



Agronomická
fakulta

25. 7. 2014, Brno

Připravil: Ing. Richard Klein

Rozvody elektrické energie

Mendelova
univerzita
v Brně



Důležité body z minula

- Jaký je rozdíl mezi pojistkou a jističem?
- Jaký je rozdíl mezi jističem a chráničem?
- Jaké máme třídy jističů?
- Jaký odpor se uvažuje při výpočtech jističů v rozvodné síti?
- Kolik je bezpečný proud?
- Jaké máme druhy prostorů z hlediska možnosti úrazu elektrickým proudem?

Co patří do rozvodné sítě

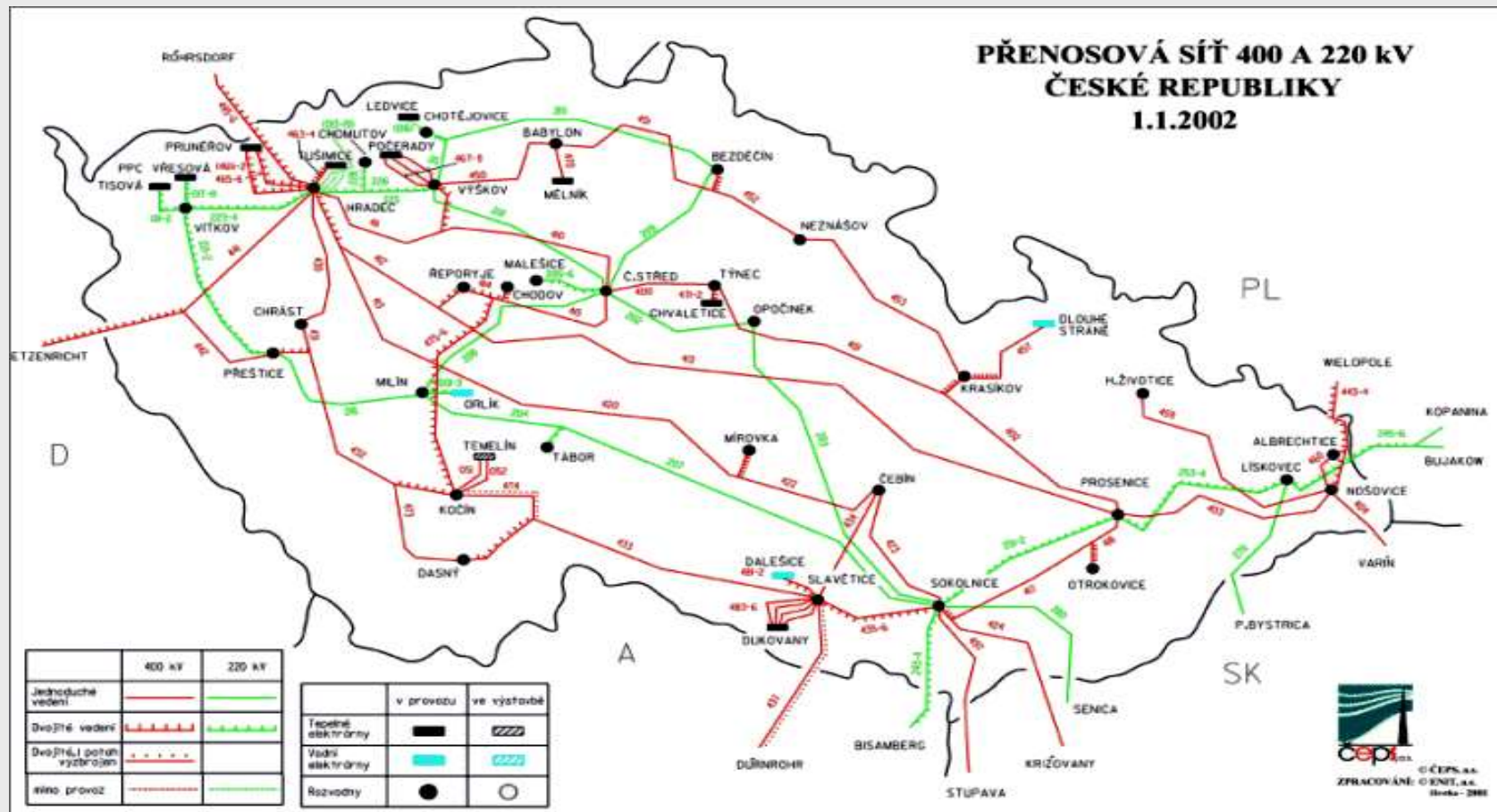
- Co je to přenosová soustava:
 - Druhy vedení (vvn, vn, nn)
 - Složeno z:
 - Stožáry
 - Vedení
 - Transformátory
 - Kompenzační stanice
 - Elektrárny

Výroba elektrické energie

- Elektrárny
 - Parní
 - Tepelné
 - Atomové
 - Vodní
 - Solární
 - Větrné
 - Kogenerační jednotky



Mapa rozvodné sítě



Druhy rozvodných sítí

- Páteřní 400 kV
- Hlavní 220 kV
- Meziměstské 110 kV
- Městské a průmysl 25 kV
- Lokální, domovní a průmysl 3x400 V
- Domovní a průmyslové 230 V

Popis stožáru

- Stožár elektrického vedení
 - Základ (betonová patka + šroubení)
 - Dřík (železobeton, ocelová konstrukce)
 - Konzole (ocelové)
 - Izolátory (plasty, keramika)
 - Kotevní lana (v nerovném terénu, exponovaná místa)
- Různé typy stožáru podle konstrukce

Problémy se stožáry

- Ekonomická výstavba
- Pevnost sloupu na krut
- Počet vedených fází
- Zabrané místo
 - Ochranné pásmo
- Zatížení sloupu
- Zakotvení v terénu
- Údržba

Délka rozvodné sítě

- Přenesený výkon včetně tranzitu za rok 2012 byl 63 572 GWh
- Délka vvn v ČR:
 - 400 kV → 3508 km
 - 220 kV → 1909 km
 - 110 kV → 84 km
- Maximální spotřeba 11 326 MW dne 7.2.2012
- Nejnižší spotřeba 4 447 MW dne 12.8.2012

Druhy sloupů elektrického vedení

- Okružní (možné připojení z obou stran)
 - Hlavní vedení
 - Propojovací vedení
- Paprskovitá vedení
 - Odbočky
 - Přípojky

Dominový efekt kolapsu sloupů

- Důvody
 - Přetížení (námraza), vítr, pád stromů
- Obrana
 - Vyztužené kotevní sloupy
 - Pružné ukotvení izolátorů
 - Vyšší počet stožárů
 - Průseky, větrolamy

Vysvětlení zkratek

- T – uzemněná
- N - Společné zemní
- I – uzemnění přes velkou impedanci, nebo izovolané
- C – common/combine -> PEN
- S – single/separe -> PE, N

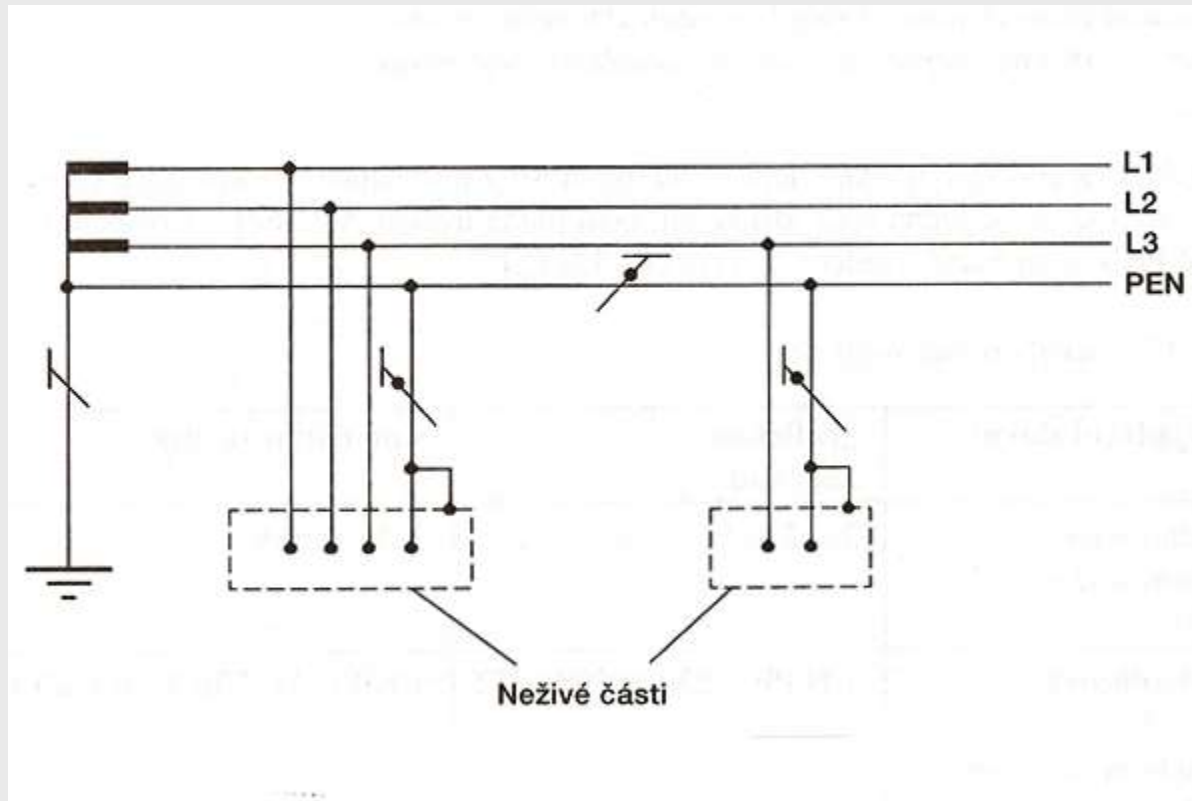
Jednotlivé sítě

- TN-S – novostavby a rekonstruované domy
- TN-C – jen staré rozvody
- TT – Rozvod nn sítí
- IT – nemocnice, průmyslové podniky

Síť TN

- Charakterizovaná spojením neživých částí s uzemněným bodem sítě prostřednictvím ochranného vodiče PEN.

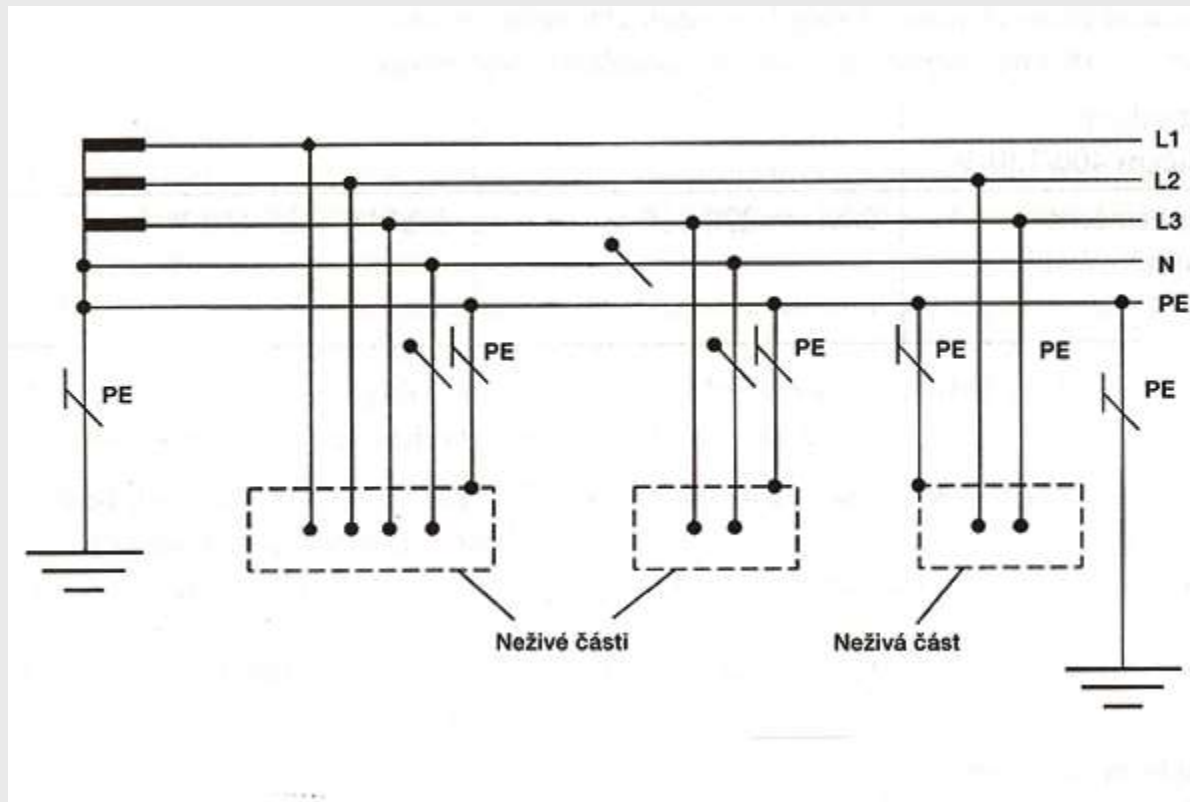
Síť TN-C



Síť TN - S

- Charakteristická rozdělením ochranného a středního vodiče na dva samostatné vodiče.

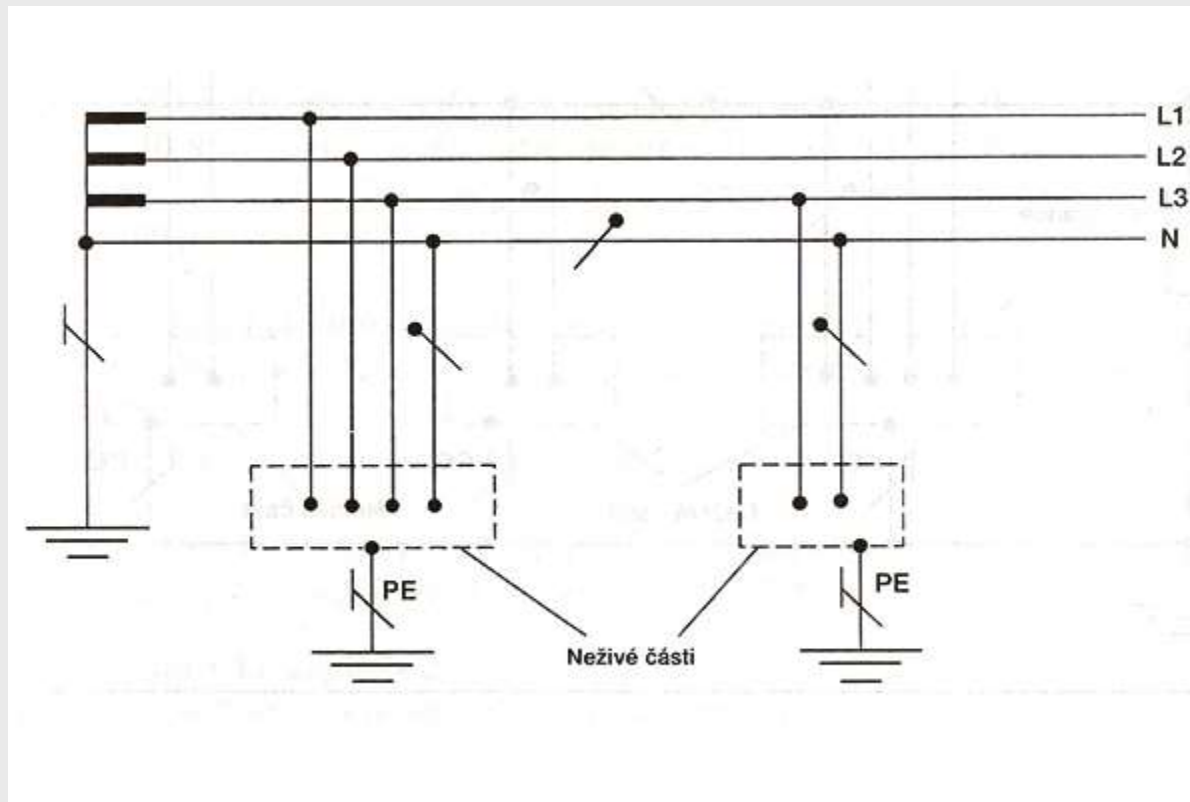
Síť TN-S



Síť TT

- Má jeden bod přímo uzemněný.
- Neživé části připojených elektrických zařízení jsou přímo spojeny se zemí nezávisle na pracovním uzemnění sítě.
- Připojení může být realizováno individuálním nebo skupinovým ochranným uzemněním.

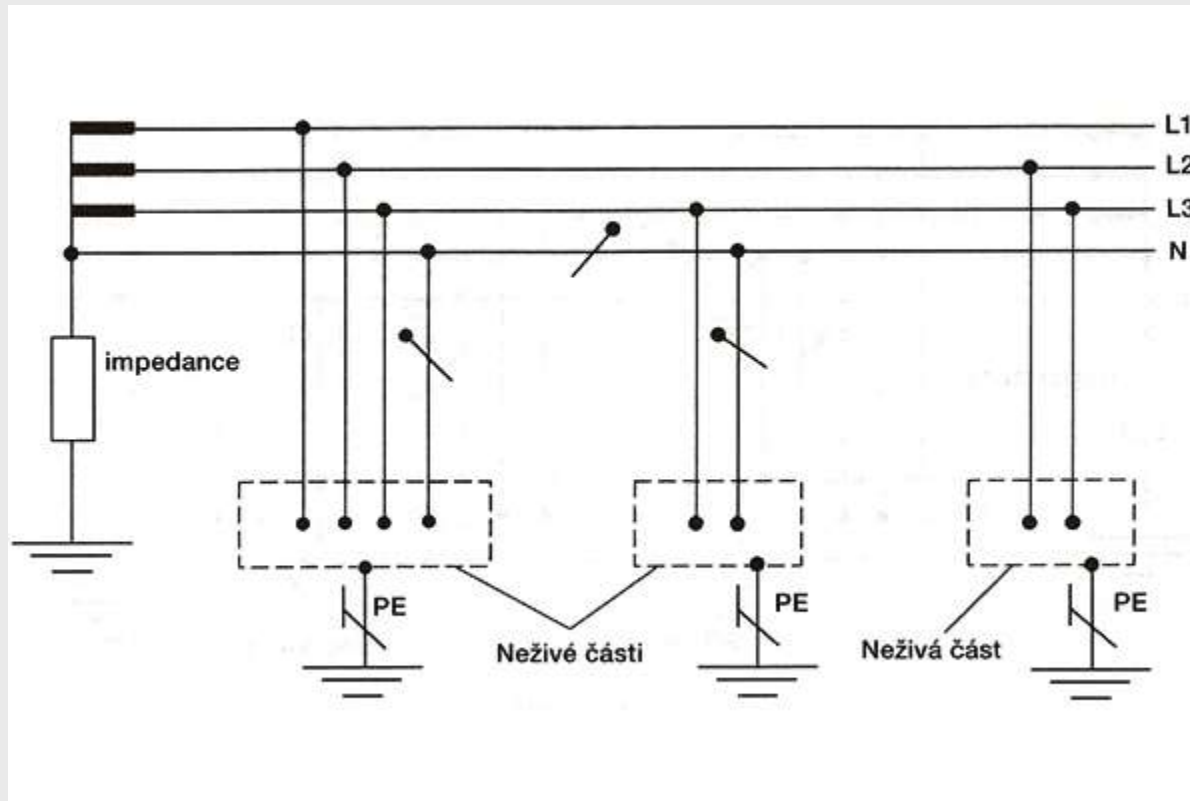
Síť TT



Síť IT

- Má všechny živé části izolované od země nebo jeden pól je spojený se zemí přes velkou impedanci.
- Neživé části elektrických zařízení jsou spojeny pomocí ochranného uzemnění přímo se zemí buď jednotlivě, nebo po skupinách.

Síť IT



Definice pojmů

- Přepětí
 - Každé napětí mezi fází a zemí nebo mezi fázemi, jehož vrcholová hodnota přesahuje příslušnou vrcholovou hodnotu nejvyššího napětí pro zařízení

Definice pojmů

- **Omezovač přepětí**
 - Složen z nelineárních odporů, které jsou vyrobeny z oxidů kovů
- **Jmenovitý výbojový proud omezovače přepětí I_n**
 - Vrcholová hodnota atmosférického proudového impulsu používaná pro klasifikaci omezovačů

Definice pojmů

- **Jmenovité napětí omezovače U_r**
 - Maximální možná efektivní hodnota střídavého napětí průmyslového kmitočtu mezi svorkami omezovače přepětí.
- **Nejvyšší napětí pro zařízení U_m**
 - Nejvyšší efektivní hodnota napětí mezi fázemi, na kterou je zařízení navrženo

Definice pojmů

- Energetická kapacita omezovače
 - Energie, kterou může omezovač absorbovat, aniž by došlo k jeho degradaci a narušení tepelné stability při provozním napětí. Udává se měrná energetická kapacita v kJ na 1 kV trvalého provozního napětí U_c .

Definice pojmů

- **Vnější systém ochrany před bleskem**
 - Sestává z jímačů, svodů a uzemnění
- **Třída vybití vedení**
 - Číslo vyjadřující schopnost absorpce energie omezovače přepětí při vybití dlouhých vedení.

Definice pojmů

- **Koordinace izolace**
 - Volba elektrické pevnosti zařízení ve vztahu k napětím, která se mohou vyskytnout v síti, pro kterou je zařízení určeno

Úkol ochrany proti přepětí

- Zmírnit dopad atmosférického přepětí
- Snížit zátěž na vedení
- Předcházet výpadkům elektrického proudu
- Ochrana životního prostředí
- Omezit náklady na obnovu vedení
- Ochrana zařízení v síti

Svodiče vn/vvn

- Hrotová jiskřiště
 - Závisí na vzdušné vzdálenosti mezi elektrodami
 - Při blízkém úderu nebezpečí proražení izolace
 - Proud neovlivní → proudová ochrana zareaguje

Svodiče vn/vvn

- Bleskojistky
 - Kombinace jiskřišť a SiC odporů
 - Omezená absorpce tepelné energie
 - Náchylné na otřesy
 - Při zničení bleskojistky na jedné fázi nutno nahradit všechny

Svodiče vn/vvn

- Bezjiskřišťové omezovače přepětí
 - Nelineární odpory ZnO ve sloupci
 - Čím kvalitnější ZnO, tím je nelinearita vyšší
 - Na konci a začátku charakteristiky jen impulzní zátěž
 - Reakce téměř okamžitě

Svodiče vn/vvn

- Omezovače přepětí s jiskřišti
 - Kombinace jiskřišť a bezjiskřišťové ochrany
 - Vyšší cena

Rozložení zátěže mezi fáze

- Důvod existence 3f soustavy
 - Menší průměr vodičů
 - Sdružené napětí
- Rozložení rizika výpadku el. proudu
- Příklady rozložení

Snížení ztrát přenosu

- Transformátory
- Příklad na 1Ω a 1 km vedení se 400 V a 400 kV
- Nejkratší rozvody
 - NP úplný problém (obchodní cestující)
- Vodiče s menším odporem
 - Supravodiče

Podmínky souměrné 3f soustavy

- Souměrná zátěž
 - zapojení Y na pracovní vodiči 0 proud
- Impedance na všech fázích stejná
- V případě nutnosti možnost kompenzace účinní

Nesouměrná 3f

- Nejsou splněny podmínky souměrnosti
- Důvody
 - Nesouměrný odběr z fází a následný odběr na 3f spotřebič
 - Opotřebení 3f strojů