

ELEKTRICKÉ ROZVODY V PRŮMYSLOVÝCH OBJEKTECH

1. Průmyslové objekty

Průmyslové objekty (prostory) => objekty (prostory) určené pro průmyslové účely, tedy přízemní i více podlažní výrobní haly, nebo jejich části, různá technologická zařízení, ale také celý závod včetně venkovních prostor (součástí průmyslových objektů jsou i prostory nesloužící přímo k výrobě, jako například kanceláře, šatny, umývárny, toalety a podobné prostory, v nichž se elektroinstalace provádí stejně jako v obytných objektech a tedy nemusí splňovat specifické požadavky kladené na rozvody průmyslové).

Podle druhu provozu můžeme rozlišit průmyslové provozy hutní, chemické, strojírenské, elektrotechnické, potravinářské, textilní a jiné. Jedná se o různé objekty s různými vnějšími vlivy a dalšími rozličnými specifickými požadavky na elektrická zařízení a tedy i na elektrické rozvody.

Elektrické rozvody v průmyslových objektech obsahují silová vedení, sdělovací a řídicí vedení, rozvaděče, rozvodny, transformovny, kompenzovny, ...

2. Požadavky na elektrické rozvody v průmyslu

Na rozvody elektrické energie v průmyslových objektech jsou kladeny tyto základní požadavky:

- **Bezpečnost osob a věcí** - vyloučit náhodný a neúmyslný dotyk živých částí rozvodů při provozu, zajistit, že nesmí dojít k úrazu elektrickým proudem při poruše elektrických rozvodů a zajistit, že při provozu ani při poruše rozvodů nesmí dojít k výbuchu, požáru nebo jinému ohrožení.
- **Provozní spolehlivost** - elektrický rozvod musí především zajistit dodávku elektrické energie v požadovaném množství, čase a kvalitě na místo spotřeby. Je navržen a vyroben s ohledem na provozní podmínky, vnější vlivy, druh provozu a stupeň důležitosti spotřeby (viz další kapitola), přičemž prvotní podmínkou je minimalizace vzniku poruchy.
Když už porucha vznikne, je důležité rychlé odpojení poškozené části rozvodu od napájení (ochrany, jištění) a rychlá detekce poruchy (nalezení místa a příčiny poruchy)
- **Přehlednost** - přehledné uspořádání a provedení elektrických rozvodů v průmyslových prostorech, tak aby bylo snadné jejich provozování, údržba i případné opravy (u automatických provozů se přehlednost týká i velínů a dozoren). Otevřená EZ umožňují snadnou vizuální kontrolu, ale musí být v oddělených prostorách a musí je obsluhovat odborníci s elektrotechnickou kvalifikací pro samostatnou činnost (§6, 7), při použití uzavřených EZ je nutná spolehlivá signalizace provozního stavu i poruch, ale mohou být umístěna kdekoliv (provedení

musí odpovídat vnějším vlivům) a mohou je obsluhovat i osoby poučené (údržbu i opravy musí provádět osoby znalé).

- **Přizpůsobitelnost (variabilita) provozu** - snadná úprava stávajícího rozvodu při změně výroby či při výměně výrobních technologií.
- **Hospodárnost při zřizování a provozu** - správná volba průřezu s určitou rezervou, vhodná konfigurace rozvodů, provoz rozvodu s maximální účinností a s co nejmenšími ztrátami, kompenzace účinníku, ...
- **Estetičnost provedení** – estetičnost rozvodů musí doplňovat jejich přehlednost a nesmí snižovat jejich bezpečnost

3. Stupně dodávky elektrické energie (stupeň důležitosti spotřeby).

Dodávka elektrické energie se podle důležitosti spotřebičů rozděluje do tří stupňů: od prvního zahrnující nejdůležitější spotřebiče až po třetí nejméně důležité spotřebiče.

Dodávka elektrické energie 1. stupně

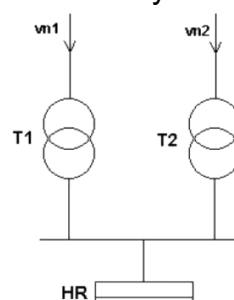
Jedná se o dodávku, která musí být zajištěna za všech okolností, protože její přerušení by mohlo způsobit ohrožení lidských životů nebo velké finanční ztráty způsobené znehodnocením výroby, zničením výrobních zařízení či zastavením důležitých spotřebičů udržujících technologický proces. O zařazení spotřebičů do 1. stupně se rozhoduje na základě technicko-ekonomického zdůvodnění.

Spotřebiče s dodávkou 1. stupně jsou například výtahy určené k evakuaci osob, ventilátory odvětrávající prostory s výbušnými nebo jedovatými plyny, elektrické pece, těžní stroje, čerpadla požární vody, čerpadla chladicí a odpadní vody, důlní čerpadla, obvody signalizace a ovládání, některé jeřáby a další zařízení (sem patří například i jednotky intenzivní péče v nemocnicích).

Dodávky elektrické energie 1. stupně musí být zajištěny ze dvou na sobě nezávislých napájecích zdrojů dimenzovaných na plný dodávaný výkon. Dodávka elektrické energie je zajišťována buď oběma zdroji zároveň přičemž při běžném provozu každý z nich dodává polovinu výkonu a v případě poruchy jednoho z nich druhý dodává celý výkon. Nebo je potřebný výkon dodáván jedním zdrojem a v případě jeho poruchy se podle technologických podmínek a podle přípustné doby přerušení dodávky elektrické energie přepne na druhý napájecí zdroj a to buď zásahem obsluhy, nebo automaticky.

Nezávislémi zdroji mohou být dva transformátory napájené z různých nadřazených sítí, nebo to může být jeden transformátor a jako záložní zdroj elektrické energie může být dieselagregát, malá vodní elektrárna, popřípadě akumulátory.

Mají-li se provádět plánované revize nebo údržba jednoho zdroje, musí se provést taková opatření, aby nedošlo k havárii nebo nebezpečnému stavu napájeného spotřebiče.



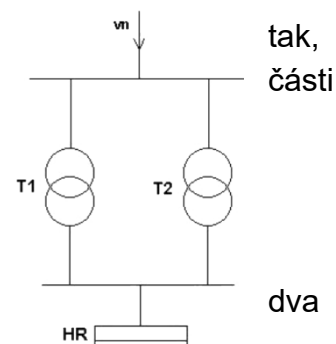
Všechny ostatní části elektrických rozvodů jsou také dimenzovány s ohledem na minimalizaci možnosti poruchy. Jsou tedy dimenzovány na tepelné a mechanické namáhání při trvalém maximálním zatížení přenášeném při nejnepříznivějších podmínkách.

Dodávka elektrické energie 2. stupně

Jde o dodávky elektrické energie, které mají být také pokud možno zajištěny, jelikož se jedná o dodávku k důležitým spotřebičům, jejichž případné vypnutí způsobí zmenšení nebo dokonce zastavení výroby, ale vypnutím těchto spotřebičů nedojde k ohrožení osob ani nedojde k velkým ekonomickým ztrátám.

Mezi spotřebiče s dodávkou 2. stupně můžeme zařadit například různé obráběcí stroje, automatické linky, olejové a emulzní hospodářství s centrálním rozvodem, pásové a řetězové dopravníky a podobně.

Zajištění dodávky elektrické energie se v tomto případě provádí aby se zajistila co nejmenší pravděpodobnost poruchy. Všechny elektrických rozvodů se konstruují tak, aby byla zajištěna jejich vzájemná záloha bez dalších investic. Nejčastěji se spotřebiče napájí dvěma paralelně spolupracujícími transformátory dimenzovanými na plný výkon, ale na rozdíl od 1. stupně tyto transformátory nemusí být napájeny z různých sítí (nejde-li použít transformátory, použije se jeden, ale rozvod se zapojí okružně).



Dodávka elektrické energie 3. stupně

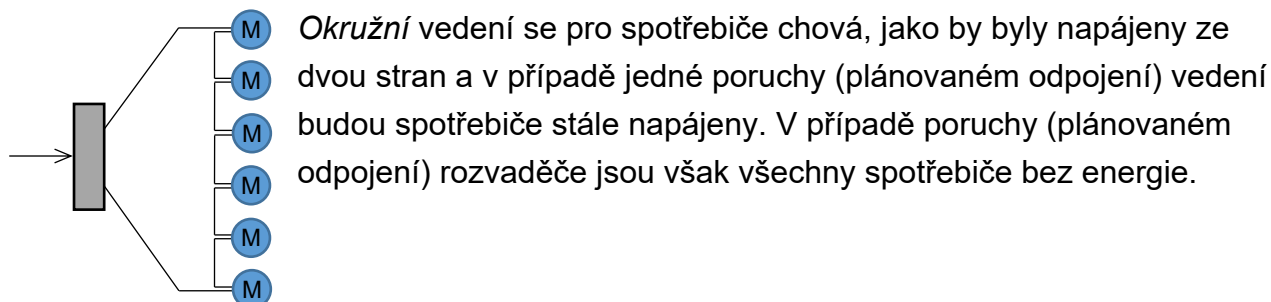
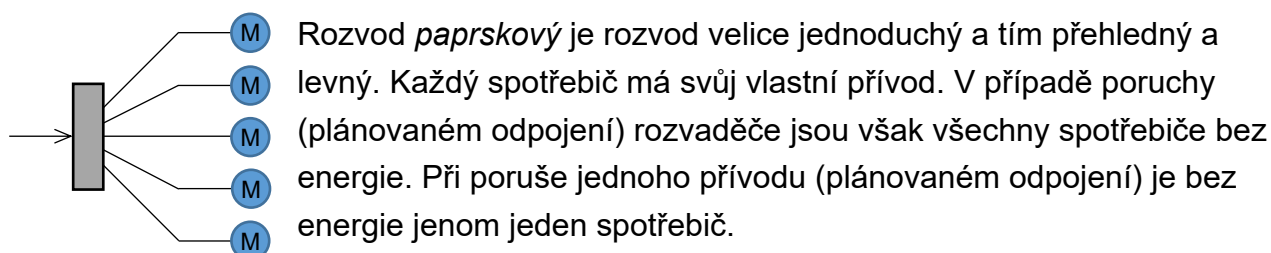
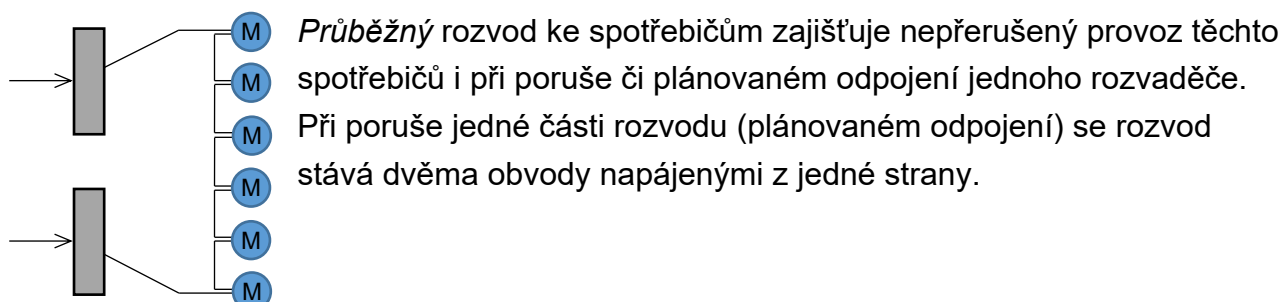
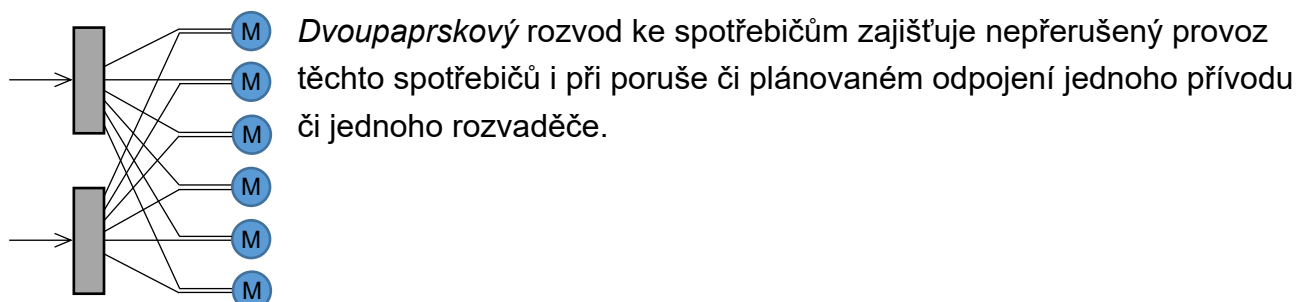
Jedná se o dodávku elektrické energie do spotřebičů, které nemusí být zajišťovány zvláštními opatřeními. Mohou se připojit na jediný zdroj a nevyžadují další zvláštní zajištění.

4. Konfigurace průmyslového elektrického rozvodu

Pro rozvod v průmyslových provozovnách se zřizuje jedna, popřípadě i více transformoven, nebo rozvoden, rozváděčů a rozvodnic napájených z jedné nebo více vstupních stanic. Transformovny je vhodné umístit co nejbližší místu spotřeby a u každé z nich je vhodné zřídit sekundární rozvodnu, rozvaděč nebo rozvodnici, z nichž se dále napájí podružné rozvodnice, rozvaděče nebo rozvodny a z nich pak jednotlivé spotřebiče.

Konfigurace průmyslových elektrických rozvodů za transformovnou záleží na stupni dodávky elektrické energie. Pro stupně dodávky 1 a 2 se hlavní rozvody musí provádět jedním ze způsobů uspořádání sítí napájených ze dvou stran nebo sítí mřížových. Pro spotřebiče v prvním stupni dodávky elektrické energie můžeme použít i sítě napájené z jedné strany (viz učivo prvního ročníku – kapitola rozdělení sítí dle uspořádání (topologie)).

Napojení vlastních spotřebičů (motorů) se provádí z posledního rozvaděče jako rozvod dvoupaprskový nebo průběžný pro spotřebiče se stupněm dodávky 1 nebo 2 a paprskový nebo okružní pro spotřebiče s třetím stupněm dodávky elektrické energie.



5. Provedení průmyslového elektrického rozvodu

Provedení i způsob ukládání kabelů ovlivňuje spousta faktorů, jako například:

- přenášený výkon,
- druh prostředí (vnější vlivy),
- ostatní prvky obvodu (spínače, krabice, zásuvky, jističe, rozváděče, ...),
- stavební provedení objektu,
- cena investice,
- výrobní technologie, ...

Elektrický rozvod se v průmyslu nejčastěji provádí kabely CYKY či AYKY, ale používají se i kabely se sníženou vznětlivostí a odolné proti šíření plamene CXKE (tzv. bezhalogenové kabely), případně lze rozvod provést i holými vodiči, tzv. přípojnicový rozvod.

Samozřejmě se setkáme i s vn kabely, a to jak s vícežilovými, tak i s jednožilovými a opět v provedení klasickém i bezhalogenovém.

Na rozdíl od ukládání kabelů v objektech bytové výstavby či objektech administrativních, kde se kabely nejčastěji ukládají pod omítkou, popřípadě v lištách se kabely pro průmyslové rozvody ukládají:

- do kabelového kanálu,
- do příchytek (na omítku, nebo na kabelové žebříky),
- na rošty (drátěný program) a žlaby,
- na kabelové lávky,
- do ocelových trubek (ochrana proti mechanickému namáhání), ...

Kabelové kanály

- používají se na hlavních trasách rozvodů
- kabely se v nich ukládají na rošty či lávky, do příchytek nebo u trvale suchých kanálů se mohou kabely ukládat i přímo na dno
- v nejnižším místě bývá sběrná jímka k odčerpání zateklé vody
- větrání může být přirozené, pokud je kanál ve svahu, nebo častěji vynucené s použitím ventilátorů
- do kabelových kanálů se nesmí umisťovat žádné potrubí s výjimkou vzduchového
- odbočení rozvodu z kanálu ke strojům se provádí v ocelových trubkách zabetonovaných v podlaze
- mezi jejich hlavní výhody patří
 - že kabelové trasy nepřekáží provozu ani jeřábové dopravě
 - dobrá ochrana proti mechanickému poškození
 - skryté provedení přívodů ke strojům
- nevýhody rozvodu v kanálech pak jsou:
 - vysoká pořizovací cena na výstavbu kanálů
 - nevhodnost pro flexibilitu rozvodů při změně výrobní technologie
 - menší chlazení než při instalaci na povrchu
 - menší přehlednost kabelů a horší přístupnost k nim
- mohou být v provedení shora přístupné zakryté ocelovým plechem, průchozí nebo průlezné:
 - *shora přístupné kanály:*
 - používají se v menších provozovnách
 - pro menší počet kabelů
 - při položení kabelů volně na dno se zmenší přehlednost

- *kanály průchozí:*

- používají se pro velký počet kabelů
- nejmenší povolená výška je 1,9 m
- v místě křížování s jinými kanály může být snížena na 1,2 m, ale pouze v délce 3 m
- musí mít zajištěné větrání, osvětlení musí být ovladatelné od každého vstupu



- *průlezné kanály*

- používají se pro větší počet kabelů v místech, kde není možné postavit kanál průchozí
- budují se v kratších úsecích
- nejmenší výška je 1,2 m
- v místech křížování s jinými kanály může být snížena na 0,9 m, ale pouze v délce 2 m
- vstupy musí být minimálně každých 40 m a u každého vstupu musí být ovládání svítidel

Přichytky na omítku

Montují se buď přímo na omítku do hmoždinek, což není moc vhodné pro flexibilní výrobu, nebo častěji do kabelových žebříků umístěných na zdech (stropech) nejlépe kolem celé místnosti provozovny. Přichycení k žebříkům je flexibilnější.



Přichytky se montují ve vhodných vzdálenostech od sebe tak, aby se kabely neprohýbali. Čím je kabel silnější, tím je tužší a přichytky lze montovat ve větších vzdálenostech od sebe (při montáži je třeba dbát také na estetičnost rozvodu).



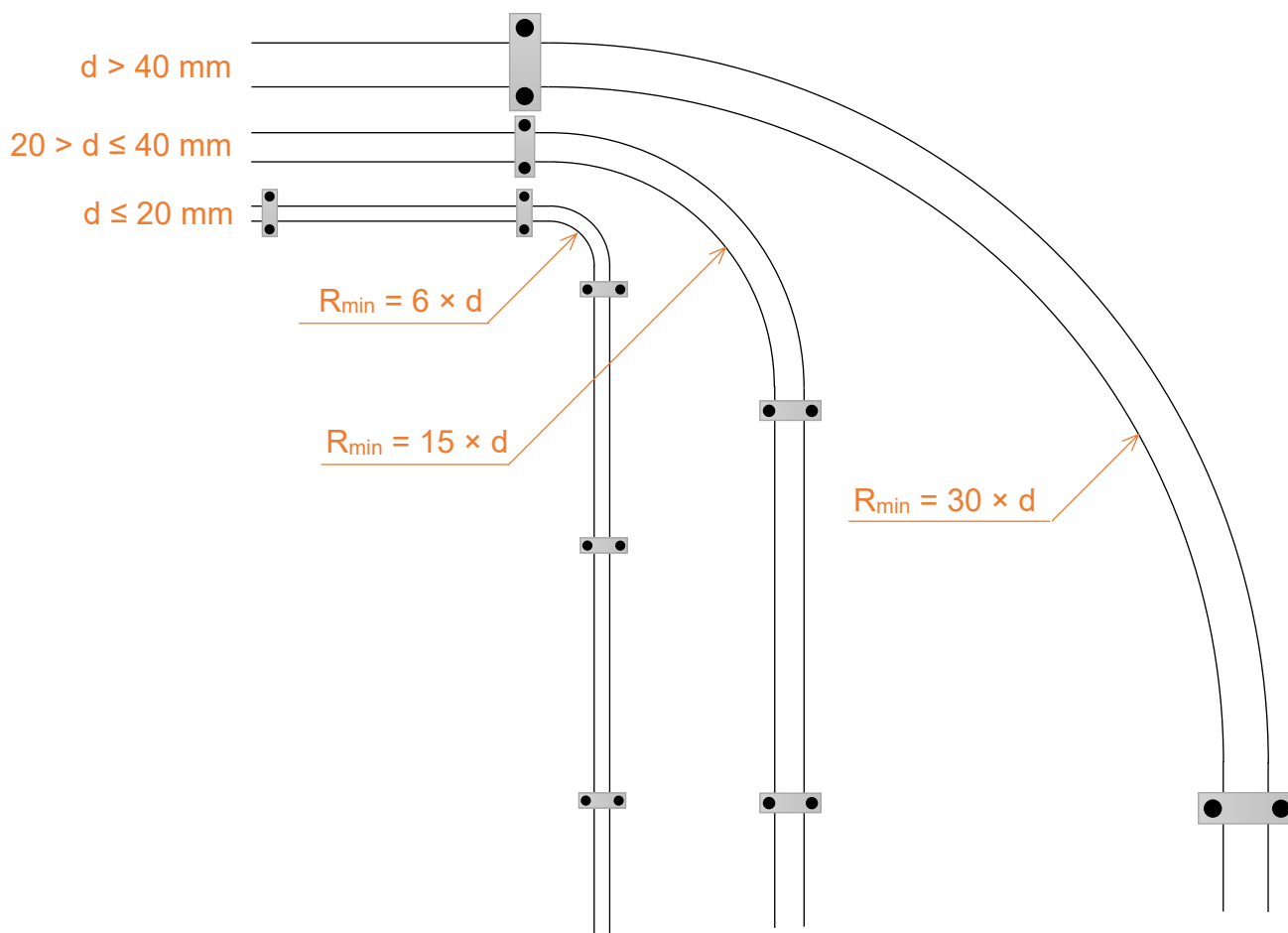
Doporučené vzdálenosti přichytek:

Poloha vedení	Vnější průměr vodiče (mm)	Největší vzdálenost přichytek (cm)
vodorovná a skloněná do 45°	do 16	40
	16 až 25	60
	26 až 40	80
	přes 40	100
skloněná nad 45°	u všech průměrů	100

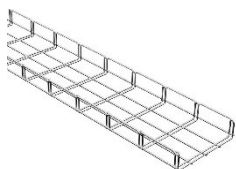
Při ohýbání kabelů je potřeba dodržovat minimální poloměry ohybu, aby nedošlo k porušení žil (vodičů) nebo izolací kabelu.

Minimální poloměr oblouku ohybu kabelu má být pro kabely:

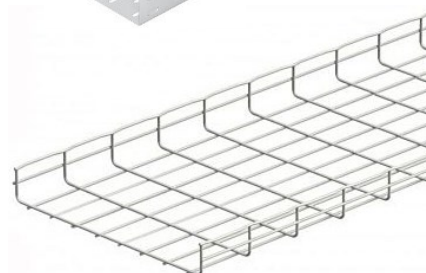
- do průměru 20 mm ($d \leq 20$ mm) minimálně $6 \times d$ ($R_{\min} = 6 \times d$)
- do průměru 40 mm ($20 > d \leq 40$ mm) minimálně $15 \times d$ ($R_{\min} = 15 \times d$)
- o průměru větším než 40 mm ($d > 40$ mm) minimálně $30 \times d$ ($R_{\min} = 30 \times d$)



Na rošty a žlaby

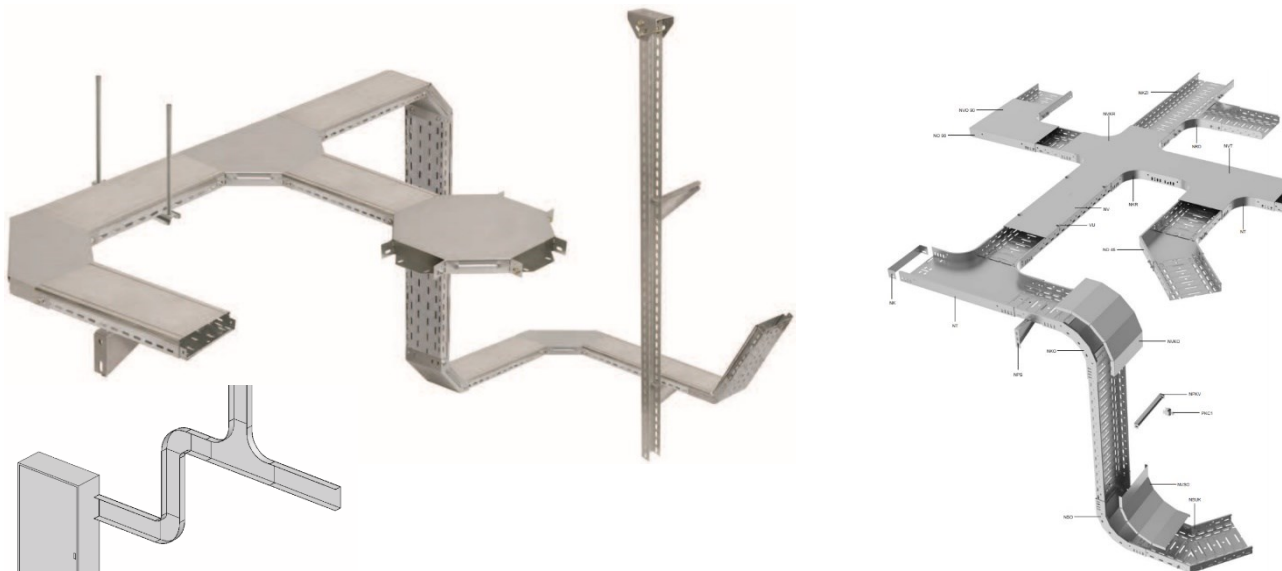


Kabely se zde ukládají volně, popř. se přichytí stahovací páskou. Jsou buď ve formě drátěného programu, nebo plechové.



Na kabelové lávky

Jsou provedeny tak, že se v nich kabely ukládají volně. Tvoří celé kabelové dráhy poskládané z jednotlivých částí. Bývají plastové nebo kovové.



Do ocelových trubek

Používají se jen pro mechanickou ochranu kabelů a to většinou jen v úsecích, kde by mohlo k mechanickému poškození kabelů dojít.

Přípojnicový systém

Jde o průběžné vedení z holých hliníkových pásů, které jsou izolovaně uloženy v krycím kanálu pod stropem. V něm jsou v jednodílných vzdálenostech odnímatelné kryty, které po sundání umožní přimontovat odbočovací skříňku s pojistkami, přes kterou se připojují jednotlivá EZ. Přípojnicový rozvod se s výhodou využívá pro průmyslové rozvody s hustě rozmístěnými pracovními stroji, které jsou například sestaveny do výrobních linek.

1. kabelový přívod s hlavním vypínačem
2. přepravní jednotka s přípojnicemi
3. přívod ke spotřebiči
4. nosné závěsy

