojistky, které musí splňovat selektivitu jistění tzn. musí být o stupeň nižší než jistění na začátku přívodního vedení do stroje.

Pro samotné rozvody ve strojích (pokud hrozí nebezpečí poškození vodičů vibracemi) a pohyblivé přívody se používají slané vodiče příslušného průřezu, odpovídajícího proudové zátěži, dané příkonem připojeného zařízení (motory, stykače, signálky atd.).

V rozváděčích na strojích se vodiče mezi jednotlivými přístroji (stykači, relé, jističi apod.) vkládají do speciálních lišt, které mají na bocích výřezy pro vyvedení vodičů nebo se vyvazují do svazků např. pomocí plastové spirály, stahovacích pásek a dalších prvků, které zvyšují přehlednost rozváděčů a zabraňují nežádoucímu poškození vodičů.



Pro připojování pod svorky přístrojů musí být slané vodiče opatřeny nalisovanými dutinkami, vidličkami nebo oky a řádně dotaženy.



*V dnešní době norma zakazuje úpravu konců slaných vodičů cínováním!*

Pro rozvody od rozváděče k jednotlivým ovládacím nebo signalizačním prvkům jako jsou tlačítka, přepínače, koncové spínače, čidla, snímače, signálky, měřicí přístroje, jednotlivé motory a další prvky se používají dutiny stroje (pokud jsou k tomu určené). Nejsou-li ve stroji žádné použitelné dutiny, použijeme rozvody v kovových či plastových trubkách, plechových žlabech a dalších prvcích, zajišťujících dostatečnou ochranu před mechanickým poškozením vodičů, vedené po povrchu stroje. Tato vedení musí být umístěna tak, aby byla co nekratší, maximálně chráněna před poškozením a nebránila v obsluze stroje.

Pokud je dané vedení zakončeno v pohyblivé části stroje, používáme na jeho ochranu tzv. pancéřové nebo plastové hadice či hadice s kovovým opředěním. Tyto hadice musí být vhodně zajištěny proti vytržení. Všechny trubky a hadice ve kterých jsou vedeny jednotlivé vodiče musí být vyloženy izolační bužírkou. Tato bužírka chrání vodiče před prodřením a jiným poškozením vlastní izolace vodičů.

### 2.5.2. Elektrotechnické značky a schémata ve strojích

Všechny přístroje, svorkovnice, motory a ostatní součásti el. rozvodu ve strojích musí být označeny trvalými popisy, stejně tak, jako začátky a konce vodičů. Tyto popisy musí odpovídat výkresové dokumentaci, která je nedílnou součástí každého stroje.

Pro spínání silových obvodů strojů (motory apod.) se používají kontaktní (stykače, relé)





nebo bezkontaktní (polovodičové) spínací prvky (soft-start, frekvenční měnič).



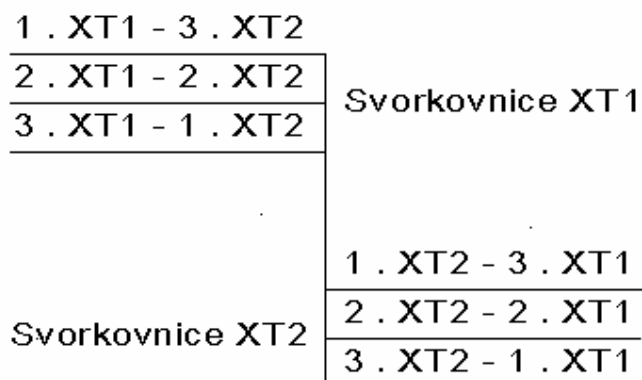
Tyto prvky slouží ovládání pohonů stroje a jsou umístěny v rozváděči, který je umístěný na stroji nebo v jeho těsné blízkosti (podle velikosti použitého rozváděče).

Stykačové kombinace používané k ovládání motorů slouží k jejich spouštění, rozběhům, reverzování (změně směru otáčení), brzdění apod. Jsou ovládány ručně, pomocí tlačítek nebo pomocí programovatelných automatů (např. LOGO, SIMATIC apod.).



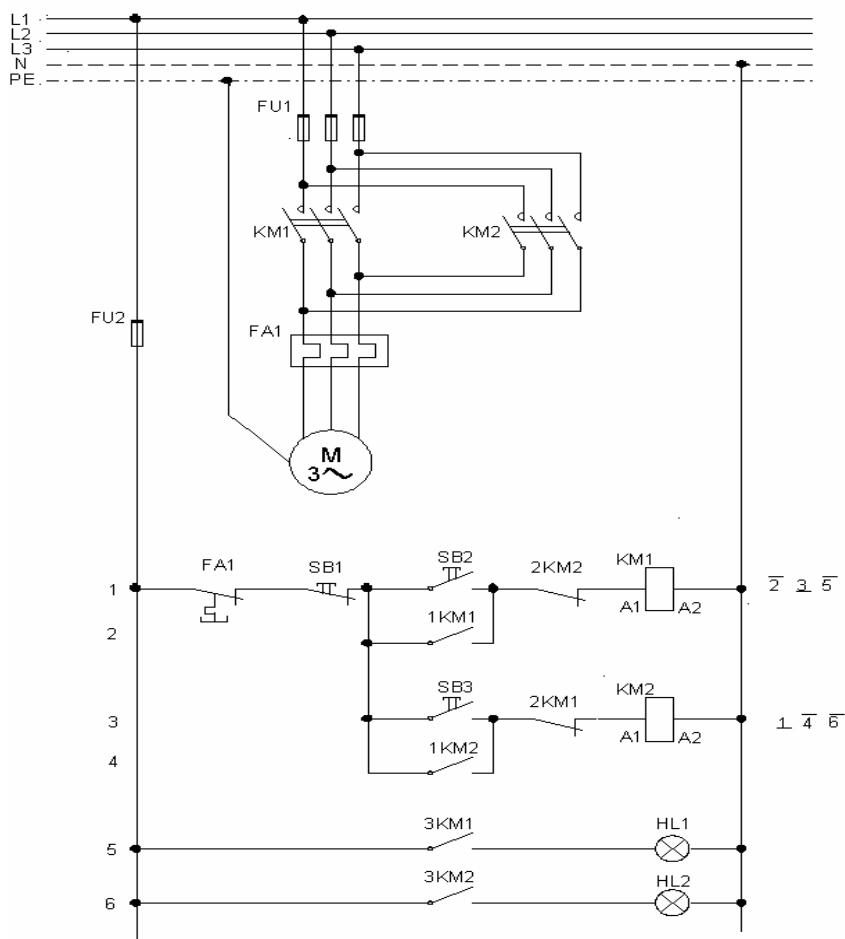
Pro montáž a servis strojů a zařízení se používají elektrotechnická schémata, která můžeme zhruba rozdělit na dva druhy.

Jedním druhem jsou tzv. montážní schémata, která znázorňují propojení svorek přístrojů a svorkovnic pomocí tzv. **směrových schémat**. V nich je zakresleno, ze které svorky na kterou svorku je tažen vodič a následně určeno jaký má průřez, barvu apod.



Pro účely oprav a údržby se ovšem více hodí tzv. **řádková (liniová) schémata**. Z těchto schémat lze vyčíst funkci daného zařízení a diagnostikovat závadu.

**Příklad řádkového schéma stykačové reverzace asynchronního motoru**



**Popis funkce:**

Stisknutím tlačítka SB2 přivedeme přes rozpínací kontakt stykače 2KM2 napětí na cívku stykače KM1 a ten sepne. Tím připojí svými silovými kontakty napájecí napětí na svorky motoru. Motor se roztočí jedním směrem. Současně sepne také pomocný spínací kontakt 1KM1, který obchází spínací tlačítko SB2 a tím je uzavřený obvod cívky stykače i po uvolnění tlačítka a stykač zůstává sepnutý. Dále spíná kontakt 3KM1, kterým přivedeme napětí na signálku HL1 a ta signalizuje směr otáčení motoru. Pokud chceme motor vypnout, musíme stisknout tlačítko SB1, tím přerušíme napájení ovládací části a stykač odpadne, rozpojí se silová část a motor se zastaví.

Chceme-li roztočit motor opačným směrem, stiskneme tlačítko SB3. tím přivedeme přes rozpínací kontakt 2KM1 napětí na cívku stykače KM2. Na silových kontaktech tohoto stykače jsou zapojeny přívodní fáze pro motor v jiném sledu a motor se točí obráceně. Současně sepne i spínací kontakt 1KM2, který drží stykač KM2 v zapnutém stavu a kontakt 3KM2, ze kterého je napájena signálka HL2 signalizující opačný chod motoru. Zařízení opět vypneme tlačítkem SB1.


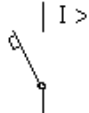
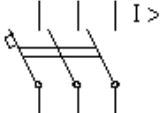
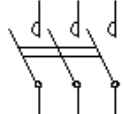
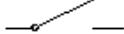
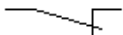

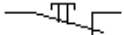

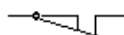






*Čísla na levé straně schéma označují čísla řádek.*

*Čísla na pravé straně schéma označují kontakty stykače, který má cívku na dané řádce. Pokud je čárka nad číslem je kontakt spínací, pokud je čárka pod číslem je uvedený kontakt rozpínací.*

Výkresová dokumentace se mimo jiné, skládá z výkresů vnitřního zapojení stroje a z výkresu na kterém je zakresleno umístění prvků ve stroji ( motory, spojky, koncové spínače atd.).

Vzhledem k množství výrobců elektrických strojů je nutno, aby používaná schémata byla jednotná. Z tohoto důvodu se pro kreslení schémat používají normalizované elektrotechnické značky, sloužící ke grafickému a písmennému značení jednotlivých přístrojů.

## Příklad používaných symbolů (značek)

	pojistka, po průrazu žívá strana vyznačena tlustou čarou
	jednopolový jistič
	trojpólový jistič
	trojpólový stykač
	kontakt zapínací stykače
	kontakt vypínací stykače
	kontakt zapínací tlačítkový
	kontakt vypínací tlačítkový
	kontakt zapínací mezního spínače
	kontakt vypínací mezního spínače
	spínací kontakt tepelného relé
	vypínací kontakt tepelného relé
	cívka relé (stykače)
	relé / cívka přístroje se zpožděním při odpadu
	relé / cívka přístroje se zpožděním při přitahu
	tepelný popudový článek tepelného relé

Všechny elektrotechnické značky mají, kromě grafického značení i značení písmeny.

**Písmenné značení:**

SB tlačítka se samočinným návratem

KT časové relé

FA proudové ochrany, nadproudová relé

FU tavné pojistky

QF jistič motorový

FS jistič vedení

SQ hlídač polohy (koncový spínač)

KM stykač

HL optická signální zařízení (žárovky)

XT spojovací prvky rozebíratelné nástrojem (svorky, svorkovnice apod.)

Veškeré zásahy do rozvodů, které by měly za následek změny oproti výkresové dokumentaci nebo poškození popisů, musí být neprodleně upraveny, opraveny nebo zaznamenány ve výkresové dokumentaci. Pouze tak je možné zajistit možnost opravy případné poruchy.

**3. Údržba elektrických rozvodů a strojů**

Pro bezpečný a bezporuchový provoz elektrických zařízení a instalací je nutný nejen vhodný výběr kvalitního materiálu a správná montáž, ale i důkladná údržba. Údržbou elektrických zařízení se rozumí veškeré práce, které slouží k udržení nebo zlepšení stavu těchto zařízení.

Je to například čištění rozvoden, rozváděčů, kabelových kanálů, roštů, žlabů apod.

Při těchto činnostech se uvedená zařízení zbavují usazeného prachu a ostatních nečistot, kontroluje se dotažení šroubových spojů na sběrnících v rozváděčích, upevnění kabelových přichytek, samotných kabelových roštů apod. Provádí se opravy ochranných nátěrů, kontrola a opravy značení a popisů a další.

Dále je to například kontrola dotažení šroubových svorek v krabicích a svorkovnicích rozváděčů, kontrola dotažení svorek na přístrojích (pojistky, jističe, stykače, relé a další), kontrola stavu kontaktů spínacích přístrojů a jejich případná výměna. U přípojnicových rozvodů se v rámci údržby provádí kontrola a dotažení spojů na přípojnicích. Na trolejovém vedení se kontroluje stav izolátorů, dotažení trolejí na izolátorech, stav sběračů apod.

V rámci údržby se odstraňují také závady mechanického rázu, jako jsou například poškozené ochranné pancéřové trubky a hadice, které bývají promáčkly a vytrhané z průchodek, stav a pevnost příchyttek na vedení a další.

Ve své podstatě do oblasti údržby spadají také pravidelné revize elektrických zařízení. Při nich se prohlídkou a měřením zjišťuje celkový stav elektrických rozvodů a připojených zařízení, a to především s ohledem na bezpečný provoz a provozní spolehlivost. V průběhu provozování se zařízení opotřebovává, stárne, zhoršují se vlastnosti materiálů a to je třeba pravidelně kontrolovat.

Termíny pro provádění pravidelných revizí udávají příslušné ČSN.

Při těchto revizích se zjišťuje především stav použitých izolací (izolační odpor), dále odpor ochranného vodiče (správná funkce ochrany před nebezpečným dotykem), vypínací proudy a časy použitých proudových chráničů a další.

O provedení výchozí i pravidelné revize se musí vyhotovit zpráva. Tato zpráva se uchovává. U výchozích revizí se revizní zpráva uchovává po dobu života zařízení. U pravidelných revizí se uchovává alespoň do nejbližší další revize. Ve zprávě musí být uvedeny všechny zjištěné závady a také to, že zařízení je schopno spolehlivého a bezpečného provozu.

Závady na elektrickém zařízení, zjištěné při revizi je provozovatel odstranit do termínu určeného revizním technikem (opravy po revizi). Pokud jsou závady, zjištěné na zařízení natolik závažné, aby ohrožovaly zdraví, nebo život lidí, může revizní technik nařídit odstavení zařízení z provozu.

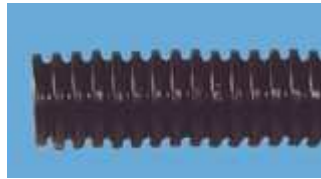
#### **4. Modifikace elektrických instalací a strojů**

Jako v jiných odvětvích, tak i v elektrotechnice se neustále uplatňují nové materiály, technologie a mimo jiné také výpočetní technika. Cílem tohoto vývoje je zjednodušení výroby a montáže strojů a zařízení, zjednodušení obsluhy, zkvalitnění a zrychlení výroby a tím i zvýšení produktivity práce.

V elektrotechnice nové materiály (například kvalitnější izolace) vedou ke zmenšení používaných přístrojů a tím například ke zmenšení použitých rozváděčů. Automatizovaná výroba těchto přístrojů a použité materiály mimo jiné také snižují náklady na jejich výrobu a tím i jejich cenu.

U kabelů se využití materiálů s vyšší izolační schopností projevuje ve zmenšení průměrů kabelů, snížení jejich hmotnosti a to vede ke zlepšení manipulace s těmito kabely, jejich snazší montáži. Také například kabelové spojky a odbočky, které byly dříve litinové (rozměrné a těžké) jsou v dnešní době nahrazovány plastovými, které jsou menší, lehčí a snáze se montují. Nově používané izolace jsou také většinou nehořlavé nebo samozhášecí a to umožňuje montáž kabelů a přístrojů na nebo přímo do hořlavých materiálů bez použití nehořlavých podložek apod.

Při montáži vodičů do plastových trubek a hadic odpadá nutnost použití izolačních vložek. Plastové hadice jsou pružnější, lépe se s nimi manipuluje a jsou méně náchylné na mechanické poškození.



Při použití plastových trubek odpadá namáhavé a zdlouhavé řezání závitů pro montáž spojek, kolen a ostatního příslušenství a vzhledem k podstatně nižší hmotnosti je manipulace s nimi podstatně jednodušší. Je možné je montovat do plastových příchytok, které lze spojovat nasouváním do souvislých řad a při použití vhodných doplňků kombinovat s ohebnými hadicemi.



Při použití plastů také odpadá ochrana před korozi i v prostorách s agresivním prostředím.

Také rozváděče určené pro připojování malých strojů a spotřebičů se dnes vyrábějí z plastů. Tyto rozváděče jsou určeny pro montáž tzv. modulových přístrojů, jako jsou jističe, stykače, relé, časová relé, měřicí přístroje, řídicí jednotky, termostaty a další přístroje určené k montáži na tzv. DIN lištu.



Na tyto DIN lišty lze také montovat rozbočovací můstky pro ochranné a pracovní nulové vodiče, řadové svorkovnice a další prvky které umožňují například uzamykání nebo plombování těchto rozváděčů atd.



Tyto doplňky slouží pro usnadnění a urychlení montáže elektroinstalací.

#### 4.1. Měření a měřicí přístroje

V průmyslových rozváděčích mohou být namontovány měřicí přístroje pro měření spotřeby, napětí, proudu, otáček a dalších veličin.

U menších hodnot se pro měření používají přístroje, přímo připojené k měřenému zařízení.

Pokud se jedná o budovu nebo zařízení s velkým příkonem, nelze provádět měření přímo, ale tzv. *nepřímou metodou*. Při této metodě se měřicí přístroje připojují přes tzv. měřicí transformátory, které mají potřebný převodový poměr, nutný ke snížení skutečné hodnoty měřené veličiny na hodnotu vhodnou pro rozsah použitého měřicího přístroje.

Pro měření neelektrických veličin, jako jsou například otáčky, teplota apod. se používají patřičné snímače (tachodynamo, termostaty atd.).

Při opravách, revizích, údržbě, seřizování apod. se používají přenosné měřicí přístroje. S těmi, ale smí měřit pouze osoby s patřičnou elektrotechnickou kvalifikací.

Také měřicí přístroje používané v průmyslových instalacích jsou v dnešní době upravovány pro montáž do modulových rozváděčů.

U velkých rozváděčů se pro měření stále používají analogové nebo digitální panelové přístroje umístěné ve dveřích rozváděčů (voltmetry, ampérmetry apod.).



U malých modulových rozváděčů se používají měřicí přístroje pro montáž na DIN lištu.





## 5. Automatizace v průmyslové výrobě

Využití nových technologií při úpravách starších a konstrukci nových průmyslových strojů přispívá ke zkvalitnění, zrychlení a zekonomičtění a v neposlední řadě také ke zvýšení bezpečnosti výroby. / Například na obráběcí stroje je dnes montováno digitální odměřování ve všech osách pohybu nástroje nebo obrobku a automatizované procesy jsou ovládány pomocí servopohonů řízených regulátory (PLC automaty) spolupracujícími se snímači polohy, otáček, natáčení, optickými závorami apod./.

Rozběhy a regulace otáček na strojích s asynchronními motory, které se dříve řešily pomocí stykačové kombinace Y/D (proudové nárazy) nebo pomocí kroužkových motorů (speciální motory) a odporových spouštěčů (velké množství el. energie se přemění v teplo). V současné době je možné rozběhy střídavých i stejnosměrných motorů řešit pomocí tzv. bezkontaktních spínačů nízkého napětí, které se vyrábí v provedení na spínání stejnosměrného nebo střídavého napětí nebo univerzální.

Střídavé bezkontaktní spínače bývají kombinovány s různými funkcemi, využitelnými při řízení jednoduchých menších pohonů s indukčními motory. Tyto funkce umožňují například využití bezkontaktních spínačů, jako řízených spínačů pro řízení výstupního napětí, reverzaci, omezení záběrového točivého momentu, softstart a další.

Pro plynulou regulaci otáček indukčních motorů se v současnost využívá řízení otáček změnou kmitočtu napájecího napětí pomocí frekvenčních měničů.

Také ochrany před poruchovými nebo pro motor škodlivými stavy, jako jsou například zkraty, přepětí, podpětí, nadproud, přehřátí apod., které jsou v základní soustavě vestavěné v konstrukci jističů a nadproudových relé podle velikosti stroje. Podle uvážení výrobce a přání zákazníka se základní ochrany (ochrana před zkratem a nadproudem) doplňují o další, jako jsou např. podpětíová ochrana, diferenciální ochrana (proti zkratu ve vinutí statoru), ochrana proti nesymetrickému chodu (ochrana proti výpadku fáze vinutí) a další.

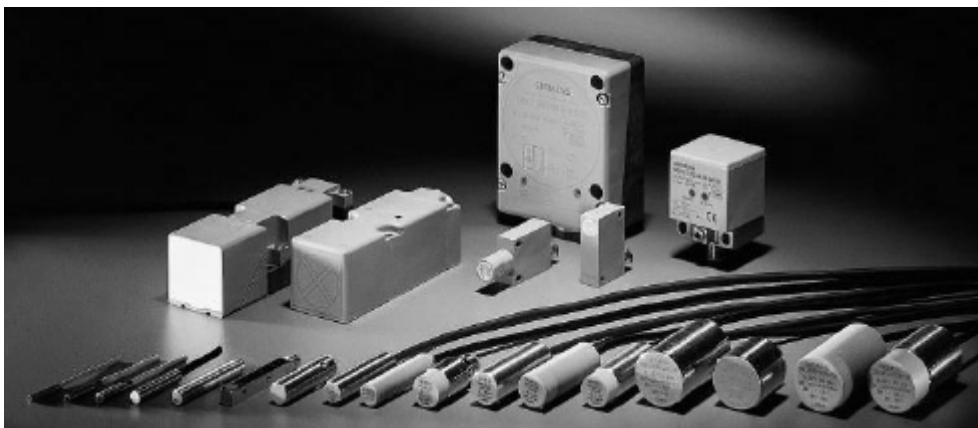
V dnešní době je možné nahradit nastavitelné elektromechanické spouště jističů, samočinných vypínačů nebo nadproudých relé, elektronickými typy ochranných relé, které ovládají spouště vypínačů svými výstupními signály. Elektronické ochrany jsou přesnější než elektromechanické a obvykle umožňují širší možnost nastavení a některé typy lze též programovat. Obzvláště u vysokonapěťových motorů je výskyt elektronických ochran poměrně častý.



K velkým motorům bývá nabízena sledovací jednotka včetně příslušných snímačů, zajišťující periodické provozní snímání, záznam a ukládání důležitých údajů o síťových veličinách motoru (napětí, proud, účinník atd.), o vibracích ložisek, základu a dalších hodnotách. Tyto signály se převádí na proudový nebo napěťový signál a jednotka, která je schopná spolupracovat po sběrnici s počítačem a má zálohovanou paměť RAM pro periodické ukládání výsledků měření a pro následné vyhodnocování stavu zařízení, jeho životnosti, potřeby údržby nebo vyhodnocení příčin havarijního stavu zařízení.

## 5.1. Snímače a regulátory

Automatizace průmyslových strojů, využívání čidel, snímačů a regulátorů je v dnešní době stále se rozvíjející odvětví.



Pokud budeme brát, jako model, jednomotorový regulační pohon, opatřený výkonovou a řídicí elektronickou periferií, která umožňuje automatickou regulaci jeho otáčení nebo polohy či točivého momentu na žádanou hodnotu. Automatická regulace působí na základě porovnávání žádané a regulované veličiny (získané např. měřením), na vstupu regulátoru. Vzniklá regulační odchylka je v regulátoru transformována na výstupní signál vhodného časového průběhu, který ovládá akční člen soustavy (statický měnič) tak, aby se regulační odchylka jeho působením (tj. akční veličinou) kompenzovala. Pro zlepšení dynamických vlastností regulace lze zapojit i další, prvnímu regulátoru podřízené regulátory pomocných regulovaných veličin nebo použít další akční členy s pomocnými akčními veličinami, řízenými stejným regulátorem. Vzniká tak rozvětvený regulační obvod, podřízený prvně jmenovanému (nyní hlavnímu) regulátoru, určenému pro řízení polohy nebo rychlosti.

Prostředky, používané v regulačních obvodech, mohou být analogové nebo digitální (číslíkové). Speciálním případem jsou reléové (kontaktní nebo bezkontaktní) logické jednotky. Řídicí jednotky složené z reléových členů se nazývají logické nebo programovatelné automaty (**PLC**).

Pomocí analogových prostředků lze docílit velmi dobrých dynamických vlastností regulace, ale s menší přesností. Digitální prostředky jsou velmi přesné a umožňují snadný záznam veličin, ale jsou poměrně pomalé. Kombinací obou druhů lze dosáhnout optimálního uspořádání regulačního obvodu. Přesnost číslicových se uplatní hlavně při zadávání požadovaných hodnot (např. z řídicího počítače) a vyhodnocování regulační odchylky ke konci regulačního pochodu. Vazbu mezi oběma druhy prostředků zajišťují číslicově-analogové, popř. analogově-číslíkové převodníky.

Rychlost otáčení snímáme ss tachodynamem, stř. tachogenerátorem, optoelektrickým impulsním snímačem. Polohu snímáme selsynem nebo optoelektrickým převodníkem.

V systémech automatizace řídicích procesů jsou potom požadované parametry zadávány z nadřazené řídicí soustavy (PC) v závislosti na potřebách řízeného pracovního procesu.

Řídicí část (software) se sestavuje nebo programuje v různých strukturách z různých jednotek, jejichž druh a vlastnosti vyplynou z požadavků pro daný účel.

Výkonová část je tvořena statickým měničem s výkonovými polovodičovými obvody a měnič, ovládaný výstupy z řídicí části pohonu, přivádí do pohonu energii z napájecí sítě.

Jelikož výstup měniče se připojuje ke konkrétnímu motoru, jež má pracovat v určitém režimu, je k dispozici soubor obvodových struktur měničů, respektující druh a způsob provozu motoru.

## 5.2. PC v průmyslové výrobě

Také oblast počítačů patří k rychle se rozvíjející oblasti. Každoročně jsou na trhu představovány nové a rychlejší procesory, rychlejší síťová propojení, rychlejší a dokonalejší grafické a multimediální karty. Současně s tím vzrůstá i počet lidí, kteří umí s výpočetní technikou pracovat a proto je možné zavádět počítače do systému řízení, ovládání, nastavování a diagnostiku strojů.

Velký výpočetní výkon procesorů a grafických karet umožňuje paralelní funkci několika programů a to jak řídicích algoritmů stroje, které je nutno vykonávat v přesných časových okamžicích, tak i programy méně náročné na časovou přesnost, jako jsou operátorská rozhraní, vizualizace nebo komunikace s dalšími řídicími systémy.

Operační systémy pracující na osobních počítačích obvykle neumožňují spojení obou požadavků. Operační systém Windows XP je velmi vhodný pro vytváření grafických aplikací a komunikaci s dalšími počítači po síti, ale neumožňuje generování přesných časových okamžiků. Pokud se ovšem tento operační systém rozšíří o nadstavbu zajišťující spouštění určitých programů v přesných časových okamžicích (s přesností na mikrosekundy), vznikne velmi výkonný operační systém, který na jednom procesoru zajistí, jak funkci běžných aplikací Windows XP, tak i funkci aplikací pracujících v reálném čase.

Řídicí systém na PC se pak obvykle skládá ze tří základních softwarových modulů:

- 1) Modul virtuálního PLC**
- 2) Modul komunikace**
- 3) Modul pohybů**

**1/ Virtuální PLC** je základní řídicí modul, kterým jsou ovládány všechny logické funkce stroje, spouští pohybové funkce servopohonů a ovládá CNC modul. Programování PLC je provedeno ve stejném programovacím jazyku jako u ostatních PLC automatů. Komunikace s ostatními Windows aplikacemi je možná přes sdílenou paměť nebo přes OPC server.

**2/ Modul komunikace** zajišťuje komunikaci se servozesilovači, vstupy a výstupy (digitálními, analogovými nebo speciálními) přes síťovou sběrnici např. CAN BUS.

**3/ Modul pohybů** zajišťuje generování pohybových profilů pro servozesilovače. Obvyklé požadavky na pohyb jsou rychlostní profily, absolutní polohování, relativní polohování, lineární převody a nelineární převody (vačky). Moduly pohybů řeší také CNC souvislé řízení. CNC moduly provádí Real-Time transformaci souřadnic koncového bodu do jednotlivých řízených os podle načtené trajektorie. Výpočet nových poloh generátoru profilů a CNC modulu musí být prováděno on-lin (každé 1-3ms), aby bylo možno dynamicky měnit trajektorii podle požadavků technologie.

Řídicí systémy, které využívají operační systém Windows XP významně zvyšují parametry strojů například - vyšší komfort ovládání, lepší diagnostika poruch, hardwarové zjednodušení, snadná komunikace s ostatním software nainstalovaným na PC, snadné připojení k síti. Dále také řídicí systém s Windows XP s rozšířením o reálný čas významně snižuje náklady na hardware (nejsou nutné další řídicí karty) atd.

Řídicí systém na PC umožňuje řízení výrobních strojů, obráběcích center, robotů, manipulátorů, balících nebo montážních strojů apod.

## 6. Literatura a technické podmínky

Technické podmínky pro připojení měřících zařízení	Kolektiv autorů
Elektrické instalace v průmyslové výstavbě	Ing. Karel Dvořáček
Příručka pro zkoušky elektrotechniků	Ing. Michal Kříž
Elektrické přípojky z vedení distribuční soustavy a připojování konečných zákazníků	Václav Macháček
Elektrotechnika v praxi	Technické publikace Kolektiv autorů