

## 15 Elektrické stanice

### Obsah hodiny



V této hodině se seznámíme s elektrickými stanicemi.

### Cíl hodiny



Po této hodině budete schopni:

- Popsat jednotlivé druhy stanic.

### Klíčová slova



Transformovna, spínací stanice, měnírna, kompenzovna.

Aby se elektrická energie dostala od výrobce (elektrárny) ke spotřebiteli, je zapotřebí mít spojovací článek, což je elektrizační soustava.

**Elektrizační soustava** je vzájemně propojený soubor zařízení pro výrobu, přenos, transformaci a distribuci elektřiny, včetně elektrických přípojek a přímých vedení, systémů měřicí, ochranné, řídicí, zabezpečovací, informační a telekomunikační techniky. Základní prvky, z nichž se elektrizační soustava skládá, jsou elektrická vedení a elektrické stanice.

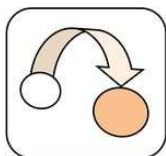
Nyní se zaměříme na elektrické stanice, které jsou souhrnem staveb a zařízení v uzlech elektrizační soustavy. Velmi důležitou součástí elektrických stanic jsou rozvodny (Silnoproudá zařízení I, hodina 13).

**Elektrické stanice** jsou ucelené zařízení uzlu elektrizační soustavy, v nichž je soustředěná většina důležitých funkcí rozvodné soustavy např. spínání, jištění, měření, ovládání. Jsou vybaveny mnoha společnými zařízeními, např. transformátory vlastní spotřeby, rozvaděči, rozvodnicemi, akumulátorovou baterií, zařízeními pro výrobu a rozvod stlačeného vzduchu, olejovým hospodářstvím atd. Podle funkce je rozdělujeme na:

- 1) **Transformovny** – slouží ke změně napětí soustavy při stejném kmitočtu nebo ke galvanickému oddělení jedné části sítě od druhé. Stavějí se u elektráren, kde dochází k transformaci do přenosových sítí s napětím 110, 220 a 400kV a v distribučních uzlech 22kV, z nichž se dále napájí veřejný rozvod. Nejdůležitějším zařízením jsou hlavní transformátory, které jsou většinou umístěny na venkovní rozvodně
- 2) **Spínací stanice** – slouží k rozvádění energie téhož napětí bez transformace a bez přeměny. Hlavním úkolem je zajištění dodávky elektrické energie pro důležité oblasti hospodářství v případě havarijních situací a omezení případných zkratových výkonů v sítí. Jsou vybaveny stejně jako transformovny, avšak bez hlavních transformátorů.
- 3) **Měničny** – slouží ke změně kmitočtu střídavého proudu, popřípadě ke změně na stejnosměrný proud. Jsou vybaveny usměrňovači a střídači. Velký význam mají především pro:
  - napájení elektrické trakce, městské či železniční dopravy
  - dálkové přenosy stejnosměrným napětím
  - propojení elektrizačních soustav s různými kmitočty
- 4) **Kompenzovny** – slouží k vyrovnaní jalových složek střídavého proudu. Umisťují se v důležitých místech nadřazené soustavy 400kV. Jsou vybaveny bateriemi statických kondenzátorů nebo točivými kompenzátory.

Podle začlenění elektrických stanic do elektrizační soustavy jsou stanice děleny na:

- Uzlové - napájené z několika stran vedeními vn nebo vvn
- Koncové - napájené paprskovým vedením z jedné strany
- Styčné - propojující elektrizační soustavy
- Rozvodné - z nichž jsou napájeny distribuční sítě
- Zvláštní - vn/vvn napájecí distribuční rozvod v průmyslu

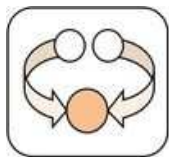


### **Příklad**

Rozvodna - transformovna Prosenice byla vybudována v šedesátých letech, v posledních třech letech zde byla provedena zásadní rekonstrukce, přičemž byla vybavena zařízením a technologií dosahující v Evropě naprosto „špičkovou“ úroveň.



### Shrnutí kapitoly



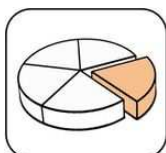
Elektrické stanice jsou umístěny v uzlu elektrizační soustavy, na cestě elektrické energie mezi výrobcem a spotřebitelem. Podle funkce, kterou vykonávají, rozlišujeme transformovny, spínací stanice, měnírny a kompenzovny. Dále je rozlišujeme podle konkrétního umístění v síti.

### Kontrolní otázky a úkoly



- 1) Vysvětli funkci transformovny.
- 2) Kde se využívají měnírny?
- 3) Co znamená pojem kompenzace?

### Literatura



- [1] BALÁK, Ing. Rudolf. *Silnoproudá zařízení*. Praha: SNTL n.p., 1984.  
ISBN 04-519-84

## 16 Elektrická vedení

### Obsah hodiny



V této hodině se zaměříme na elektrická vedení, základní názvosloví a jejich rozdělení.

### Cíl hodiny



Po této hodině budete schopni:

- Definovat jednotlivé energetické pojmy.
- Rozlišit druhy vedení.

### Klíčová slova



Energetické názvosloví, ochranná pásma, druhy vedení.

### 16.1 Názvosloví

**Energetická soustava** – soustava pro výrobu, rozvod a spotřebu veškeré energie (tepelná...).

**Elektrizační soustava (ES)** - soustava pro výrobu, rozvod a spotřebu pouze elektrické energie.

Je to vzájemně propojený soubor zařízení, která umožňují přenos elektrické energie od zdroje ke spotřebiči, při splnění požadovaných parametrů jako např. výkon, vzdálenost, co nejvyšší účinnost přenosu, co nejnižší úbytky napětí, jistota dodávky, stabilita kmitočtu, tvar křivky.

Zahrnuje:

- přenos, transformaci a distribuci ke spotřebiteli
- měřicí, řídicí a zabezpečovací systémy
- vlastní spotřebiče energie
- výrobní (elektrárny)

Vlastnosti ES:

- bezpečná - nesmí být příčinou požáru nebo ohrožení bezpečnosti
- spolehlivá - musí zaručit přenos výkonu na danou vzdálenost s určitými parametry ( $f$ ,  $U$ , tvar křivky, zaručenou dodávku)



- hospodárná - z pohledu investičních nákladů, náklady na provoz a údržbu, musí mít co nejnižší výkonové ztráty

**Nadřazená soustava** – je součástí ES a má z hlediska skladby nebo provozu větší důležitost než ta část, kterou napájí.

**Rozvodná (distribuční) soustava** – je část ES a slouží pro dodávku energie odběratelům.

**Uzel** – místo v ES, kde jsou propojovány jednotlivé soustavy nebo vedení.

**Elektrická síť** – soubor všech galvanicky spojených částí vedení a stanic téhož napětí.

**Elektrický rozvod** – souhrn všech propojených sítí a stanic.

## 16.2 Rozdělení vodičů podle uložení a izolace

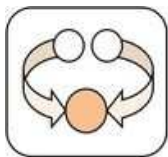
- venkovní vedení
  - je umístěno vně budov a nad zemí, na stožárech, konzolách a střešnicích
  - většinou to jsou holé vodiče, neboť jejich umístění z hlediska bezpečnosti je běžnému spotřebiteli nedostupné a ekonomicky jsou výhodnější než vodiče izolované
- kabelové vedení
  - uloženo přímo v zemi nebo v kabelových kanálech na kabelových lávkách
  - vodiče jsou z důvodu bezpečnosti vždy izolované
- vnitřní vedení
  - je to tzv. instalace v budovách
  - vodiče jsou uloženy na omítce (v lištách) nebo pod omítkou, používáme izolované vodiče

## 16.3 Ochranná pásma

Pro bezpečný provoz ustanovuje norma ochranné pásma, která jsou vymezená vzdáleností od krajních vodičů po obou stranách:

- U elektrických stanic je ochranné pásmo 30m.
- U kabelového vedení všech druhů je šířka ochranného pásma od krajního kabelu 1m.
- U venkovních vedení rozlišujeme ochranné pásmo podle velikosti napětí ve vedení a dále podle toho, zda se jedná o tzv. lesní průsek nebo volný prostor, vzdálenost pásma se podle těchto kritérií pohybuje mezi 5 -120m od krajního vodiče.

### Shrnutí kapitoly



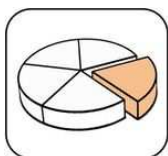
Na úvod elektrických vedení je třeba se orientovat v energetickém názvosloví. Vedení rozlišujeme podle uložení a izolace na venkovní, kabelové a vnitřní. Pro bezpečný provoz ustanovuje norma ochranná pásma, která jsou vymezená vzdáleností od krajních vodičů po obou stranách.

### Kontrolní otázky a úkoly



- 1) Jak rozdělujeme vodiče podle uložení a izolace?
- 2) Jaké ochranné pásmo rozlišujeme u venkovního vedení?
- 3) Vyjmenuj základní energetické pojmy.

### Literatura



- [1] BALÁK, Ing. Rudolf. *Silnoprůdová zařízení*. Praha: SNTL n.p., 1984. ISBN 04-519-84
- [2] ŠTĚPÁN, Ing. František. *Elektroenergetika I*. Ftenštát pod Radhoštěm: SPŠ elektrotechnická

## 17 Venkovní vedení - vodiče

### Obsah hodiny



V této hodině se seznámíme s vodiči, které používáme na venkovní vedení.

### Cíl hodiny



Po této hodině budete schopni:

- Popsat klasický vodič AlFe.
- Definovat výhody lana oproti běžnému vodiči.

### Klíčová slova



AlFe vodič.

- Na venkovní vedení (silová, zemní lana a sdělovací) se používají dráty kruhového průřezu nebo lana. Vyrábějí se z tvrdé mědi, hliníku a jeho slitin, železa – oceli.
- Lana oproti drátům vykazují lepší vlastnosti a to:
  - lepší mechanickou pevnost
  - lepší rozložení proudu v průřezu
  - vyrábějí se do větších průřezů
- Materiál pro venkovní vedení (lana) je téměř výhradně hliník. Pro zvýšení jeho pevnosti je doplněn o ocelové dráty, tzv. ocelovou duši. Označujeme je jako vodiče AlFe.
- Číslo za označením udává poměr průřezů hliníkových drátů k ocelovým (poměr průřezů Al pláště a Fe duše).
 

AlFe 3	3 : 1
AlFe 4	4 : 1
AlFe 6	6 : 1
AlFe 8	8 : 1



Příklad označování kombinovaného lana:

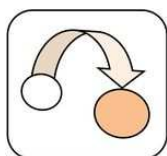
**120 AIFe 6**

120 jmenovitý elektrický průřez

AIFe typ lana

6 poměr průřezů pláště a duše lana

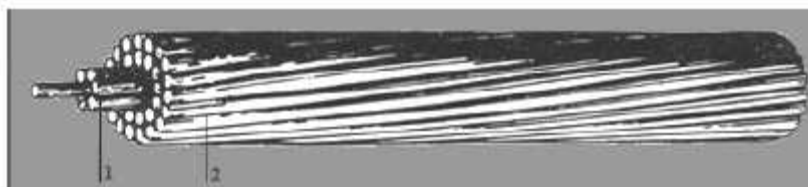
- Podle velikosti napětí a přenášeného výkonu vypočítáme průřez použitého vodiče. Ze jmenovité řady průřezů vybraného vodiče potom zvolíme průřez nejbližší vyšší k průřezu vypočítanému.
- Dráty se vyrábějí do průřezu  $25\text{mm}^2$ , lana od  $16\text{mm}^2$  do  $670\text{mm}^2$ .
- Potřebujeme-li dle výpočtu vedení vyšší průřez než  $670\text{mm}^2$ , pak se používá zvláštní uspořádání vodičů tzv. svazkové vodiče. Skládají se z několika (2-4) mechanicky i elektricky spojených vodičů.
- Vodiče se vyrábí v délkách 0,5 až 1 km navinuté na bubnech a při jejich montáži dochází k spojování mechanickému a elektrickému.



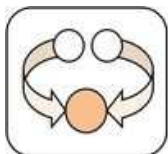
### **Příklad**

Konstrukce kombinovaného lana

1 - ocelová duše, 2 - hliníkový plášť



### **Shrnutí kapitoly**



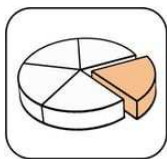
Na venkovní vedení se používají především lana AIFe, tzv. hliník s ocelovou duší. Mají oproti drátům lepší mechanické a elektrické vlastnosti. Průřez pro dané venkovní vedení se určí výpočtem zahrnující přenášený výkon a napětí daného vedení.

### **Kontrolní otázky a úkoly**



- 1) Vyjmenuj výhody lan pro použití na venkovní vedení.
- 2) Jak se označují lana pro venkovní vedení?
- 3) Na čem závisí zvolený průřez vodiče?

### **Literatura**



- [1] ŠTĚPÁN, Ing.František. *Elektroenergetika I*. Ftenštát pod Radhoštěm: SPŠ elektrotechnická

## 18 Venkovní vedení - stožáry

### Obsah hodiny



V této hodině se seznámíme s typy stožárů na venkovní vedení.

### Cíl hodiny



Po této hodině budete schopni:

- Specifikovat druhy stožárů.
- Definovat možné funkce stožárů ve vedení.

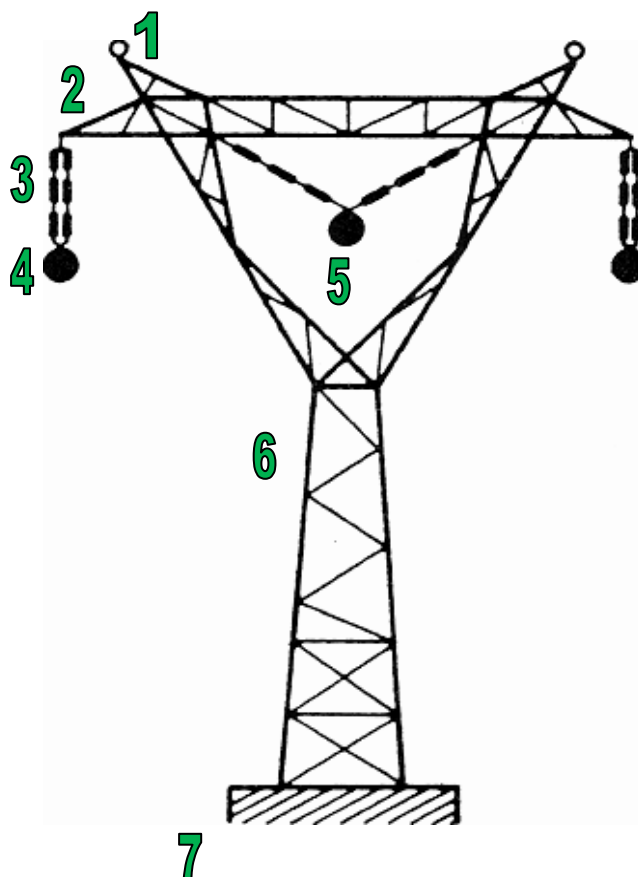
### Klíčová slova



Stožár, izolátor.

Stožár je konstrukčním prvkem venkovního vedení, na kterém jsou izolovaně upevněny vodiče s příslušenstvím. Skládá se ze základů, dříku, hlavy, břevna, příček, konzol, případně ze vzpěr a kotev.

1. držák zemního lana
2. konzola
3. izolátor
4. vodič
5. hlava
6. dřík
7. základy



### Rozdělení podle účelu:

**N** nosný, **R** rohový, **V** výztužný, **O** odbočný,  
**Ko** koncový, **K** křížovatkový, **Z** zákrutový

Při výpočtu se uvažuje:

- normální stav
- tlak větru na vodiče a stožár
- tahy ve vodičích
- námraza
- vlastní hmotnost stožáru, vodičů a armatur
- výslednice sil při zalomení a odbočení
- momenty sil při přetržení vodiče

### Rozdělení podle materiálu:

#### 1) dřevěné

- smrk, jedle, borovice, modřín, buk, dub
- výška do cca 9m
- v nevyhnutelných a krátkodobých případech
- zapuštěny přímo v zemi nebo na betonové patce
- hniloba - nutná impregnace
- typy:                jednoduchý (J) I  
                              dvojsloup (D) II  
                              kozlík úzký (U), štíhlý (Š), široký (A) Λ  
                              typ (H) H

#### 2) betonové

- jsou duté, výroba na základě odstředivých účinků rotace formy
- kruhový průřez nebo x-hrany
- výška do cca 12m
- zapuštěny přímo v zemi cca 2m
- výhoda – minimální údržba
- nevýhoda – těžké, špatná manipulace
- typy:                jednoduchý (J) I  
                              dvojsloup (D) II

#### 3) ocelové

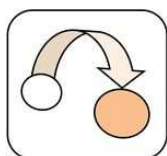
- z ocelových profilů I, L, U tzv. příhradové nebo z trubek
- výška do 20m z 1 kusu, 45m z 2 a více kusů
- koroze - nutný nátěr nebo pokovování (pozinkování)
- ukotveny v základech
- 6 základních typů – věžový, portálový, kloubový ve tvaru V, typ Dunaj, tvar T, stožár Delta

Vedení je na stožárech připevněno pomocí **izolátorů**, které oddělují vodič od přímého styku se stožárem. Jsou vyráběny z porcelánu, kameniny, skla, umělé pryskyřice. Izolátory musí odolávat značnému namáhání mechanickému, elektrickému, chemickým vlivům prostředí a změnám teplot. Rozlišujeme izolátory závěsné a podpěrné.

#### **Mezi výhody závěsných izolátorů patří:**

- vyrovnávají tahy sousedních polí
- při přetržení vodiče odlehčují stožár
- větší bezpečnost proti průrazům
- snadnější montáž a skladování

Na stožárech se může vyskytovat další zařízení, např. úsekové vypínače, pojistky, bleskojistky, transformátory, kondenzátory, rozvaděče, apod.

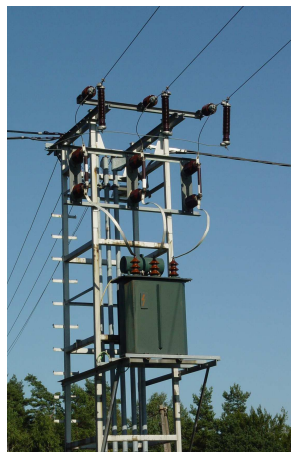
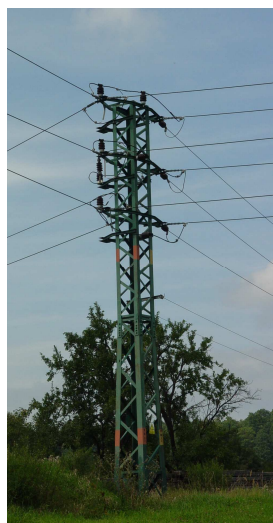


#### **Příklad**

Dřevěné stožáry – jednoduchý a kozlík.

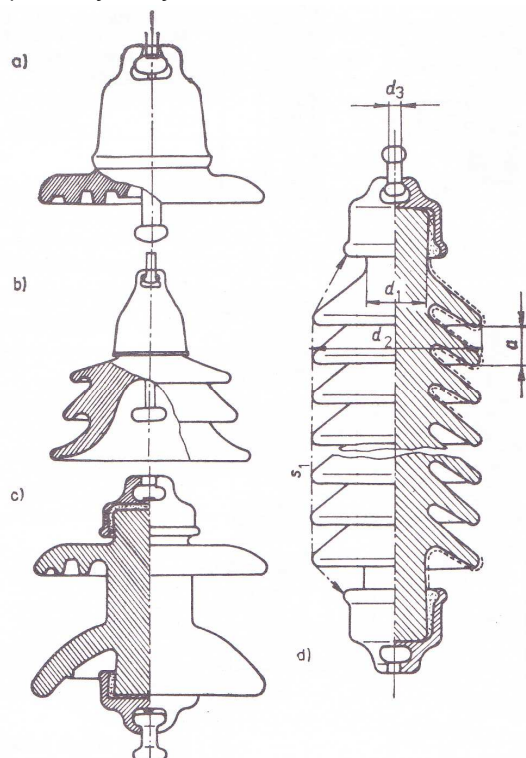
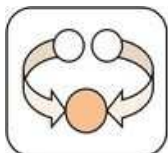


Křižovatkový příhradový stožár a stožár s transformátorem.



**Izolátor:**

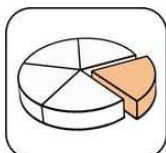
- a) talířový
- b) mlhový
- c) talířový dříkový
- d) tyčový

**Shrnutí kapitoly**

Stožár je nosná konstrukce pro venkovní vedení. Rozdělujeme je podle funkce ve vedení a podle druhu materiálů. Při výpočtu stožárů je nutné brát ohled i na povětrnostní a klimatické podmínky. Vodiče jsou ke stožárům připevněny pomocí izolátorů, které jsou z porcelánu, kameniny, skla, umělé pryskyřice. Rozlišujeme závěsné a podpěrné izolátory.

**Kontrolní otázky a úkoly**

- 1) Jak dělíme stožáry podle funkce ve vedení?
- 2) S čím se musí počítat při návrhu stožáru?
- 3) Rozděl a popiš stožáry podle druhu materiálů.

**Literatura**

- [1] KOSTKA, Ing.Tomáš. Mechanika venkovních vedení. [online]. Havířov: SOU technické, [] [cit. 2012-02-07]. Dostupné z: [http://www2.outech-havirov.cz/skola/files/knihovna\\_eltech/eti/mech\\_v\\_v.pdf](http://www2.outech-havirov.cz/skola/files/knihovna_eltech/eti/mech_v_v.pdf)



## 19 Kabelové vedení

### Obsah hodiny



V této hodině se seznámíme s kabelovým vedením.

### Cíl hodiny



Po této hodině budete schopni:

- Popsat silnoprůdý kabel.
- Rozdělit kabely dle různých kritérií.

### Klíčová slova



Silnoprůdý kabel.

Pro kabelové vedení nebo venkovní vedení tam, kde není možno použít holé vodiče, používáme silnoprůdý kabely. Silnoprůdý kabel se skládá z jednoho nebo více jader (obvykle z mědi nebo hliníku), jejich izolace, popř. z ochranných obalů a dalších konstrukčních prvků.

Jejich sortiment je na rozdíl od holých velmi široký, kriteria dělení jsou různá.

#### Rozdělení:

##### 1) podle použití:

- instalační
- topné
- výtahové
- svařovací
- další

##### 2) podle provozního napětí

- nízko napěťové
- vysoko napěťové
- pro velmi vysoké napětí

##### 3) podle materiálu izolantu

- s napuštěnou papírovou izolací a kovovým pláštěm
- celoplastové

- pryžové
- pouze pro vvn – olejové, se stlačeným plynem SF<sub>6</sub>

#### 4) podle počtu žil

- jednožilové
- vícežilové (do počtu 5 žil)
- mnohažilové (počtem nad 5 žil)

#### 5) podle tvaru žil

- kruhové
- sektorové

#### 6) podle druhu uložení

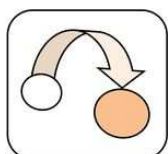
- pro pevná uložení (dráty)
- pro pohyblivá uložení (šňůry, kabely)

### Označování kabelů

V současné době u nás platí Systém značení kabelů a vodičů z ledna 1996, který zavádí označování podle harmonizačního dokumentu CENELEC (Comité Européen de Normalisation Electrotechnique). Tento systém se zatím příliš nerozšířil, ale v budoucnu se bude užívat stále častěji. Oproti dosavadním systémům vyjadřuje přesněji konstrukci vodiče, ale díky tomu je složitější.

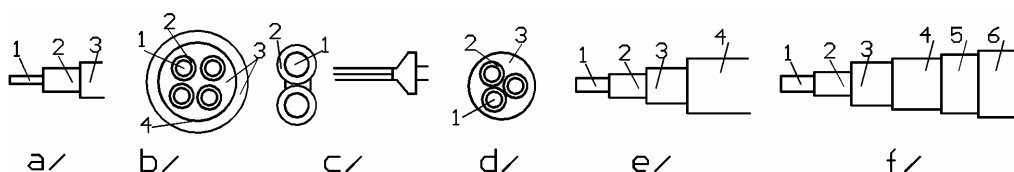
#### V označení kabelu najdeme:

- napětí v kV
- písmenkovou značku označující provedení:
  - 1. písmeno označuje materiál jádra
  - 2. písmeno označuje materiál izolace jádra
  - 3. písmeno označuje typ vodiče (jeho vlastnosti, použití)
  - 4. písmeno označuje materiál pláště
- průřez jádra v mm<sup>2</sup>
- popřípadě průřez stínění v mm<sup>2</sup>



#### Příklad

Příklady silnoprůdých kabelů.



**a) Jednožilový vodič s měděným nebo hliníkovým jádrem s izolací PVC**

1 – jádro, 2 – izolace PVC, 3 – přídatná izolace z PVC

**b) Silový vodič typu CGGU**

1 – měděná jádra, 2 – izolace z kaučukového vulkanizátu, 3 – plášť z chloroprenového vulkanizátu, 4 – páska

**c) Lehká plochá šňůra CYH s měděnými jádry a izolací PVC (dvoulinka)**

**d) Lehká šňůra CYLY s měděnými jádry a izolací PVC a pláštěm PVC (trojlinka)**

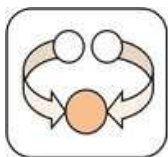
**e) Silový celoplastový jednožilový kabel AYKCY na 6 kV**

1 – hliníkové jádro, 2 – izolace PVC, 3 – kovové stínění z měděné pásky, 4 – plášť z polyvinylchloridu

**f) Silový celoplastový (jednožilový) kabel na 22 kV AXEKCY**

1 – jádro hliník, 2 – stíněná jádra, polovodivý zesíťný PE, 3 – plášť polyvinylchloridový, 4 – stínění nekovové, 5 – stínění kovové z měděného pásku nebo drátu, 6 – plášť z PVC

### Shrnutí kapitoly



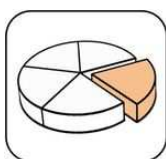
Pro kabelové vedení nebo venkovní vedení tam, kde není možno použít holé vodiče, používáme silnoproudé kabely. Silnoproudý kabel se skládá z jednoho nebo více jader (obvykle z mědi nebo hliníku), jejich izolace, popř. z ochranných obalů a dalších konstrukčních prvků. Jejich sortiment je na rozdíl od holých velmi široký, kriteria dělení jsou různá. V označení kabelu najdeme jeho napětí, materiálové označení a velikost průřezu jádra.

### Kontrolní otázky a úkoly



- 1) Definuj silnoproudý kabel.
- 2) Jak označujeme silnoproudé kabely?
- 3) Vyjmenuj některé z rozdělení silnoproudých kabelů.

### Literatura



- [1] VLČEK, Ing.Jiří. Základy silnoproudé elektrotechniky. In: *Vodiče pro rozvod elektrické energie* [online]. [] [cit. 2012-02-11]. Dostupné z: [www.tzb-info.cz/download.py?file=docu/texty/0001/000103\\_demosilnoproud...](http://www.tzb-info.cz/download.py?file=docu/texty/0001/000103_demosilnoproud...)
- [2] ŠTĚPÁN, Ing.František. *Elektroenergetika I*. Ftenštát pod Radhoštěm: SPŠ elektrotechnická

## 20 Vnitřní vedení

### Obsah hodiny



V této hodině se seznámíme s instalací v budovách.

### Cíl hodiny



Po této hodině budete schopni:

- Vysvětlit pojem instalace.
- Specifikovat jednotlivé instalační okruhy.

### Klíčová slova



Instalace.

Vnitřní vedení je instalace v budovách, jejímž úkolem je rozvést elektrickou energii od napájecího bodu v objektu ke všem spotřebičům. Rozlišujeme rozvod v obytné budově a rozvod v průmyslu.

#### 1) Rozvod v obytné budově:

Cesta elektrického proudu z venkovního nebo kabelového vedení až ke spotřebiteli do bytu projde touto cestou:

- přívodní vedení – HDS (hlavní domovní skříň) - hlavní domovní vedení
- na každém patře jsou odbočky k elektroměrům – vedení k bytové rozvodnici – jednotlivé obvody v bytě

**světelný obvod** – podle rozlohy bytu 1-2 okruhy, 10A jištění

**zásuvkové obvody** – podle rozlohy bytu 2-3 okruhy, 16A jištění

**obvod pro pračku** – samostatný okruh pro jednu zásuvku (obvykle v koupelně, popř. kuchyni), jištění 16A

#### 2) Rozvod v průmyslu:

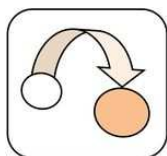
Rozvod elektrické energie v průmyslových závodech je mnohem náročnější na celkové vybavení než v obytných budovách, neboť se jím přenášejí velké výkony často za mnohem nepříznivějších provozních podmínek.

Zabezpečení dodávky elektrické energie podle důležitosti jednotlivých provozoven určují tři dodávkové stupně:

- zabezpečení dodávky za každých okolností
- zajištění dodávky s největším možným nasazením
- bez zabezpečení dodávky.

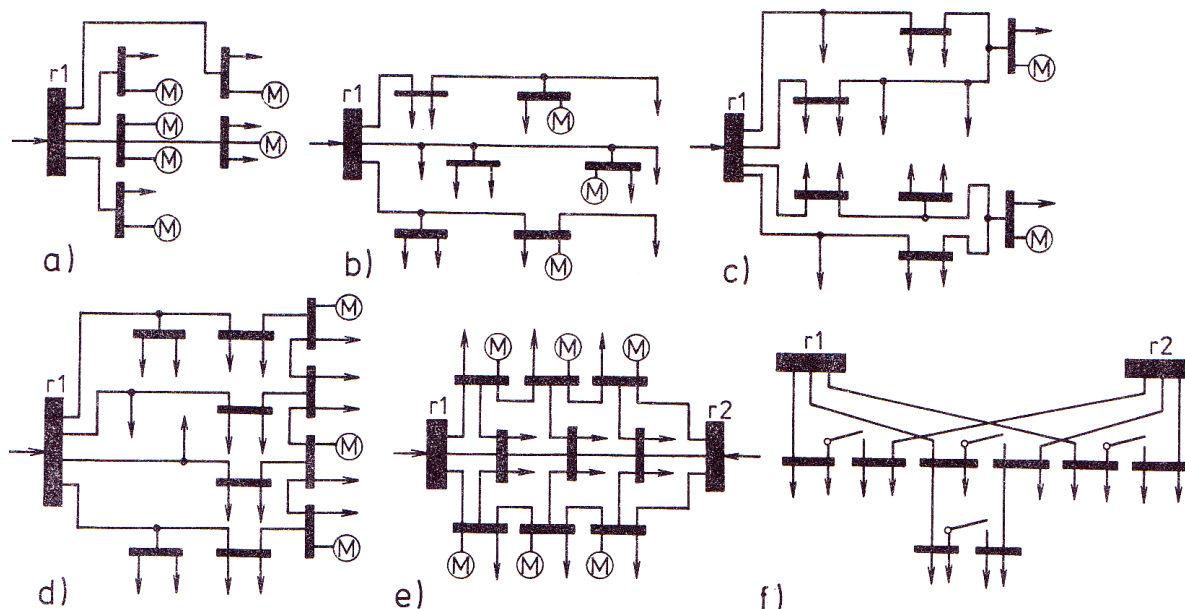
Elektrické rozvody v průmyslu obsahují:

- **Světelné rozvody** – důležitá je rovnoměrnost osvětlení. V provozovnách, kde se vyskytují točící se části strojů, se z bezpečnostních důvodů (stroboskopický jev) nepoužívaly zářivky. Dnes je již tento problém vyřešen provozem zářivek s vysokou frekvencí, kterou docílíme zavedením elektronických předřadníků. Frekvence může převyšovat až 30kHz.
- **Rozvody nouzového osvětlení**
- **Zásuvkové rozvody** – pro jedno i třífázové zásuvky
- **Motorické rozvody**



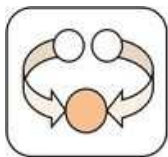
### Příklad

Základní druhy silových rozvodů v průmyslu.



- a) Rozvod paprskový
- b) Rozvod průběžný
- c) Rozvod okružní
- d) Rozvod hřebenový
- e) Rozvod mřížový
- f) Rozvod dvoupaprskový

### **Shrnutí kapitoly**



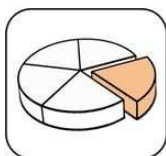
Vnitřní vedení je instalace v budovách. Rozlišujeme rozvod v obytných budovách a rozvod v průmyslu. V obytných budovách rozeznáváme světelný, zásuvkový okruh a okruh pro pračku. V průmyslu jsou charakterizovány tři stupně zabezpečení elektrické dodávky.

### **Kontrolní otázky a úkoly**



- 1) Popiš cestu elektrického proudu od venkovního vedení až po konečný spotřebič.
- 2) Jaké stupně dodávky elektrické energie známe?

### **Literatura**



- [1] BALÁK, Ing. Rudolf. *Silnoprůdová zařízení*. Praha: SNTL, 1984. ISBN 04-519-84



## 21 Poruchové stavy v sítích

### Obsah hodiny



V této hodině se budeme věnovat poruchovým stavům v sítích, začneme přetížením.

### Cíl hodiny



Po této hodině budete schopni:

- Vysvětlit poruchový stav – přetížení.
- Určit ochranu proti přetížení.

### Klíčová slova



Přetížení.

V sítích mohou nastat poruchové stavy: přetížení, přepětí, zkraty a zemní spojení.

### 21.1 Přetížení

Každý vodič se průchodem elektrického proudu zahřívá. Při průchodu nepřipustně velkého proudu může dojít ke zničení izolace a ke vzniku požáru. Příčinou může být proudové přetížení.

Proudové přetížení vzniká ve správně zapojených obvodech při připojení příliš velkého počtu spotřebičů nebo při zapojení spotřebičů s příliš velkým odběrem proudu.

Jistící prvky slouží k tomu, aby přerušily každé přetížení ve vodičích obvodů dříve, než by mohlo vyvolat škodlivé oteplení izolace, spojů, koncovek nebo okolí vedení.

Jako ochrana proti přetížení se používají tavné pojistky nebo jističe.

#### Jistič

Je ochranný prvek proti přetížení a zkratu. Nadproudová spoušť má za úkol včas odpojit přetíženou část rozvodu od napájení. Spoušť reagující na přetížení je tepelná spoušť:

- reaguje na proudy do  $10I_n$

- reaguje s časovým zpožděním:
  - do  $3I_n$  reaguje do desítek minut
  - do  $10I_n$  reaguje do desítek sekund
- principem je bimetalový pásek, který je vyhříván provozním proudem, nastane-li přetížení, změní pásek tvar a tím zatlačí na volnoběžku, odskočí kontakt a dojde k vypnutí
- Bimetal neboli dvojkov je pásek ze dvou kovů s různou tepelnou roztažností. Kovy jsou navzájem pevně spojeny (např. slisovány nebo spojeny plošným svarem). Při ohřívání nebo ochlazování dochází na různých stranách pásku k různému rozpínání kovů. To zapříčiní definovatelné prohnutí.

### Tavná pojistka

Základním prvkem pojistky je tavný vodič, který se účinkem nadproudu přetaví a vzniklý oblouk se uhasí křemičitým pískem. Na rozdíl od jističe se musí přepálená pojistka vyměnit, je pouze na jedno použití. Každá pojistka má předepsaný vypínací proud, což je cca  $(2,5 - 8)I_n$ , při němž musí zabezpečit vypnutí chráněného obvodu v dostatečně krátkém čase.

### Shrnutí kapitoly



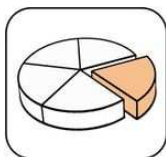
Přetížení je poruchový stav sítě, kdy se proud zvýší cca do desetinásobku jmenovitého proudu. Jistící prvky, které chrání rozvod proti přetížení, jsou tavné pojistky a jističe. Ta část jističe, která slouží k jištění proti přetížení, se nazývá tepelná spoušť. Je realizovaná bimetalovým páskem.

### Kontrolní otázky a úkoly



- 1) Charakterizuj přetížení.
- 2) Popiš princip tepelné spouště v jističi.

### Literatura



- [1] Peter BASTIAN A KOL. *Praktická elektrotechnika*. Praha: Europa-Sobotáles, 2004. ISBN 80-86706-07-9

## 22 Přepětí

### Obsah hodiny



V této hodině se seznámíme s poruchovým stavem přepětí.

### Cíl hodiny



Po této hodině budete schopni:

- Vysvětlit poruchový stav – přepětí.
- Určit ochranu proti přepětí.

### Klíčová slova



Atmosférické a provozní přepětí, koordinace izolace.

**Přepětí** nastává, zvýší-li se napětí mezi fázemi nebo fází a zemí nad jmenovité napětí  $U_n$ . Vzniká v určitém místě soustavy a dále se šíří po vedení na obě strany v podobě postupných napěťových a proudových vln. Ty se musí snížit na přípustnou mez, neboť přepětím dochází k průrazům, což má za následek zmenšení izolačních vlastností a to vede k poškození izolace, popřípadě může nastat zkrat. Je nutné koordinovat izolaci v síti tak, aby byla přepětí na vhodném místě svedená do země. Rozumí se tím taková opatření, která zabrání, aby přeskoky vlivem přepětí vznikaly v místech, kde mohou způsobit vážnější škodu. Koordinace izolace spočívá v odstupňování izolačních hladin.

**Přepětí se podle vzniku dělí na:**

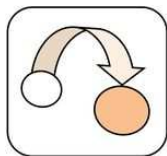
- **Atmosférické**

Vzniká přímým úderem blesku nebo elektrostatickou indukce ve venkovním vedení. Nebezpečí je v tom, že nevíme kdy, a kde nastane. Trvá asi 100  $\mu$ s, hodnoty indukovaných přepětí dosahují až 300kV. Ochrana sítí před přepětím je zajištěna svodiči přepětí (bleskojistka nebo ochranné jiskřiště, u neelektrických zařízení nebo objektů to je hromosvod)

- **Provozní**

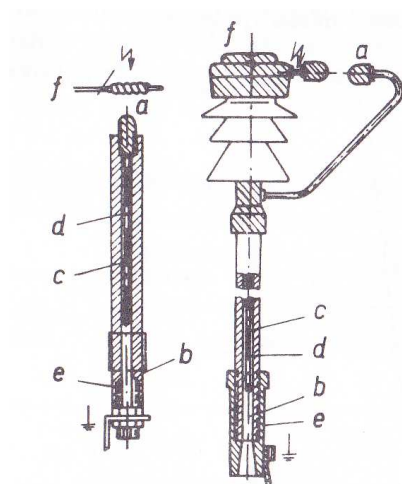
Vzniká v elektrických zařízeních při poruchových stavech, při určitých spínacích pochodech, při náhlé ztrátě zatížení, při nesouměrných

stavech sítí a v neposlední řadě při rezonančních jevech. Na rozdíl od atmosférického přepětí se dá provozní částečně předvídat a dosahuje obecně menších hodnot. Proti provozním přepětím se bráníme tak, že omezujeme jejich vznik používáním vypínačů a pojistek.



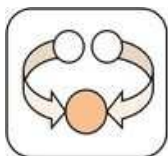
### Příklad

Vyfukovací bleskojistka.



- a) zapalovací jiskřiště
- b) zhasínací (vyfukovací) jiskřiště
- c) elektroda
- d) fíbrová trubka
- e) dutá elektroda
- f) chráněný vodič pod napětí

### Shrnutí kapitoly



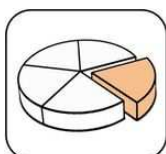
Přepětí je zvýšení napětí v síti nad jmenovitou hodnotu. Způsobuje postupné zničení izolace a tím možný zkrat. Protože se zkrat bere jako nejdestruktivnější porucha, je třeba jí předcházet. Přepětí rozlišujeme atmosférické a provozní. Přístroje na ochranu sítí před přepětím jsou svodiče přepětí.

### Kontrolní otázky a úkoly



- 1) Kdy vznikne přepětí a jak je dělíme?
- 2) Co znamená pojem koordinace izolace?
- 3) Které přístroje slouží jako ochrana proti přepětí?

### Literatura



- [1] BALÁK, Ing. Rudolf. *Silnoprůdová zařízení*. Praha: SNTL, 1984. ISBN 04-519-84

## 23 Zkrat

### Obsah hodiny



V této hodině se seznámíme s poruchovým stavem zkrat.

### Cíl hodiny



Po této hodině budete schopni:

- Vysvětlit poruchový stav – zkrat.
- Určit příčiny zkratu.

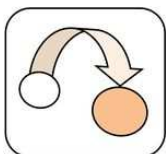
### Klíčová slova



Zkrat.

**Zkrat** způsobují největší škody v elektrizační soustavě a proto je jim třeba předcházet a rychle je odstraňovat.

Zkrat je chybné vodivé spojení mezi fázemi nebo fází a zemí v soustavě s přímo uzemněným uzlem nebo spojení fází v soustavách s izolovaným uzlem a nepřímo uzemněným uzlem.

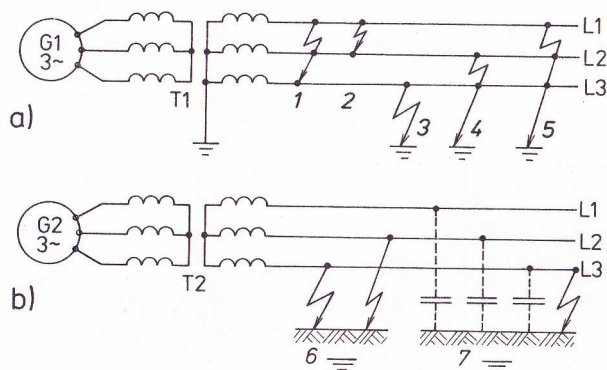


### Příklad

Příklady zkratů v soustavách

a) s přímo uzemněným uzlem.

b) s izolovaným uzlem



1 – trojfázový

2 – dvoufázový

3 – jednofázový zemní

4 – dvoufázový zemní

5 – trojfázový zemní

6 – simultánní, dvou fází se zemí

7 – jednofázový zemní

**Příčiny zkratu:**

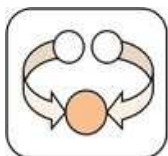
- porucha izolace – samovolné zestárnutí izolace, nedostatečná kontrola stavu
- přepětí – vlivem silného přepětí dojde k poškození izolace a tím k možnému zkratu
- přímé poškození – úmyslné, či neúmyslné mechanické poškození izolace

**Následky:**

Dojde k mnohonásobně zvýšenému proudu, až 10 000 násobek jmenovité proudu  $I_n$  a ten způsobí:

- zničení zařízení vlivem tepelných a dynamických účinků zkratového proudu
- provozní poruchy - přepětí, podpětí, narušení stability soustavy
- ohrožení osob a materiálů

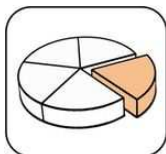
**Ochrana před zkratem** – jistič a pojistka

**Shrnutí kapitoly**

Zkrat je chybné vodivé spojení, při kterém vznikne mnohonásobně vysoký zkratový proud, který svými tepelnými a dynamickými účinky poškodí soustavu. Prvotní příčinou je špatná izolace, která může být poškozena z různých příčin. Ochranou před zkratem je jistič a pojistka.

**Kontrolní otázky a úkoly**

- 1) Jaké jsou příčiny zkratu?
- 2) V jaké soustavě může vzniknout zkrat?
- 3) Vyjmenuj následky zkratu.

**Literatura**

- [1] BALÁK, Ing. Rudolf. *Silnoproudá zařízení*. Praha: SNTL, 1984. ISBN 04-519-84



## 24 Zemní spojení

### Obsah hodiny



V této hodině se seznámíme s poruchovým stavem zemní spojení.

### Cíl hodiny



Po této hodině budete schopni:

- Vysvětlit poruchový stav – zemní spojení.

### Klíčová slova



Zemní spojení, zhášecí cívka.

**Zemní spojení** nastane při spojení fáze se zemí v soustavách s izolovaným nebo nepřímo uzemněným uzlem.

Zásadní rozdíl mezi zkratem a zemním spojením je v tom, že zkratový proud je většinou několikanásobně větší než proud provozní a má indukční charakter, kdežto v místě zemního spojení prochází pouze malý poruchový proud kapacitního charakteru.

Zemní spojení způsobuje napětovou nesouměrnost větší než 33% fázového napětí sítě. Podle doby trvání rozlišujeme zemní spojení:

- mžiková, trvající 0,5s a méně
- krátkodobá, do 5min
- přerušovaná, několikrát po sobě opakující se mžikové nebo krátkodobé
- trvalá, která trvají až do doby zásahu obsluhy, někdy až několik hodin

Podle velikosti přechodového odporu v místě zemního spojení se rozlišují:

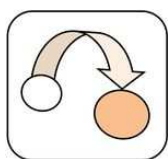
- odporová, hodnota přechodového odporu je řádově několik set  $\Omega$
- kovová a oblouková, hodnota přechodového odporu je jen několik  $\Omega$

Poruchový proud závisí na celkové rozloze sítě a téměř nezávisí na vzdálenosti místa poruchy od transformátoru.

Soustavu je však možné provozovat dál až do doby, kdy s ohledem na důležitost odběrů je možné vadnou část odpojit.

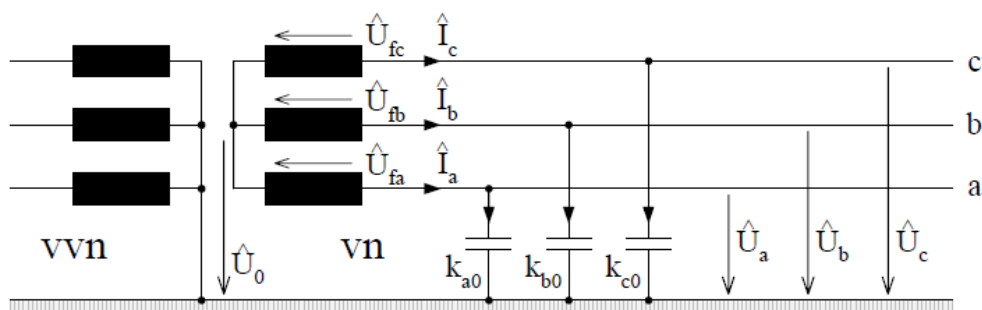
V místě zemního spojení dochází ke vzniku krokového napětí.

Ochranou před vznikem zemního spojení je zhášecí cívka, která je zapojena mezi uzlem transformátoru a zemí.

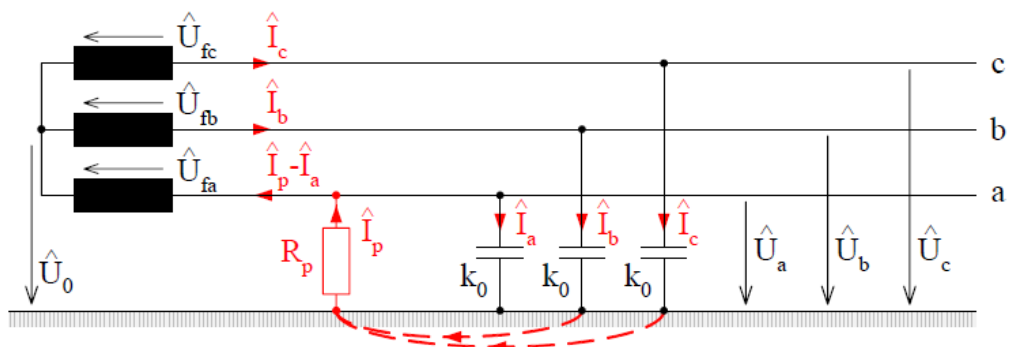


### Příklad

Poměry v síti s izolovaným uzlem.  
Před vznikem poruchy.

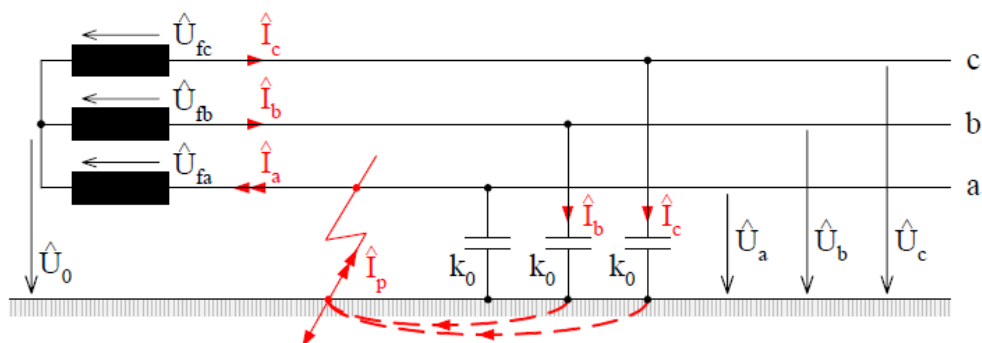


Odporové zemní spojení.

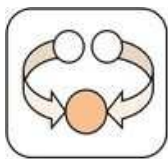


Dokonalé (kovové) trvalé zemní spojení.

Symetrická síť, poruchový proud je tvořen dvěma kapacitními proudy nepoškozených fází



### Shrnutí kapitoly



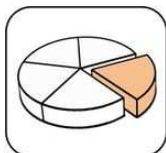
Zemní spojení vzniká v soustavách s izolovaným nebo nepřímo uzemněným uzlem. Způsobuje napěťovou nesouměrnost. Soustava může být i se zemním spojením provozována. Zemní spojení rozdělujeme podle délky jeho trvání. Zhášecí cívka je zařízení, které soustavu chrání.

### Kontrolní otázky a úkoly



- 1) Ve kterých soustavách může vzniknout zemní spojení?
- 2) Jaké zemní spojení rozlišujeme podle délky trvání?
- 3) Jakým zařízením se chrání soustava před zemním spojením?

### Literatuta



- [1] BALÁK, Ing.Rudolf. *Silnoprůdová zařízení*. Praha: SNTL, 1984. ISBN 04-519-84
- [2] Zemní spojení v 3fázových soustavách. [online]. [] [cit. 2012-02-12]. Dostupné z:  
[http://www.powerwiki.cz/attach/RozvodnaZarizeni/REE\\_pr06\\_zemnispojeni\\_new.pdf](http://www.powerwiki.cz/attach/RozvodnaZarizeni/REE_pr06_zemnispojeni_new.pdf)

## 25 Rozvodné soustavy v ČR

### Obsah hodiny



V této hodině se seznámíme s rozvodnou soustavou ČR.

### Cíl hodiny



Po této hodině budete schopni:

- Popsat rozvodnou soustavu v ČR.

### Klíčová slova



Přenosová soustava.

Elektrická přenosová soustava je systém zařízení, která zajišťují přenos elektrické energie od výrobců k odběratelům.

Velmi důležitým aspektem přenosové soustavy je velikost napětí. K přenosu elektrické energie na velké vzdálenosti se využívá velmi vysokého napětí z důvodu snížení přenosových ztrát, které vznikají průchodem elektrického proudu. Z Ohmova zákona lze odvodit, že zvyšováním napětí se snižuje protékající proud a tedy i tyto ztráty. V České republice je nejvyšší použitá napěťová hladina rovna 400 kV, v zahraničí se setkáme i s hladinou 1000 kV (Rusko, Čína).

Společnost ČEPS, a. s. je provozovatelem české energetické přenosové soustavy, která je páteří elektrizační soustavy Česka.

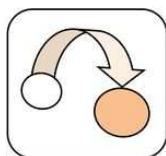
Základní úlohou společnosti ČEPS je zajistit bezpečný a spolehlivý přenos elektřiny pro uživatele přenosové soustavy Česka i v rámci mezinárodní spolupráce.

Přenosovou soustavu v České republice tvoří vedení vvn 400 kV, 220 kV, pro tyto napěťové hladiny 39 rozvodů s 68 transformátory a dále jsou zde zahrnuta vybraná vedení 110 kV. Mezinárodně je síť propojena šestnácti vedeními se sítěmi dalších členů ENTSO-E (Evropská síť provozovatelů přenosových soustav elektřiny).

ČEPS zajišťuje regulaci soustavy jednak vlastními prostředky, a také dálkovým ovládáním výkonu dobře regulovatelných zdrojů, jako jsou vodní a přečerpávací elektrárny (např. Dlouhé Stráně).

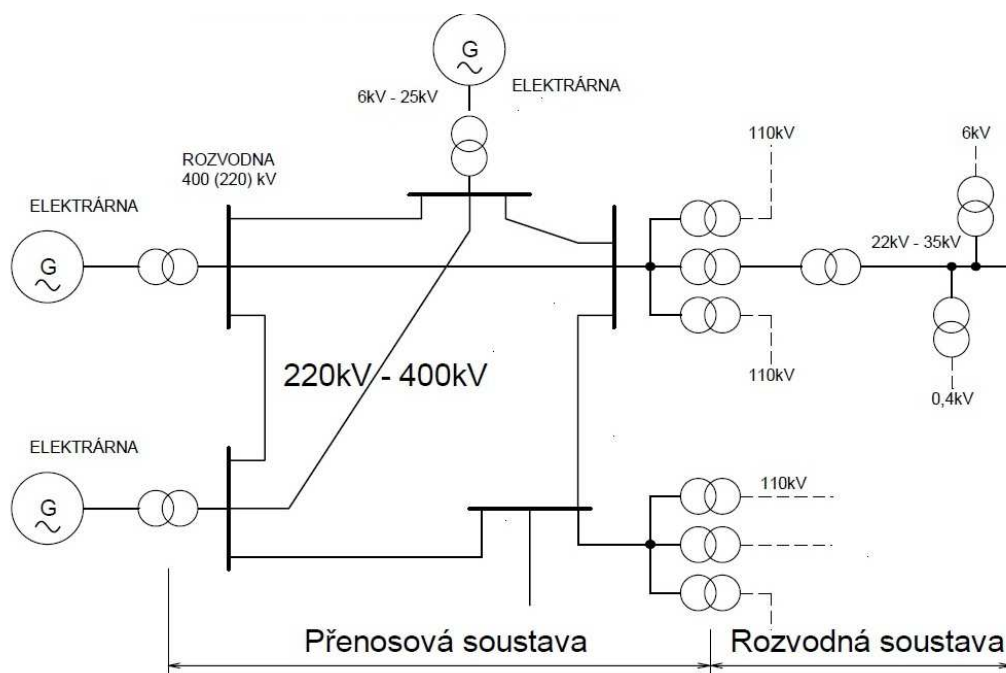
Délka tras vedení v provozu celkem:

Vedení 400 kV	2 979 km
Vedení 220 kV	1 371 km
Vedení 110 kV	45 km

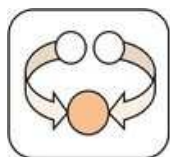


### Příklad

Schéma elektrizační soustavy.



### Shrnutí kapitoly



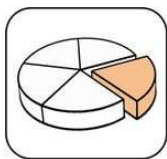
Elektrická přenosová soustava je systém zařízení, která zajišťují přenos elektrické energie od výrobců k odběratelům. Společnost ČEPS, a. s. je provozovatelem české energetické přenosové soustavy. Zajišťuje i mezinárodní spolupráci.

### Kontrolní otázky a úkoly



1) Kdo provozuje přenosovou soustavu v ČR?

## Literatura



- [1] ČEPS. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2012-02-12]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/%C4%>
- [2] PÍCHA, Ing.Vlastimil. *Přenosová soustava* [online]. [] [cit. 2012-02-12]. Dostupné z: <http://www.picha.wz.cz/skripta/Elektroenergetika%20I.pdf>
- [3] ČEPS a.s. [online]. [] [cit. 2012-02-12]. Dostupné z: <http://www.ceps.cz/CZE/Stranky/default.aspx>