

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ

Katedra elektromechaniky a výkonové elektroniky

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Distribuční síť nízkého napětí

The distribution network of low tension

Plzeň 2011

Jaroslav Haštava

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
Fakulta elektrotechnická
Akademický rok: 2010/2011

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jaroslav HAŠTAVA**
Osobní číslo: **E10B0094K**
Studijní program: **B2644 Aplikovaná elektrotechnika**
Studijní obor: **Aplikovaná elektrotechnika**
Název tématu: **Distribuční sítě nízkého napětí**
Zadávací katedra: **Katedra elektromechaniky a výkonové elektroniky**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Analyzujte provoz sítí nízkého napětí.
2. Popište výhody, nevýhody a dopady na jištění, vliv na úbytky napětí, slabé vazby.
3. Vyberte a zpracujte modelové příklady sítí nízkého napětí.

Rozsah grafických prací: **dle doporučení vedoucího**
Rozsah pracovní zprávy: **20 - 30 stran**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**


Seznam odborné literatury:

- 1. Čermák J., Fejt Z.: Elektroenergetika**
- 2. ČSN EN**

Vedoucí bakalářské práce: **Doc. Ing. Konstantin Schejbal, CSc.**
Katedra elektroenergetiky a ekologie


Datum zadání bakalářské práce: **10. října 2008**

Termín odevzdání bakalářské práce: **3. června 2011**


Doc. Ing. Jiří Hammerbauer, Ph.D.

děkan




Prof. Ing. Václav Kůs, CSc.

vedoucí katedry

V Plzni dne 18. října 2010

Anotace

Tato bakalářská práce pojednává o možnostech a provedení distribučních sítí nízkého napětí. Uvádí základní rozdělení sítí, jejich využití a podmínky pro přenos elektrické energie.

Klíčová slova

Distribuční sítě, venkovní vedení, kabelové vedení, vodiče, elektrická energie.

49 stránek

12 obrázků

7 tabulka

0 příloha

Annotation

This bachelor thesis deals with the possibilities and the implementation of low-voltage distribution networks . The basic distribution networks, their use and the conditions for transmission of electricity.

Keywords

The distribution network, Overhead line, Cable line, conductor, Electrical energy.

49 Pages

12 Picture

7 table

0 Appendix

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat panu Doc. ing. Konstantinu Schejbalovi, CSc., vedoucímu bakalářské práce, za konzultace a poskytnutí cenných připomínek ke zpracovanému textu.

Prohlášení

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě svojí bakalářskou práci, kterou jsem zpracoval na závěr první etapy studia na Fakultě elektrotechnické Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, které jsou uvedeny v seznamu, který je také součástí této práce.

V Plzni dne 25. 2. 2011

Jaroslav Haštava

Obsah:

- 1. Úvod**
- 2. Typy distribučních sítí a požadavky při jejich návrhu**
 - 2.1. Síť paprsková
 - 2.2. Síť okružní
 - 2.3. Síť dvoupaprsková
 - 2.4. Hřebenová síť
 - 2.5. Zjednodušená mřížová síť
 - 2.6. Klasická mřížová síť
- 3. Srovnání typů sítí**
- 4. Napět'ové poměry v síti NN**
- 5. Druhy venkovních sítí NN**
- 6. Požadavky na elektrický rozvod**
- 7. Rozdělení sítí podle funkce a napět'ových hladin**
- 8. Návrh silnoproudých vodičů**
- 9. Výpočet průřezu a úbytku napětí**
- 10. Problematika dlouhých vývodů nízkého napětí**
- 11. Závěr**

Použité podklady:

- METODIKA ME 41/02 – Technická politika
– Rozvoj distribučních sítí a technologických prvků ve skupině ČEZ
- SKRIPTA - Projektování energetických celků.

Čermák J., Fejt Z. : Elektroenergetika

ČSN EN

1. ÚVOD

Elektrická energie patří mezi nejušlechtlejší formy energie. Se stupněm rozvoje elektro-energetiky velmi úzce souvisí technický rozvoj všech průmyslových odvětví národního hospodářství, stavebnictví a dopravy, jakož i životní úroveň obyvatelstva.

Charakteristické vlastnosti elektrické energie:

- umožňuje mohutný růst společenské produktivity práce
- podmiňuje technický rozvoj
- vysoká koncentrovanost umožňuje levnou výrobu ve vzdálených méně hodnotných zdrojích a přenos do místa spotřeby
- možnost snadné přeměny na mnoho jiných forem energie
- přesné řízení a měření dodaného množství

Má však i nevýhodné vlastnosti:

- neskladnost, spotřeba musí být v každém okamžiku kryta výrobou
- nebezpečnost, spočívající v nepostřehnutelnosti lidskými smysli
- exhalace při výrobě

Elektrické sítě jsou důležitou součástí přenosu elektrické energie od zdroje do místa spotřeby. Jako poslední část distribuce elektrické energie ke spotřebiteli slouží síť nízkého napětí.

2. Typy distribučních sítí nízkého napětí

Distribuční síť nízkého napětí je poslední část distribuce elektrické energie ke spotřebiteli. Tvoří však část nejrozsáhlejší. Tato síť může být provedena buď venkovním nebo kabelovým vedením. Kabelové vedení se používá převážně pro rozvod elektrické energie ve městech, zatímco venkovní vedení je používáno v oblastech s menší hustotou osídlení. Dnes se nejvíce rozvíjí síť kabelová.

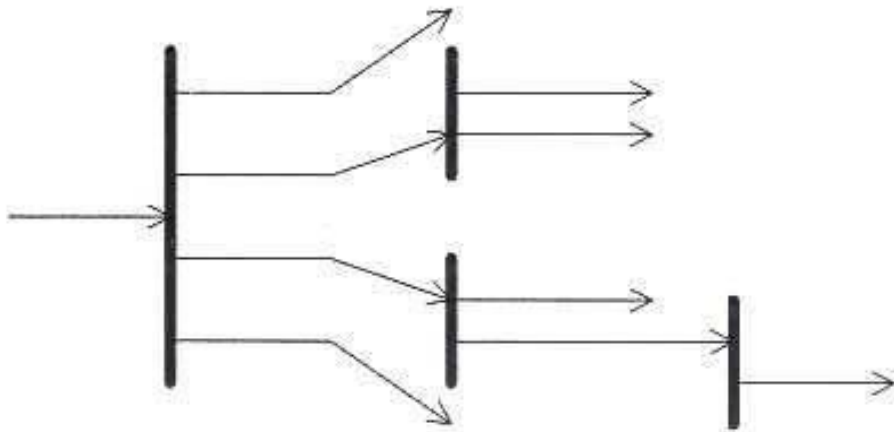
Při návrhu sítě je třeba splnit tyto požadavky:

- 1) Spolehlivé zásobování a bezporuchový chod
- 2) Vysoká spolehlivost zásobování a nízký úbytek napětí
- 3) Minimální investiční a provozní náklady
- 4) Síť musí umožňovat další její rozvoj beze změn stávajících částí

Jednotlivé vlastnosti a parametry je možné určit vhodným typem distribuční sítě:

Sít' paprsková

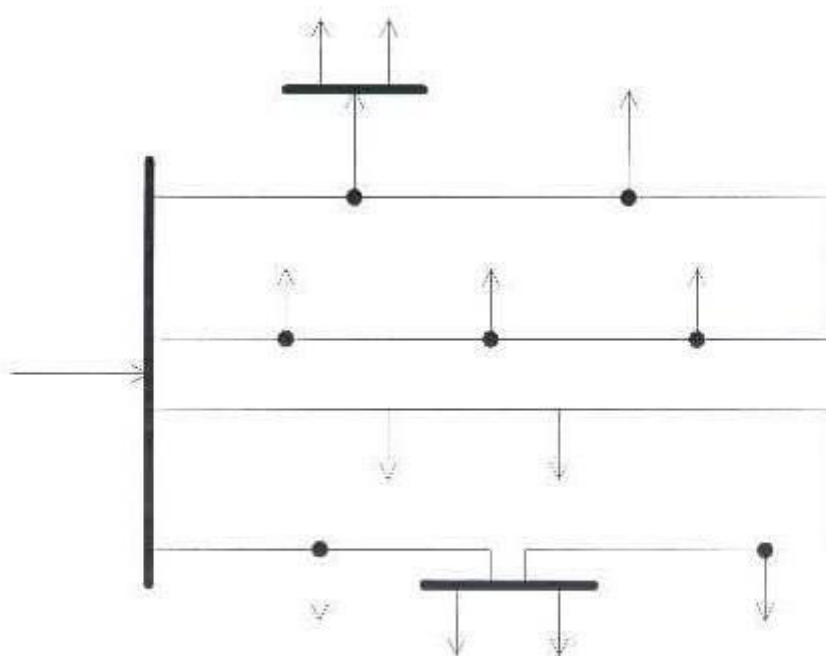
Jedná se o nejjednodušší rozvod. Používá se u venkovního nebo kabelového vedení vycházející z jednoho napájecího místa (transformovna nebo spínací stanice). Každý vývod (paprsek) je samostatný a nelze je vzájemně spojit. Jedná se o nejlevnější způsob rozvodu, zároveň je však jistota zásobování nejmenší. V případě poruchy dochází k výpadku celého paprsku. Přerušení dodávky zde může být několik hodin až několik dní. Nejčastější využití této sítě bývá malých městech, obcích a průmyslu.



Obr. 1 – sít' paprsková

Sít' okružní

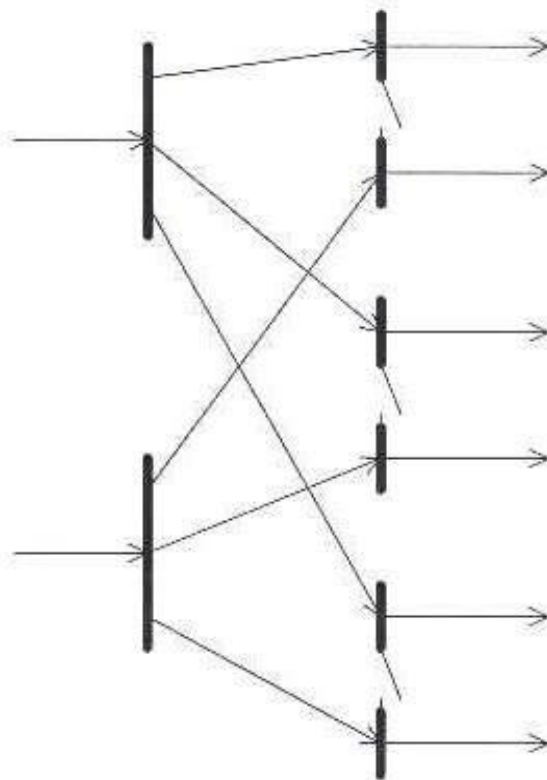
Někdy se používá název smyčková. Tuto síť můžeme provozovat buď rozepnutou nebo sepnutou. Jednotlivé paprsky (polosmyčky) jsou vždy vedeny tak, aby se daly sepnout. V běžném provozu se používají rozepnuté, tedy jako síť paprsková. V případě poruchy je však možno paprsky sepnout a tím je dodávka elektrické energie zajištěna z druhé strany. Dále je možno v případě přetížení jednotlivého vývodu přepnout část odběru na vývod málo zatížený a tímto způsobem lze částečně dbát na rovnoměrné rozložení zatížení. Provoz takovýchto sítí je přehledný a nenáročný, ale zároveň dražší než síť paprskové z důvodu potřeby vzájemného spojení.



Obr. 2 – síť okružní

Sít' dvouprusková

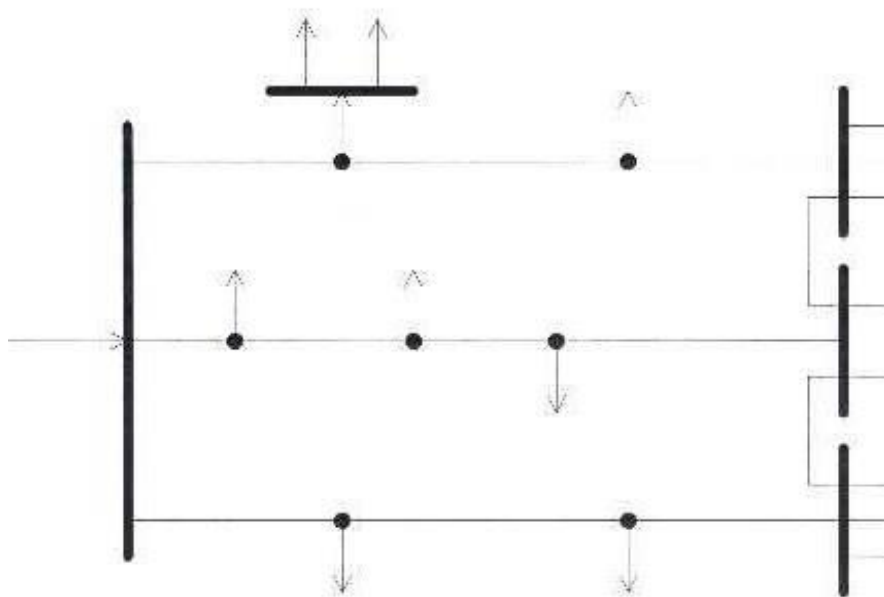
Tato síť je podobná síti paprskové napájené ze dvou míst. Každý rozvaděč je napájen ze dvou míst a je podélně rozdělen, aby nedošlo k paralelnímu chodu napájecích transformátorů.



Obr. 3 – síť dvouprusková

Hřebenová síť

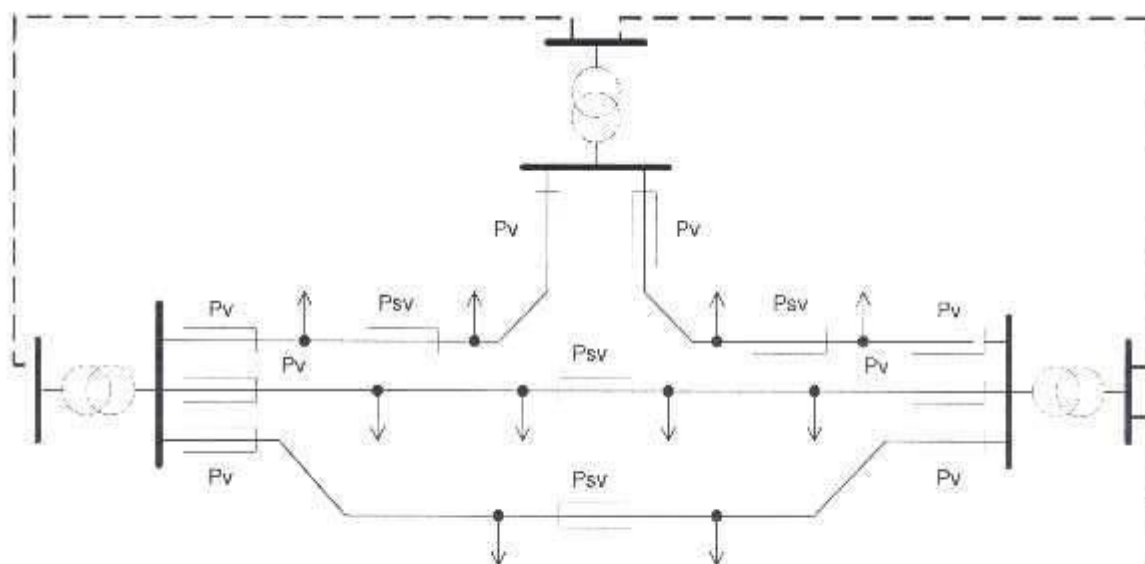
Hřebenová síť je podobná síti okružní, jednotlivé smyčky jsou však navzájem propojeny. Zvyšuje se tím spolehlivost dodávky a zkracuje doba poruchy za cenu trochu větších nákladů.



Obr. 4 – síť hřebenová

Zjednodušená mřížová síť

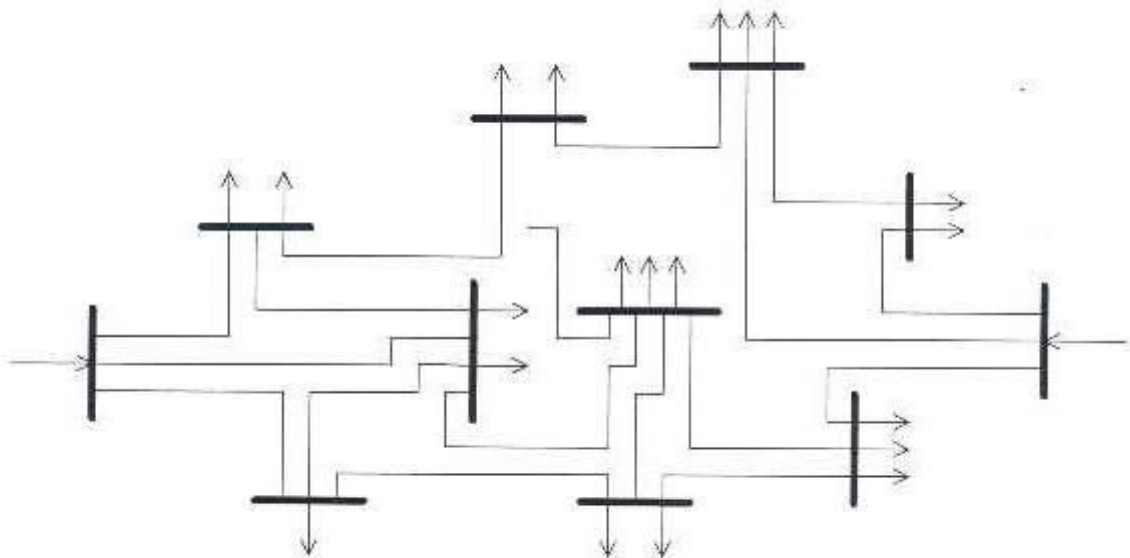
Tento typ sítě lze použít pokud je síť napájena alespoň dvěma transformátory. Mezi těmito transformátory je spojení vedeno obvykle většími průřezy jistěnými výkonovými (hlavními) pojistkami P_v . V dalších vhodných místech jsou umístěny slabší pojistky (pojistky slabé vazby) P_{sv} . Podle zkušeností je vhodné, aby poměr hlavních pojistek k pojistkám slabé vazby byl 2:1. Vyskytne-li se porucha na vedení, reagují nejdříve pojistky P_{sv} a hned poté P_v na straně zkratu. Tím dojde k odpojení pouze porušené části vedení a ostatní síť zůstává v provozu.



Obr. 5 – zjednodušená mřížová síť

Klasická mřížová síť

Používá se ve větších městech, kde je kabelová síť napájena z několika transformoven, nejméně ze dvou, lépe však ze tří až pěti. Kabelové vedení se spojí na křižovatkách ulic do uzlů v rozvodných skříních s pojistkami s pomalou charakteristikou, které jsou ve všech skříních stejné. Pokud dojde k poruše mezi dvěma uzly, dochází k rozdělení proudů a pojistka na kabelu s poruchou zareaguje za nejkratší čas. Tím dojde k vyřazení pouze porušené části vedení. Nastane-li porucha na straně napájení VN, jde zkratový proud do místa zkratu nejen ze strany VN, ale i ze strany NN, což je nepřipustné. Proto jsou na každé straně NN transformátorového spínače směrová relé, která dají popud k vypnutí vadného napáječe v případě toku výkonu z NN do VN. Ten je také zároveň vypnut ze strany VN, ale síť zůstává stále napájena.



Obr. 6 -- mřížová síť

3. Srovnání typů sítí

Výhody mřížových sítí:

- Lepší využití transformátorů i vedení. Transformátory si vzájemně pomáhají, zatížení se rozděluje rovnoměrněji, čímž se oproti okružní nebo paprskové síti ušetří na počtu transformoven.
- Zmenšení úbytků napětí a kolísání napětí.
- Zmenšení ztrát v síti.
- Při zvýšení spotřeby elektrické energie není třeba síť rekonstruovat, neboť stačí do vhodných uzlů přidat další transformovny.

Nevýhody mřížových sítí:

- Větší zkratové proudy
- Větší náklady na výstavbu
- Nutnost pravidelné kontroly kabelových skříní s pojistkami

Podrobnější porovnání klasické mřížové, zjednodušené mřížové a paprskové sítě:

Vlastnosti	Klasická mřížová síť	Zjednodušená mřížová síť	Paprsková síť
Pravděpodobnost výpadku	1	4-5	9000
Jistota zásobování	Největší	Větší	Malá
- kvalita napětí (kolísání) - úbytek napětí ΔU	- minimální změny napětí - nejmenší ΔU	- menší změny napětí než v paprskové síti - asi " ΔU než v paprskové síti	- větší změny napětí při změnách odběru - velký ΔU
Připojování koncentrovaných odběrů	Až do $\frac{1}{2} S_n$ transf.	Až do $\frac{1}{4} S_n$ transf.	Nelze
Využití transformátorů a vedení	Ušetří 30 % S_n transf. Nejlepší využití	Střední	Malé využití Nestejněměrné zatěžování
Ztráty el. energie	Až o 30% menší než paprsková síť	Střední	Velké
Zkratové proudy	Nejvyšší	Střední	Nejnižší
Přehlednost sítě	Malá	Střední	Velká
Zpětné napětí při rozpojení	Je	Je	Není
Poruchy v síti VN	Neovlivní napájení	Výpadek napájení	Výpadek napájení
Poruchy v síti NN	Neovlivní napájení	Výpadek napájení pouze části vývodu	Výpadek napájení
Cena zařízení	Závisí na zatížení	Vyšší	Nízká

Tab. 1 – porovnání sítí

4. Napět'ové poměry v síti NN

Při dimenzování vodičů je velmi důležitou součástí kontrola hodnot napětí ve všech bodech sítě. Je třeba zajistit, aby spotřebitel dostával elektrickou energii v potřebné kvalitě, to znamená v pásmu dovolených odchylek od jmenovitého napětí. Při přenosu elektrické energie vznikají zatěžováním vodičů úbytky napětí, které jsou závislé na parametrech vodičů a na velikosti zatěžovacího proudu.

Typy venkovních sítí NN z pohledu použitých vodičů:

- Venkovní sítě se slaněnými izolovanými vodiči nebo závěsnými kabelemi.
- Venkovní sítě NN s holými vodiči.

Pozn: nové sítě s holými vodiči se v současnosti nebudují. Použití holých vodičů je jen pro potřeby oprav.

5. Druhy venkovních sítí NN z hlediska konfigurace a počtu vedení

Základní členění:

- Hlavní (páteřní) vedení – vyvádí výkon z rozváděče trafostanice. Může se okružně vracet nebo propojovat s další trafostanicí.
- Odbočky - jsou části sítě menšího průřezu než hlavní vedení a slouží k zásobování el. energií pro několik odběratelů.
- Přípojky – jsou koncové části vedení NN s nejmenším průřezem sloužící pro připojení jednoho odběratele, resp. jednoho přípojného místa.

Provedení venkovních vedení NN

Vodiče:

- **Slaněné izolované vodiče** - se používají jako čtyři slaněné vodiče stejného průřezu s hliníkovým jádrem a s izolací lineárního polyethylenu, které jsou stočené do svazku.
- **Závěsné kabely** - jsou provedeny s hliníkovým jádrem, s izolací žil a obalu z měkčeného PVC, s nosným ocelovým lanem ve společném plášti PVC.
- **Holé vodiče** - hliníkové, s nosným ocelovým lanem.
Pozn: pouze pro dílčí opravy.

Opěrné body:

- **Betonové sloupy** - z předpjatého odstředovaného betonu, v rozsahu délek 9 až 13,5m, vrcholové síly 3 až 20 kN.
- **Dřevěné sloupy** - používají se v místech nepřístupných pro mechanizaci, v lesních průsecích, v chráněných krajinných oblastech. Rozsah délek je 7 až 12m. Dále se dělí na dřevěné sloupy na patky a dřevěné sloupy pro osazení přímo do země.
- **Ocelové plechové sloupy** - používají se v místech nepřístupných pro mechanizaci, v příměstských oblastech.
- **Střešníky** - ocelové trubky upevněné na konstrukci domu.
- **Konzoly** - ocelové profily vetknuté do konstrukcí domu.

Typy kabelových sítí NN z hlediska způsobu provozování

Základní členění:

- Kabelové sítě NN se realizují kombinací smyčkování v kabelových skříních a odbočování v „T“ spojkách (tzv: téčkování).
- Hlavní kabelová vedení se navrhují a provozují převážně jako okružní vedení, rozpojené na jednotlivé paprsky. Ve velkých městech nelze vedení provozovat jednotlivými paprsky a z okružních vedení se stávají mřížové sítě.

Základní členění kabelové sítě:

- **Hlavní (páteřní) vedení** - vyvádí výkon z rozváděče trafostanice. Může se okružně vracet nebo propojovat kabelovou sítí NN s další trafostanicí.
- **Odbočky** - jsou části sítě menšího průřezu než hlavní vedení a slouží k zásobování el. energií pro několik odběratelů.
- **Přípojky** - jsou koncové části kabelového vedení NN s nejmenším průřezem sloužící pro připojení jednoho odběratele. Resp. jednoho přípojného místa.

Při návrhu sítí je třeba splnit tyto požadavky:

6. Požadavky na elektrický rozvod

Bezpečnost osob a věcí

Rozvodná zařízení (rozvaděče, spotřebiče, instalace), musí být provedena tak, aby bylo zabráněno náhodnému doteku živých částí, zabránit se musí poškozování předmětů, ohrožování zdraví, atd.

Provozní spolehlivost

Je důležité dostat elektřinu ze vstupu (elektrárny) na výstup (odběratel) v požadované kvalitě (napětí, frekvence, sfázovanost – 120°), z toho definujeme důležitost spotřeby.

I. stupeň

V případě výpadku elektřiny hrozí ohrožení života nebo velké ekonomické ztráty. Potřebujeme elektřinu neustále (nemocnice), proto použijeme náhradní zdroje (motogenerátor, akumulátor).

II. stupeň

Při výpadku proudu nedochází k ohrožení života ani k velkým ekonomickým ztrátám, nepotřebujeme náhradní zdroj elektrické energie.

III. stupeň

Sem patří všechny domácnosti, maloodběratelé, není třeba náhradní zdroj. „Vypnutá“ elektrická energie neohrožuje lidské životy.

Přehlednost provozu

Je důležitá v elektrických stanicích, rozvodnách. Je důležité vhodné uspořádání velínů a dozorem, zejména dobrá přehlednost signalizace na pultech.

Přizpůsobitelnost elektrického zařízení

Je důležité v průmyslových provozech, aby stroje v průběhu pracovní doby mohly měnit svoji polohu (např. jeřáby).

Rychlé odstranění poruchy

Poruchy (nežádoucí stav) narušují dodávky elektrického proudu, proto se používá ochrana, která má zajistit co nejrychlejší odpojení poškozené části (jistice).

Hospodárnost

Provozu

Představuje účelně využití průřezu vodičů, jmenovitých výkonů stroje (odběru elektrické energie při správném účinku).

Ohled na informační techniku

Je nutno zamezit působení nepříznivých vlivů a rušivých napětí při křížování a souběhu se sdělovacím vedením.

Ve spotřebě barevných kovů

Kvůli ceně mědi a hliníku, je dobré využívat průřez vodiče efektivně (tak, aby odpovídalo zařízní).

Estetika

Požadavky na uložení jsou různé v závislosti na typu objektu, kam se bude rozvod (kabely a vodiče) elektrické energie instalovat.

7. Rozdělení sítí podle funkce a napět'ových hladin

Napájecí a přenosové síť – propojení výroby a uzlů rozvodu
(= nadřazená soustava)

Rozvodné síť – přívod elektrické energie spotřebitelům (= distribuční soustava)
- sem jsou připojeny pouze malé zdroje (malé vodní elektrárny, průmyslové elektrárny, apod.), převážně místního charakteru

Hlavní části ES - elektrická vedení a elektrické stanice

Elektrická vedení + elektrické stanice stejného napětí □ elektrická síť

Sítě různých napět'ových úrovní – propojeny transformátory (popř. usměrňovači)

Úrovně napětí elektrických sítí ES v ČR udává norma ČSN IEC 38330120 (dříve ČSN 330120) jmenovitá (tj. sdružená) napětí.

Normalizovaná řada napětí pro síť nn:

stř.: 6, 12, 24, 42, 48, 60, 110, 400, 500 V

ss.: 12, 24, 48, 60, 110, 220, 440, 600 V - pro napájení malých spotřebičů (ovládání, signalizace, automatiky, nouzové osvětlení, malé SS motory, apod.)

Pro různé úrovně napětí – různá důležitost řešení problémů:

- **přenosová soustava** – stabilita přenosu el. energie, zkratové proudy, apod.
- **sítě NN** – dodržování povolených odchylek napětí

Konstrukční řešení sítí

a) venkovní vedení

b) kabely

Stručná charakteristika:

a) venkovní vedení

- v sítích NN jen výjimečně (na vesnici)
- skládají se z holých vodičů (dráty, lana), ze stožárů a izolátorů
- levnější než kabely
- vyšší L a menší C než kabely
- na stejné vzdálenosti a při stejném průřezu mají větší úbytek napětí $\square U$ a větší jalové ztráty $\square Q$
- jsou poruchovější, ale mnoho poruch má přechodný charakter
- vyhledávání poruch je jednoduché

b) kabely

- v sítích NN převažují
- jsou různého provedení
- Al nebo Cu, dráty nebo lana, kruhový nebo sektorový průřez
- jednožilové, vícežilové (3÷5 žil)
- s různou izolací žil
- s různým materiálem stínění, obalu apod.
- s různým uspořádáním stínění
- dražší
- menší L, větší C
- menší $\square U$ i $\square Q$
- méně poruch než venkovní vedení, ale obvykle trvalé

Úkol vodičů:

vytvořit přesně určenou dráhu pro elektrický proud.

Vodič izolován od okolí:

- izolačním podkladem (izolátory)
- izolačním obalem po celé délce

Vodič může mít několik žil, 1 žíla = vodivé jádro + izolace

Podle tvaru jádra (jádra obvykle z Cu, Al, Fe)

- dráty
- lana
- tvarové vodiče (pásy, tyče, trubky, ...)

Jmenovité průřezy jader dle normy:

0,35 – 0,5 – 0,75 – 1 – 1,5 – 2,5 – 4 – 6 – 10 – 16 – 25 – 35 – 50 – 70 – 95 – 120 – 150 – 185
210 – 240 – 300 – 400 – 500 – 625 – 800 – 1000 mm²

Podle konstrukce:

- holé vodiče
- izolované vodiče
- kabely

Značení izolovaných vodičů (značka = max. 4 písmena):

- 1. písmeno:** materiál jádra A-Al nebo C-Cu
- 2. písmeno:** materiál izolačního obalu (B, G, H – pryž; S – silikon; Q, V, Y – PVC; M – PVC odolný proti mrazu)
- 3. písmeno:** materiál ochranného obalu nebo význačné konstrukční uspořádání ovlivňující použitelnost vodičů (např. B, G, M – pryžový plášť; S – plášť ze silikonového kaučuku; Q, V, Y – plášť z PVC; L – složené jádro (= lana))
- 4. písmeno:** rozlišení podle vlastností nebo použití
Např. jednožilové izolované vodiče AY, CYL

Pozn. k provedení lan venkovních vedení:

- 1) materiál:** Al, AlFe, Fe, (Cu – výjimečně, u drátů do $S=2,5 \text{ mm}^2$, drahá, nemáme ji)
Al – na malé vzdálenosti (malá pevnost, láme se)
nejčastěji AlFe - dříve značeno např. AlFe 6, 6 je poměr průřezů Al:Fe (6:1), (např. v tab. AlFe 6, □□ $S=350 \text{ mm}^2$ – jde o průřez Al)
- nové značení □□rovňou vyjádřen průřez: např.: AlFe 350/70 mm²

- 2) průřez:** (např. lana AlFe 6) - definují se následující průřezy

- a) elektrický** = součet průřezů všech hliníkových drátů (= min. 95 % jmenovitého)
- b) jmenovitý** = zaokrouhlený elektrický
- c) skutečný** = změří se průměr lana i s mezerami, z něj se vypočte S

8. Návrh silnoprůdých vodičů

Vhodně zvolit při projektování:

- druh vodiče
- způsob uložení
- potřebný průřez vodiče

5 základních kritérií při volbě vodiče:

- 1) teplota vodičů při běžném provozu v dovozených mezích
- 2) hospodárný průřez vodičů
- 3) dostatečná mechanická pevnost
- 4) dovolený úbytek napětí
- 5) odolnost proti silovým a tepelným účinkům zkratových proudů
dále např. izolační hladina, koróna, rušení

Dovolená provozní teplota

= nejvyšší teplota jakékoliv části vodiče umožňující trvalý provoz

- dána hospodárnou životností, závisí na izolaci, provozních podmínkách

Vliv na teplotu vodiče

- proudové zatížení (Joulovy ztráty)
- teplota prostředí (konvekce, sálání)
- sluneční záření (venkovní vedení)
- vzájemné ovlivňování více vodičů

Trvalé proudové zatížení závisí na dovolené provozní teplotě, teplotě okolí a způsobu uložení.

Teplota jader nad dovolenou mez pouze omezenou dobu → životnost snížena málo (+ neohrozit okolí).

ČSN udávají nejvyšší dovolené teploty provozní (většinou 60 ÷ 90°C) a při zkratu (150 ÷ 300°C) podle typu izolace.

Jmenovitá proudová zatížitelnost I_{nv} – jak lze zatížit vodič při základním způsobu uložení bez překročení dovolené provozní teploty.

Základní způsob uložení

- a) uložení ve vodorovné poloze v klidném vzduchu o základní teplotě dle ČSN⁻¹
- b) vodorovné uložení v zemi s měrným tepelným odporem $0,7 \text{ K}\cdot\text{m}\cdot\text{W}^{-1}$ v hloubce asi 70 cm pod povrchem a s teplotou půdy 20°C

Inv stanoví výrobce (v katalogu, ČSN,...)

Určení průřezu vodiče $J \geq J_{\text{dov}} \geq$

J – dovozená proudová hustota pro daný materiál (Cu: 12 A/mm^2 , Al: 8 A/mm^2)

Zároveň $J \leq J_{\text{dov}} \leq$

Hospodárný průřez vedení

Nezatěžovat vodiče více než hospodárnou proudovou hustotou (dle materiálu, způsobu zatěžování) ~ ekonomická zásada.

Hospodárná J (A/mm^2) závislá na době plných ztrát τ_z (h/rok) – J klesá se zatěžováním

Doba plných ztrát τ_z – jak dlouhý by byl provoz s max. činnými ztrátami, aby celkové ztráty odpovídaly proměnlivému zatěžování za dobu T

$$\int_{\tau_z}^T \tau_z = T \cdot J_{\text{max}}^2 \cdot R \cdot dt \quad (i) \quad R = \frac{\rho \cdot l}{S}$$

Hospodárný průřez vedení

Nezatěžovat vodiče více než *hospodárnou proudovou hustotou* (dle materiálu, způsobu zatěžování) ~ ekonomická zásada.

Hospodárná J (A/mm^2) závislá na době plných ztrát T_z (h/rok) – J klesá se zatěžováním

Doba plných ztrát T_z – jak dlouhý by byl provoz s max. činnými ztrátami, aby celkové ztráty odpovídaly proměnlivému zatěžování za dobu T

$$\int_{T_z}^T T_z = T \cdot J_{\text{max}}^2 \cdot R \cdot dt \quad (i) \quad R = \frac{\rho \cdot l}{S}$$

Návrh silnoproudých vodičů

- volba vhodného druhu vodiče s ohledem na prostředí
- způsob uložení vodiče (lišty nebo kanálky) záleží na podmínkách provozu
- stanovení vhodného průřezu vodiče

Pro správnou a bezpečnou funkci elektrického zařízení musíme dodržet zásady:

- teplota vodiče musí být v dovolených mezích
- hospodárnost průřezů
- mechanické vlastnosti průřezů
- úbytek napětí na vodičích musí být v mezích
- vodiče musí odolávat silovým a zkratovým účinkům elektrického proudu

Dovolená provozní teplota

- je to maximální teplota vodiče nebo jeho části, při které ještě může plnit svojí funkci a záleží na vlastnostech materiálu.

Provozní teplota je ovlivněna:

- teplotou prostředí
- sluneční záření
- jmenovitá proudová zatížitelnost (hodnota, při které není překročena dovolená provozní teplota při základním způsobu uložení).

Základní způsoby uložení vodičů

- a) v zemi v hloubce 70 cm
- b) uložení ve vodorovné poloze v klidném vzduchu

Hospodárny průřez vedení

Volíme s ohledem na ekonomickou stránku, velikost a způsob zatěžování, druh materiálu vodiče (měď, hliník).

Způsob zatěžování

Je charakterizovanou dobou plných ztrát.

Doba plných ztrát

Doba, po kterou bychom museli zatěžovat vodič maximálním výkonem, abychom vyrobili výkon (tepelný) jako při proměnlivém proudu.

Mechanická pevnost vodiče

Vodiče musí být namáhány jen takovými silami, aby nedocházelo k jejich poškození a musí snášet náhamu při montáži a provozu. Je třeba zajistit, aby se nedeformovali vlastní vahou vodiče. U venkovních vodičů musíme brát ohled na povětrnostní vlivy (námraza, vítr, sluneční záření).

Námraza: částčky vody v krystalické podob.

Prostory s nebezpečím námrazy rozlišujeme dle rychlosti (nebezpečí) na:

L – lehká námrazová oblast

S – střední námrazová oblast

T – těžká námrazová oblast

K – kritická námrazová oblast

Úbytek napětí na vodičích

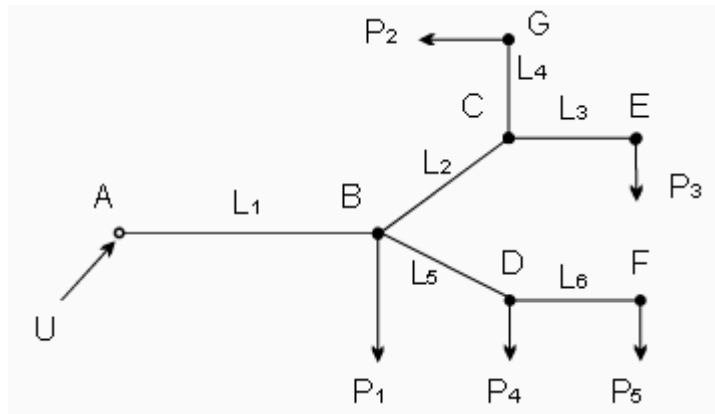
Při dimenzování vodičů je důležité brát v úvahu odpor vodiče (ten způsobuje úbytek napětí).

V rozvodu je potřeba zajistit napětí v určité velikosti (v ČR je hodnota fázového napětí (mezi fází a středním vodičem) 230V a sdružené napětí (mezi fázemi) má hodnotu 400V), frekvence (v ČR je frekvence stanovena na 50 Hz).

Norma dovoluje odchylku u fázového napětí cca 10%.

9. Výpočet průřezu a úbytku napětí stroměčkového vedení metodou hlavního vedení

(Určete v daném příkladě síť nízkého napětí hlavní vedení, popište postup řešení výpočtu průřezu a úbytku napětí jednotlivých odboček).



V žádném koncovém bodě rozvětveného (stroměčkového) vedení nn nesmí být úbytek napětí větší než jeho nejvýše přípustná hodnota.

Postup:

1. určíme hlavní vedení (největší výkonový moment)

$$\sum PL_{AG} = L_1 \times (P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5) + L_2 \times (P_2 + P_3) + L_4 \times P_2$$

$$\sum PL_{AE} = L_1 \times (P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5) + L_2 \times (P_2 + P_3) + L_3 \times P_3 \quad (\text{zvoleno jako hlavní viz př.})$$

$$\sum PL_{AF} = L_1 \times (P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5) + L_5 \times (P_4 + P_5) + L_6 \times P_5$$

2. Úsek s největším výkonovým momentem označíme jako hlavní vedení.

3. Vypočítáme průřez hlavního vedení.

$$\Delta u\% = \frac{\rho \times \sum PL_{AE} \times 10^5}{S \times U^2} \quad \Rightarrow \quad S = \frac{\rho \times \sum PL_{AE} \times 10^5}{\Delta u\% \times U^2}$$

4. Určíme úbytky napětí k bodům větvení.

$$\Delta u\%_{AB} = \frac{\rho \times \sum PL_{AB} \times 10^5}{S \times U^2} \quad \Delta u\%_{BF} = \Delta u\% - \Delta u\%_{AB}$$
$$\Delta u\%_{AC} = \frac{\rho \times \sum PL_{AC} \times 10^5}{S \times U^2} \quad \Delta u\%_{CG} = \Delta u\% - \Delta u\%_{AC}$$

5. Vypočítáme průřezy ostatních větví (S_{BF} ; S_{CG}), s tím že za $\Delta u\%$ dosadíme procentní úbytky napětí od bodů větvení k jejich koncům.

Odolnost vodičů účinkům zkratových proudů

Zkratový proud je proud, který je několikanásobně větší než proud jmenovitý. Při konstrukci elektrického zařízení musíme navrhnout vodiče a izolaci tak, aby odolaly účinkům zkratových proudů při poruše.

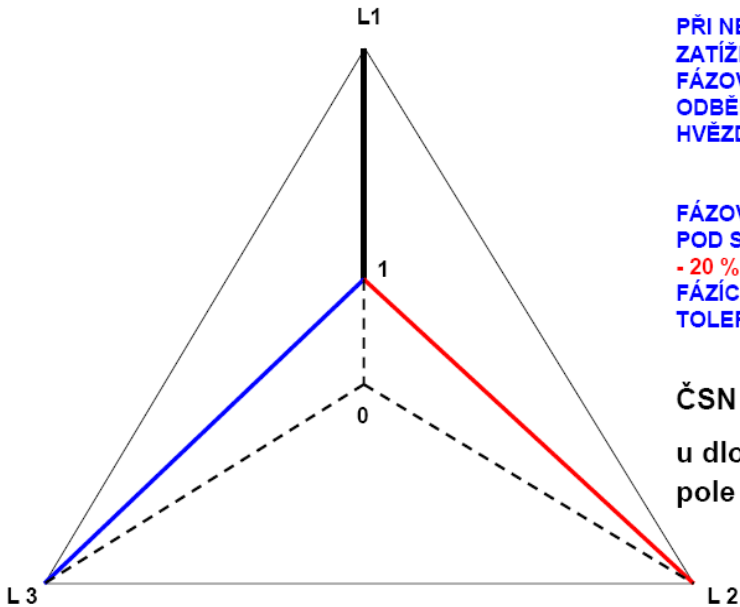
10. Problematika dlouhých vývodů nízkého napětí

Při provozování dlouhých vývodů NN se setkáváme s dvěma problémy. Jednak dochází při zatížení těchto vývodů k nežádoucímu poklesu napětí na koncích vývodů a dále se zde výrazně projevují nesymetrické odběry na konci vývodů deformací fázových napětí. V obou případech dochází k překročení mezí tolerančního pole napětí +/-10 % U_n dle ČSN EN 50160. V pravidlech provozování distribučních soustav je pro dlouhé vývody NN rozšířeno toleranční pole na +11 % / -20 % U_n , to však nic nemění na skutečnosti, že odběratel má při nesymetrických odběrech tak deformovaná fázová napětí, že může dojít k poruše citlivých spotřebičů, popřípadě k výraznému snížení výkonu tepelných spotřebičů. Odběratel rovněž nemá žádnou finanční výhodu při odběru nekvalitní elektřiny.

Technické řešení je standardní, přenést výkon na hladině vyššího napětí a transformaci umístit blíže k odběrným zařízením, popřípadě zvětšit průřezy vodičů inkriminovaných vedení. Problém může nastat zejména při umísťování nových tras vedení VN a trafostanic.

Regulace napětí

NESYMETRICKÝ ODBĚR VE FÁZI L 1



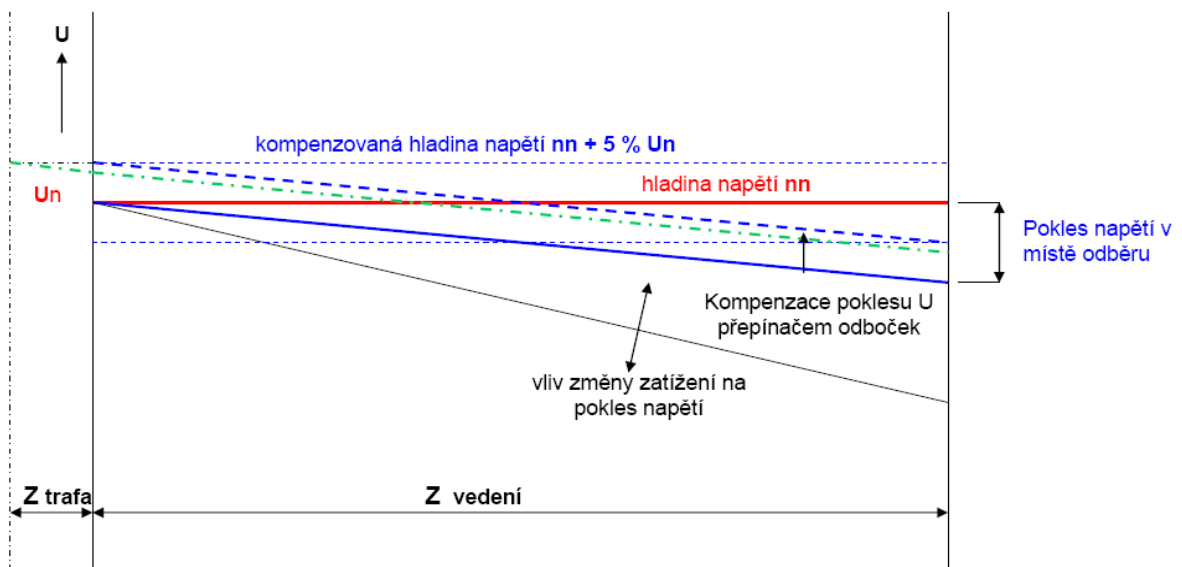
PŘI NESYMETRICKÉM JEDNOFÁZOVÉM ZATÍŽENÍ DOCHÁZÍ K ÚBYTKU NAPĚTÍ NA FÁZOVÉM I STŘEDNÍM VODIČI A V MÍSTĚ ODBĚRU SE TO PROJEVÍ POSUNEM UZLU HVĚZDY Z BODU 0 DO BODU 1.

FÁZOVÉ NAPĚTÍ VE FÁZI L1 MŮŽE KLESNOUT POD SPODNÍ HRANICI TOLERANČNÍHO POLE $-20\% U_n$, KDEŽTO NAPĚTÍ NA NEZATÍŽENÝCH FÁZÍCH L2, L3 MŮŽE PŘEKROČIT HORNÍ HRANICI TOLERANČNÍHO POLE $+11\% U_n$

ČSN EN 50 160, PPDS 2008 :

u dlouhých vývodů nn je toleranční pole $+11/-20\% U_n$

Kompensace poklesu napětí na dlouhých vývodech nn pomocí přepínače odboček distribučního transformátoru



Modelový příklad sítě NN se zaměřením na výkyv U

ZÁZNAM O PROVEDENÉM MĚŘENÍ

Mníšek pod Brdy
SP 100 ČEPRO, SV na konci v.v. + TS
PZ 2120

Datum vypracování:

17.2.2011

ZÁKLADNÍ INFORMACE

měření č.1

Místo měření: v SP 100 ČEPRO a.s. (stížnost)

Důvod měření: stížnost na podpětí – ČEPRO a.s.

Typ monitoru: PQ-MEg30(U+I)- kvalita+záznamník-10 min+15 sec.(lin.)

Datum měření: 9.2.2011 – 17.2.2011

Datum+čas připojení na síť: 9.2.2011 - cca.:9.30 hod.

Datum+čas spuštění: 9.2. - 13.30 hod.

Číslo monitoru: 325

Počet dní: 7

Napájení měřeného místa:

normálové z TS Mníšek pod Brdy PZ_2120

Informativní měření napětí* a impedance smyčky*(EUROTEST XA):

Měřeno v: SP 100 ČEPRO a.s.

Datum: 9.2.2010

Čas: 9.00 hod.

L1: U=230V, Z=0,71Ω

L2: U=194V, Z=0,57Ω

L3: U=219V, Z=0,63Ω

měření č.2

Místo měření: v SV na konci vrch. vedení

Typ monitoru: PQ-MEg30(U+I)- kvalita+záznamník-10 min+15 sec.(lin.)

Datum měření: 9.2.2011 – 17.2.2011

Datum+čas připojení na síť: 9.2.2011 - cca.:10.15 hod.

Datum+čas spuštění: 9.2. - 13.30 hod.

Číslo monitoru: 326

Počet dní: 7

Napájení měřeného místa:

normálové z TS Mníšek pod Brdy PZ_2120

Hodnota vývodových pojistek*: 160A

Informativní měření napětí* a impedance smyčky*(EUROTEST XA):

Měřeno v: SV na konci vrch. vedení

Datum: 9.2.2010

Čas: 10.05 hod.

L1: U=239V, Z=0,53Ω

L2: U=224V, Z=0,56Ω

L3: U=238V, Z=0,54Ω

měření č.3

Místo měření: v rozvaděči NN - TS: Mníšek pod Brdy PZ_2120

Typ monitoru: PQ-MEg30,4(U+4xI)- kvalita+záznamník-10 min+15 sec. (lin.)

Datum měření: 9.2.2011 – 17.2.2011

Datum+čas připojení na síť: 9.2.2011 - cca.:12.00 hod.

Datum+čas spuštění: 9.2. - 13.30 hod.

Číslo monitoru: 1613

Počet dní: 7

Informativní měření napětí* a impedance smyčky*(EUROTEST XA):

Měřeno v: TS PZ_2120

Datum: 9.2.2010

Čas: 11.45 hod.

L1: U=245V, Z=0,03Ω

L2: U=245V, Z=0,02Ω

L3: U=245V, Z=0,02Ω

TRANSFORMÁTOR: 2x400 kVA

Měřené vývody:

1)T1 CELKOVÝ

2)T2 CELKOVÝ

3)vývod:SR čp.587

4)vývod:SR čp.587

hlavní jistič: 630/577A

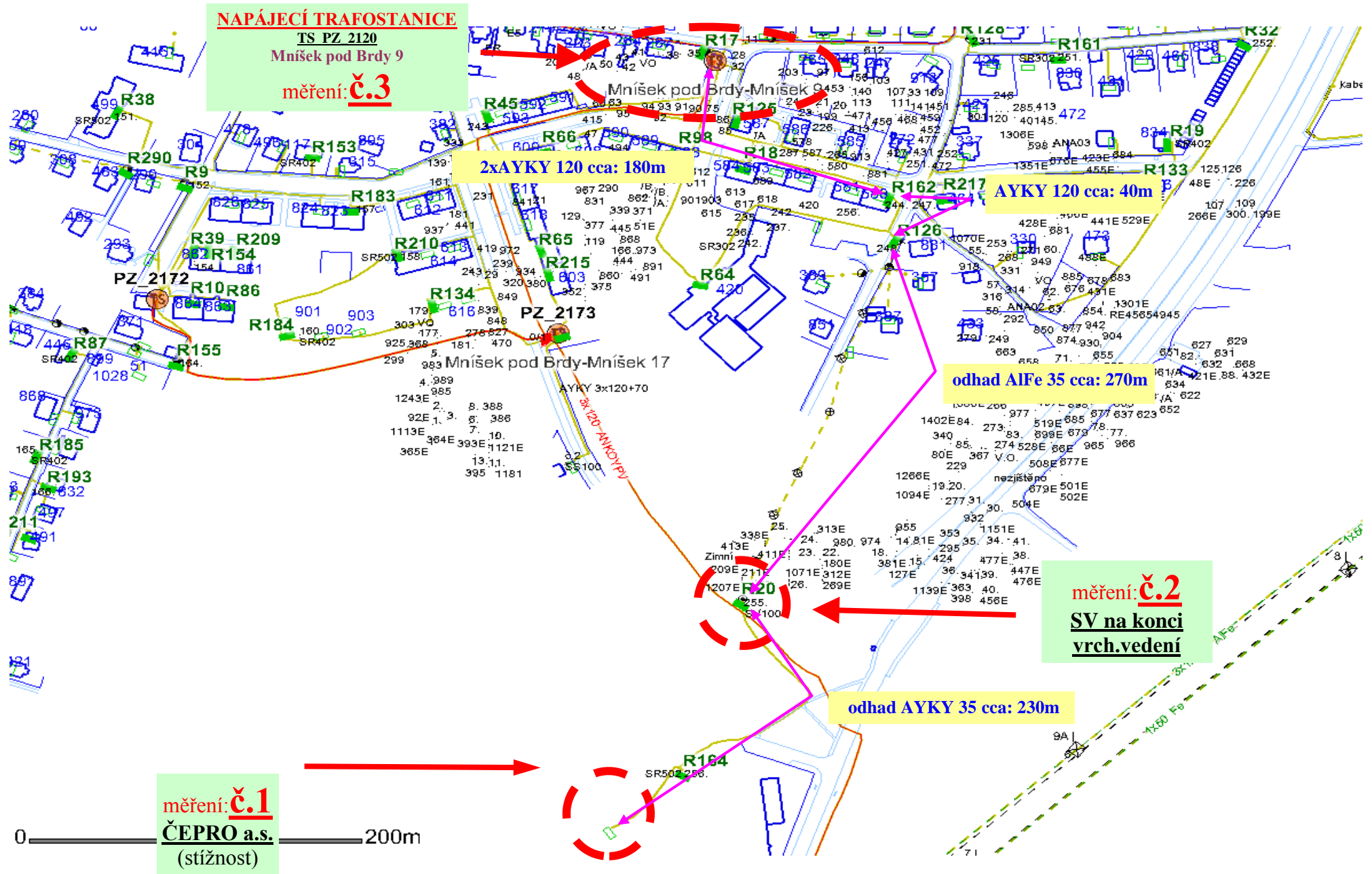
hlavní jistič: 630/577A

jistič: 200A

jistič: 250A

POZNÁMKA: - čas připojení na síť je pouze informativní!!!

ROZMÍSTĚNÍ MĚŘ. PŘÍSTROJŮ – PQ



měření č. 1 - výpis hlavičky (nastavení přístroje)– monitor PQ MEg30:

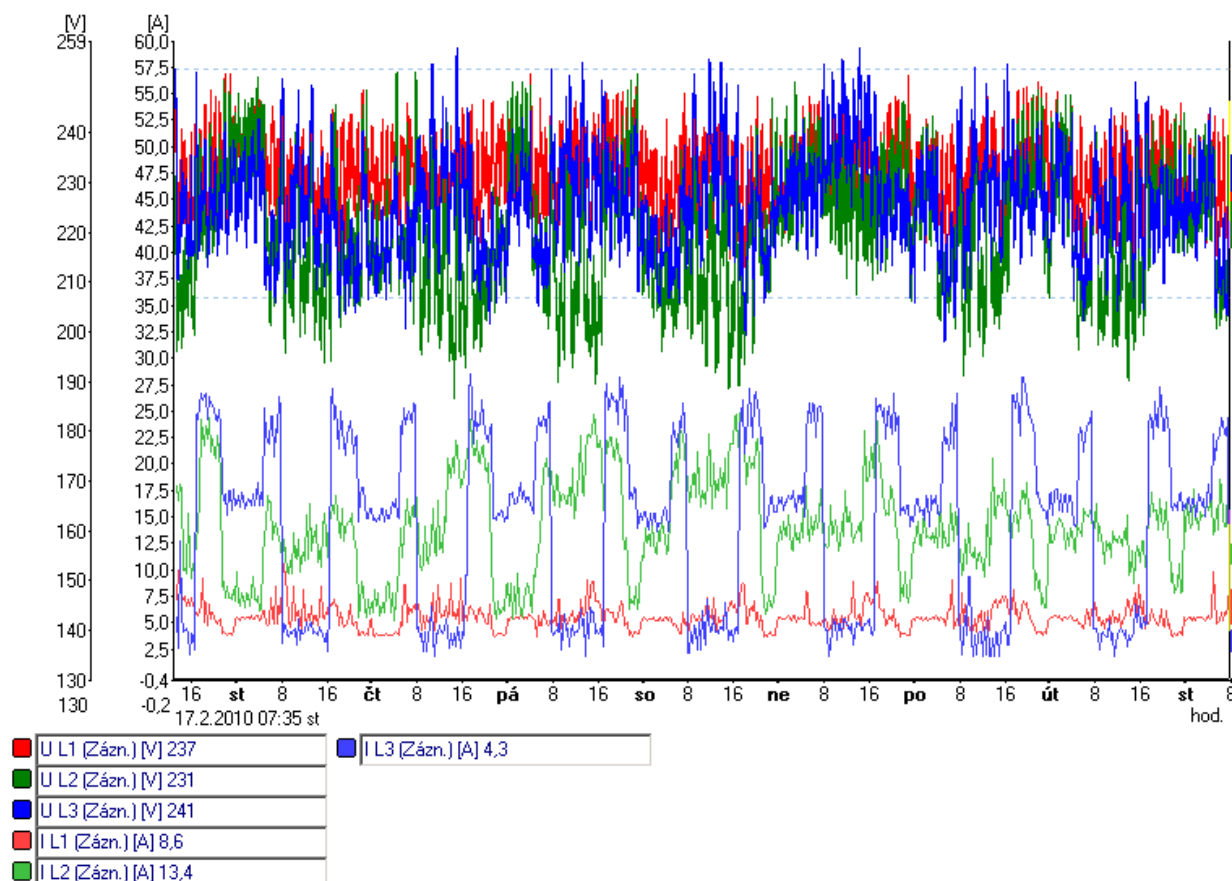
Hlavička datového souboru

Parametr	Obsah
Název datového souboru	Mníšek_pod_Brdy_SP100_ČEPRO_as.PQ1
Název měření	Mníšek_pod_Brdy_ČEPRO_as
Číslo měření	1
Místo měření	SP 100 ČEPRO
Poznámka	poj.40A/hl.jistič32A
Uživatel	
Podnik ČEZ	ČDS s.r.o.
Identifikátor	
Měřené vstupy, rozsah U1,U2,U3,I1,I2,I3	U1,U2,U3 230V, I1,I2,I3 30A
Měřené vstupy, rozsah U4,I4/T	U4 Neměřeno, I4/T Neměřeno
Měřená frekvence HDO	fHDO=217Hz
Sledované frekvence	U: 150,250,350,450,550 I:
150,250,350,450,THDI I4:	N1I,N2I
Meze pro události	Přerušeni 5% Pokles 90% Přepětí 110%
Interval záznamu pro záznamník,	Paměť 15s, Lineární
Start a konec měření	Start : 09.02.2011 13:00:00 Konec : Neurčen
Ovládání relé a externí vstup	Relé:Nic, EXT:Vzestupná
Meze U pro příznaky (flag)	90% a 110%
Čas zadání měření a vzniku souboru	9.2.2011 9:28:03 , 17.2.2011 8:08:06
Výrobní číslo, typ, verze monitoru, verze SW	325 , 1 - Přenosný nn , 248 , 2339

Naměřené hodnoty (záznamník - 15sec.) – monitor PQ MEg30:

DOBA	Od	Do		
Doba zpracování	9.2.2011 12:59:56	17.2.2011 8:10:14		
NAPĚTÍ	L 1 [V]	L 2 [V]	L 3 [V]	
Průměr	233,3	220,6	226,0	
Maximum	251,8	252,1	257,2	
Kdy	9.2.2011 21:54:40	11.2.2011 4:11:50	11.2.2011 14:51:05	
Minimum	212,9	186,7	198,0	
Kdy	15.2.2011 8:45:33	11.2.2011 14:17:35	15.2.2011 5:12:05	
PROUD	L 1 [A]	L 2 [A]	L 3 [A]	
Průměr	3,23	11,71	14,82	
Maximum	10,56	25,23	28,51	
Kdy	10.2.2011 8:30:54	14.2.2011 17:15:02	11.2.2011 17:21:51	
1/4 hod. max.	5,55	22,45	26,18	
Kdy	14.2.2011 17:28:32	13.2.2011 17:36:19	11.2.2011 17:35:07	
ČINNÝ VÝKON	L 1 [kW]	L 2 [kW]	L 3 [kW]	Vývod [kW]
Průměr	0,60	2,24	1,24	4,08
Maximum	1,96	5,45	3,74	9,72
Kdy	9.2.2011 13:41:27	9.2.2011 19:17:12	11.2.2011 5:43:49	13.2.2011 17:30:19
1/4 hod. max.	1,16	4,74	2,72	8,06
Kdy	13.2.2011 17:31:49	11.2.2011 17:35:07	15.2.2011 19:55:58	11.2.2011 17:35:22
JALOVÝ VÝKON	L 1 [kVAr]	L 2 [kVAr]	L 3 [kVAr]	Vývod [kVAr]
Průměr	0,10	0,58	2,33	3,01
Maximum	1,28	2,35	6,03	8,66
Kdy	10.2.2011 8:30:54	16.2.2011 17:25:21	11.2.2011 17:21:51	15.2.2011 19:08:14
1/4 hod. max.	0,40	1,46	5,56	6,97
Kdy	11.2.2011 17:24:36	17.2.2011 7:32:29	11.2.2011 17:35:07	12.2.2011 17:35:45

Graf č.1 (záznamník-15sec.)PQ –Mnišek pod Brdy SP 100 ČEPRO a.s.
 Napětí- U1,2,3+ Proud- I1,2,3 (celkový časový úsek)



ZÁVĚR K MĚŘENÍ Č.1 - ČEPRO a.s.

**V místě měření bylo za cca 17 hodin zaznamenáno celkem- 186x událostí "U" mimo toleranci +/-10%, z to bylo – 143x poklesů, 43x přepětí.
Paměť pro události byla zaplněná za cca 17 hodin!!**

Napětí v průběhu měření kolísá v rozmezí cca 186,7–257,2 (záznamník. 15sec.)!!

Nejhorší hodnota impedance smyčky=0,74□□□□L2

Velký počet zaznamenaných poklesů napětí je způsoben vlivem malého zkratového výkonu sítě.

Doporučuji kontrolu proudových spojů na vedení od SR na čp. 580 a výměnu vývodu do vrch. vedení z SV u čp. 881.

měření č. 2- výpis hlavičky (nastavení přístroje)- monitor PQ MEg30:

Hlavička datového souboru

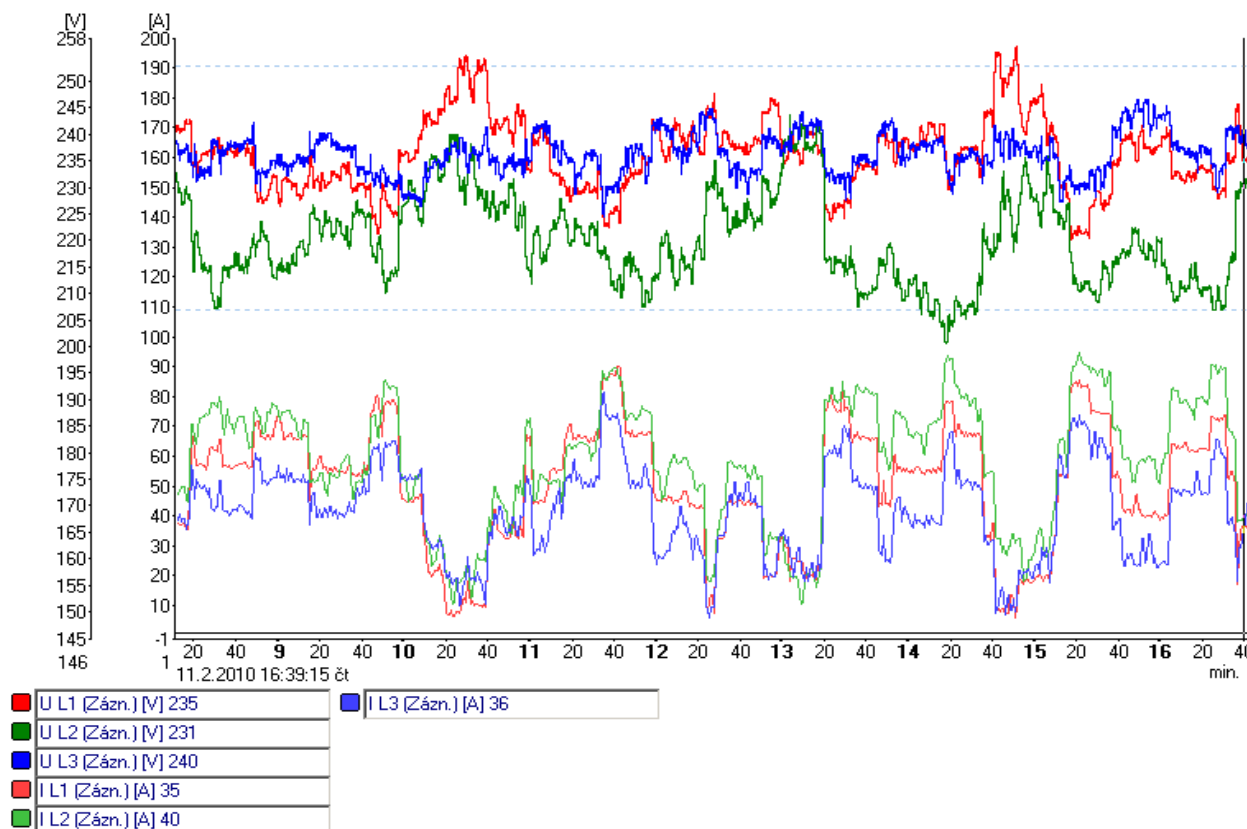
Parametr	Obsah
Název datového souboru	Mníšek_pod_Brdy_SV_na_konci_vv.PQ1
Název měření	Mníšek_pod_Brdy_ČEPRO_as
Číslo měření	2
Místo měření	SV na konci vrch.vedení
Poznámka	měření zajišťuje ČEZ DS Střed
Uživatel	
Podnik ČEZ	ČDS-s.r.o.
Identifikátor	
Měřené vstupy, rozsah U1,U2,U3,I1,I2,I3	U1,U2,U3 230V, I1,I2,I3 100A
Měřené vstupy, rozsah U4,I4/T	U4 Neměřeno, I4/T Neměřeno
Měřená frekvence HDO	fHDO=217Hz
Sledované frekvence	U: 150,250,350,450,550 I: N11,N2I
150,250,350,450,THDI I4:	
Meze pro události	Přerušení 5% Pokles 90% Přepětí 110%
Interval záznamu pro záznamník,	Paměť 15s, Lineární
Start a konec měření	Start : 09.02.2011 13:00:00 Konec : Neurčen
Ovládání relé a externí vstup	Relé:Nic, EXT:Vzestupná
Meze U pro příznaky (flag)	90% a 110%
Čas zadání měření a vzniku souboru	9.2.2011 10:17:16 , 17.2.2011 8:31:40
Výrobní číslo, typ, verze monitoru, verze SW	326 , 1 - Přenosný nn , 248 , 2339

Naměřené hodnoty (záznamník - 15sec.) – monitor PQ MEg30:

DOBA	Od	Do		
Doba zpracování	9.2.2011 12:59:59	17.2.2011 8:32:45		
Pro dny týdne	Všechny			
Pro hodniny dne	Všechny			
NAPĚTÍ	L 1 [V]	L 2 [V]	L 3 [V]	
Průměr	232,1	226,7	237,9	
Maximum	257,0	252,2	253,4	
Kdy	14.2.2011 14:13:49	11.2.2011 7:35:51	9.2.2011 21:54:43	
Minimum	211,9	200,5	221,9	
Kdy	13.2.2011 17:59:39	11.2.2011 14:17:37	13.2.2011 15:06:36	
PROUD	L 1 [A]	L 2 [A]	L 3 [A]	
Průměr	51,40	54,70	39,97	
Maximum	97,00	99,00	81,45	
Kdy	11.2.2011 5:45:37	13.2.2011 17:42:37	11.2.2011 11:34:52	
1/4 hod. max.	90,00	94,93	73,98	
Kdy	15.2.2011 5:21:52	11.2.2011 19:10:10	15.2.2011 8:50:51	
ČINNÝ VÝKON	L 1 [kW]	L 2 [kW]	L 3 [kW]	Vývod [kW]
Průměr	10,21	11,14	8,43	29,78
Maximum	20,68	20,84	18,26	57,91
Kdy	11.2.2011 5:47:07	11.2.2011 18:55:40	11.2.2011 11:34:52	11.2.2011 18:55:40
1/4 hod. max.	19,29	20,07	16,74	55,35
Kdy	13.2.2011 0:49:43	11.2.2011 19:10:10	15.2.2011 8:50:51	13.2.2011 0:48:13
JALOVÝ VÝKON	L 1 [kVAr]	L 2 [kVAr]	L 3 [kVAr]	Vývod [kVAr]
Průměr	2,26	0,81	0,26	3,33
Maximum	6,68	4,64	4,47	14,66
Kdy	10.2.2011 16:49:26	15.2.2011 7:18:35	15.2.2011 16:40:03	10.2.2011 16:49:26
1/4 hod. max.	5,61	2,08	2,03	8,49
Kdy	11.2.2011 17:35:09	17.2.2011 7:30:45	17.2.2011 8:20:00	12.2.2011 7:33:20

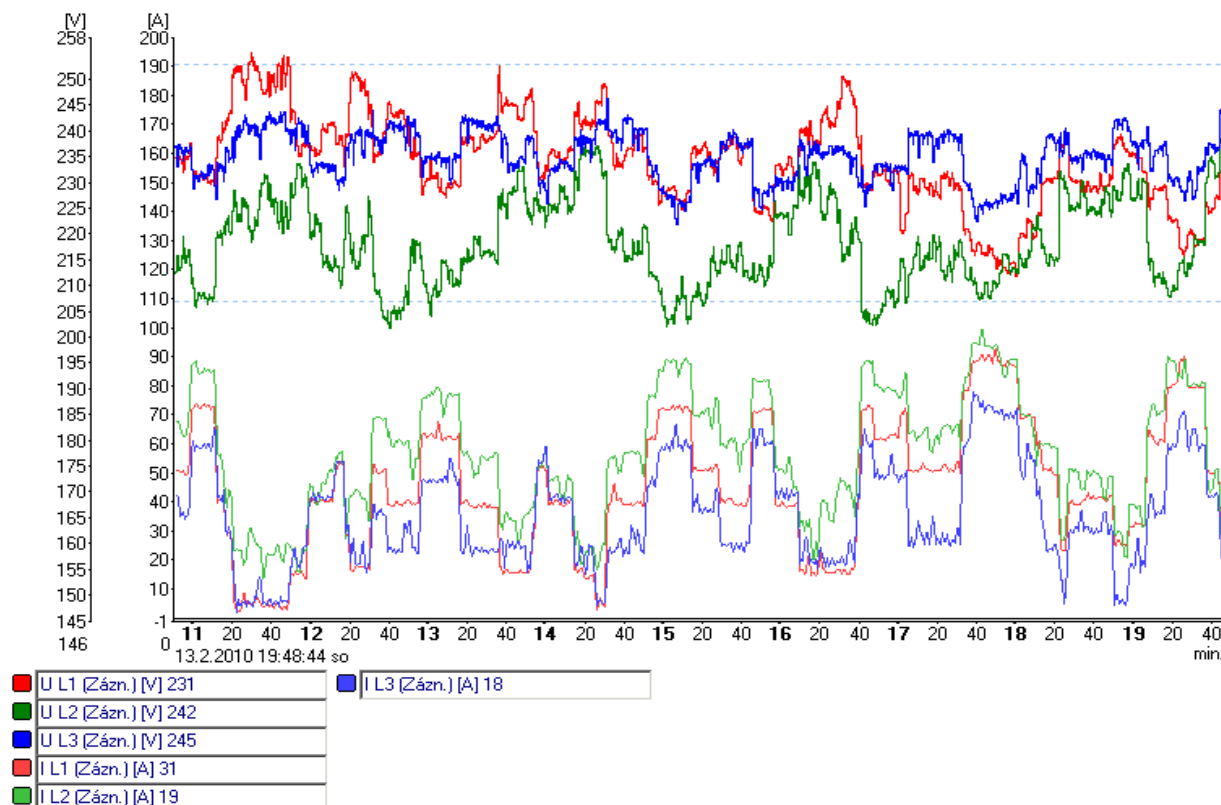
Graf č.3 (záznamník-15sec.)PQ - Mníšek pod Brdy SV na konci vrch.vedení - vliv zátěže na hodnoty napětí.

Napětí- U_{1,2,3} + Proud- I_{1,2,3} (detail)



Graf č.4 (záznamník-15sec.)PQ - Mníšek pod Brdy SV na konci vrch.vedení - vliv zátěže na hodnoty napětí

Napětí- U1,2,3 + Proud- I1,2,3 (detail)



ZÁVĚR K MĚŘENÍ Č.2 - Mníšek pod Brdy SV na konci vrch.vedení

V místě měření bylo za cca 3 dny zaznamenáno celkem- 410x událostí "U" mimo toleranci +/-10%, z to bylo – 252x poklesů, 158x přepětí.

Paměť pro události byla zaplněná za cca 3 dny!!

Doporučuji kontrolu proudových spojů na vedení od SR na čp. 580 a výměnu vývodu do vrch. vedení z SV u čp. 881. Případně posílení vedení.

měření č. 3- výpis hlavičky (nastavení přístroje)- monitor PQ MEG30.4:

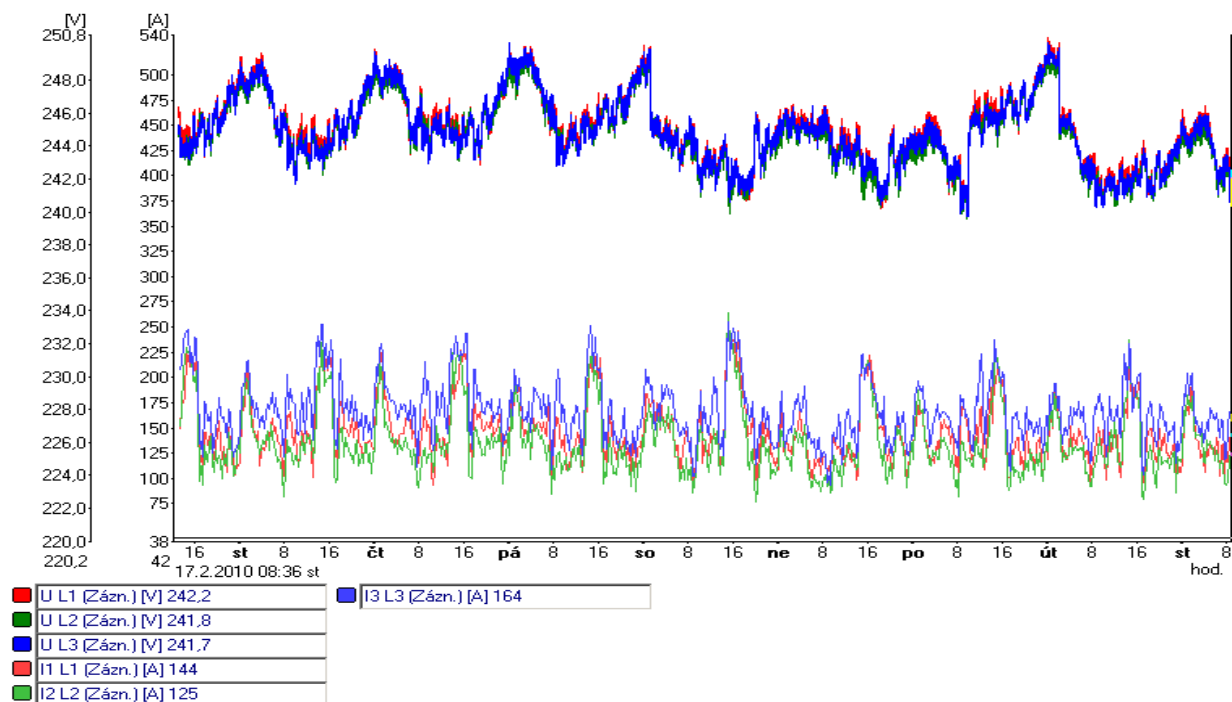
Hlavička datového souboru

Parametr	Obsah
Název datového souboru	Mníšek_pod_Brdy_TS_PZ_2120.PQ1
Název měření	Mníšek_pod_Brdy_ČEPRO_as
Číslo měření	3
Místo měření	TS PZ_2120
Poznámka	TR:2x400kVA/Hl.jistič:T1:630/577A,T2:630/577A
Uživatel	
Podnik ČEZ	ČDS s.r.o.
Identifikátor	
Měřené vstupy, rozsah U1,U2,U3,I1,I2,I3	U1,U2,U3 230V, I1,I2,I3 300A
Měřené vstupy, rozsah I4,I5,I6	I4,I5,I6 500A
Měřené vstupy, rozsah I7,I8,I9	I7,I8,I9 500A
Měřené vstupy, rozsah I10,I11,I12	I10,I11,I12 500A
Měřené vstupy, rozsah U0,I0/T,T2	U0 Neměřeno, I0/T Neměřeno
Měřená frekvence HDO	fHDO=217Hz
Sledované frekvence 11.h)	U,I: 150,250,350,450,550 (3.h, 5.h, 7.h, 9.h,
Meze pro události	Přerušení 5% Pokles 90% Přepětí 110%
Interval záznamu pro záznamník,	Paměť 15s, Lineární
Start a konec měření	Start : 09.02.2011 13:00:00 Konec : Neurčen
Ovládání relé a externí vstup	Relé:Nic, EXT:Vzestupná
Číslo,název a jištění vývodu 1	0, Celkový T1, 250A
Číslo,název a jištění vývodu 2	1, Celkový T2, 577A
Číslo,název a jištění vývodu 3	2, SR č.p.587, 200A
Číslo,název a jištění vývodu 4	3, SR č.p.587, 250A
Meze U pro příznaky (flag)	90% a 110%
Čas zadání měření a vzniku souboru	9.2.2011 12:20:08 , 17.2.2011 8:51:48
Výrobní číslo, typ, verze monitoru, verze SW	1613 , 40 - 4xPQ 1xU nn , 497 , 2339

Naměřené hodnoty (záznamník – 15 sec.) – monitor PQ MEG 30.4:

1)VÝVOD: CELKOVÝ T1				hl.jistič: 577A
DOBA	Od	Do		
Doba zpracování	9.2.2011 12:59:49	17.2.2011 8:53:25		
NAPĚTÍ				
	L 1 [V]	L 2 [V]	L 3 [V]	
Průměr	245,1	244,7	244,9	
Maximum	250,6	249,9	250,3	
Kdy	15.2.2011 23:57:52	13.2.2011 0:57:35	11.2.2011 23:56:58	
Minimum	239,9	239,6	239,8	
Kdy	15.2.2011 9:35:28	15.2.2011 9:35:28	15.2.2011 9:35:28	
PROUD				
	L 1 [A]	L 2 [A]	L 3 [A]	
Průměr	128,50	119,70	147,20	
Maximum	254,00	264,60	255,00	
Kdy	13.2.2011 15:00:43	13.2.2011 15:10:43	13.2.2011 15:00:43	
1/4 hod. max.	231,40	237,10	231,30	
Kdy	13.2.2011 15:11:58	13.2.2011 15:13:43	13.2.2011 16:11:59	
ČINNÝ VÝKON				
	L 1 [kW]	L 2 [kW]	L 3 [kW]	Vývod [kW]
Průměr	30,35	28,08	35,08	93,51
Maximum	61,13	63,45	61,43	180,90
Kdy	13.2.2011 15:00:43	13.2.2011 15:10:43	13.2.2011 15:00:43	13.2.2011 15:00:43
1/4 hod. max.	55,70	56,95	56,13	167,79
Kdy	13.2.2011 15:11:58	13.2.2011 15:13:43	9.2.2011 14:48:20	13.2.2011 15:13:43
JALOVÝ VÝKON				
	L 1 [kVAr]	L 2 [kVAr]	L 3 [kVAr]	Vývod [kVAr]
Průměr	2,47	0,12	1,34	3,93
Maximum	6,56	5,36	7,90	19,70
Kdy	17.2.2011 8:14:09	17.2.2011 8:14:24	17.2.2011 8:14:09	17.2.2011 8:14:09
1/4 hod. max.	5,60	3,77	6,09	14,37
Kdy	16.2.2011 9:20:20	15.2.2011 9:52:58	10.2.2011 8:17:17	11.2.2011 8:17:56

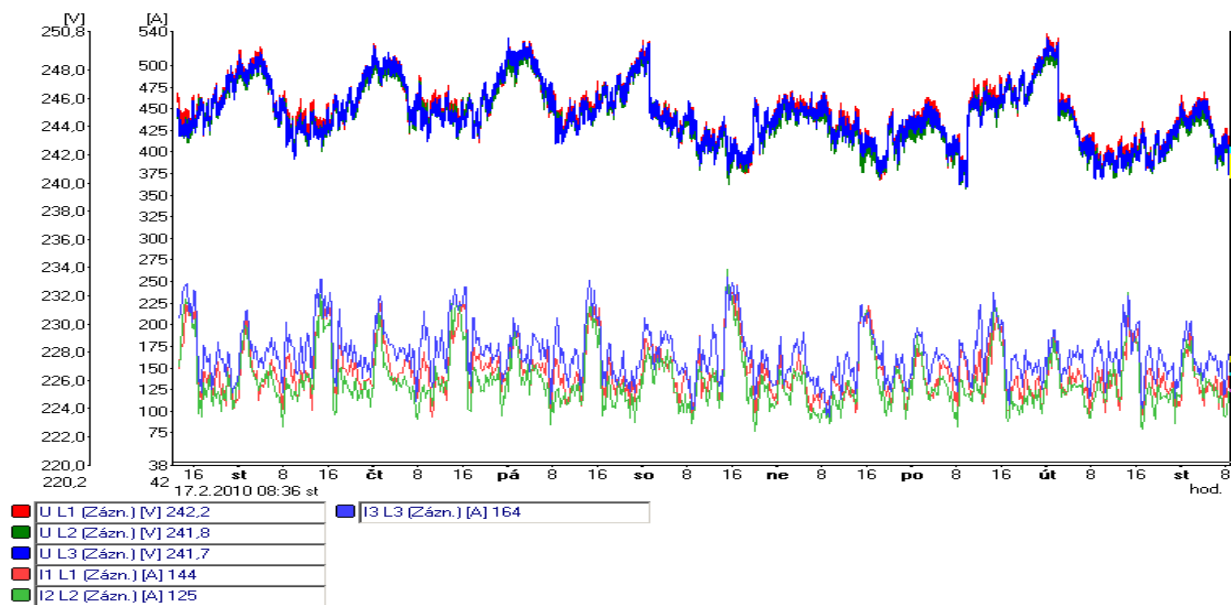
Graf č.5 (záznamník-15sec.)PO30.4 –Mníšek pod Brdy TS PZ_2120
Napětí- U1,2,3 + Proud- I1,2,3



Naměřené hodnoty (záznamník – 15 sec.) – monitor PQ MEG 30.4:

2) 1)VÝVOD: CELKOVÝ T2				hl.jistič:
577A				
DOBA	Od	Do		
Doba zpracování	9.2.2011 12:59:50	17.2.2011 8:55:11		
PROUD	L 1 [A]	L 2 [A]	L 3 [A]	
Průměr	133,20	126,30	151,50	
Maximum	261,00	276,30	260,50	
Kdy	13.2.2011 15:00:44	13.2.2011 15:10:44	13.2.2011 15:00:44	
1/4 hod. max.	237,60	247,60	236,70	
Kdy	13.2.2011 15:11:59	13.2.2011 15:13:44	13.2.2011 16:12:00	
ČINNÝ VÝKON	L 1 [kW]	L 2 [kW]	L 3 [kW]	Vývod [kW]
Průměr	31,23	29,54	35,92	96,70
Maximum	62,66	66,23	62,71	186,35
Kdy	13.2.2011 15:00:44	13.2.2011 15:10:44	13.2.2011 15:00:44	13.2.2011 15:00:44
1/4 hod. max.	57,03	59,49	57,30	172,83
Kdy	13.2.2011 15:11:59	13.2.2011 15:13:44	9.2.2011 14:48:21	13.2.2011 15:13:44
JALOVÝ VÝKON	L 1 [kVAr]	L 2 [kVAr]	L 3 [kVAr]	Vývod [kVAr]
Průměr	4,01	1,70	3,99	9,69
Maximum	7,88	7,01	10,13	24,47
Kdy	10.2.2011 8:51:19	17.2.2011 8:14:25	11.2.2011 9:41:43	17.2.2011 8:14:25
1/4 hod. max.	6,96	5,22	8,53	19,85
Kdy	10.2.2011 17:27:48	17.2.2011 8:17:10	16.2.2011 8:48:52	11.2.2011 8:18:27

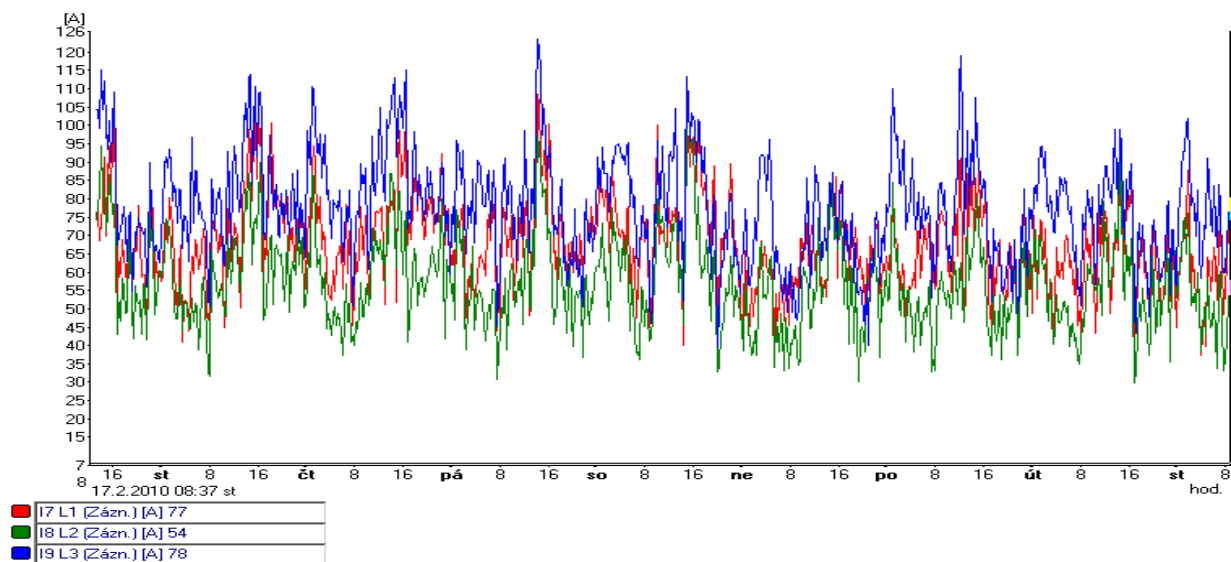
Graf č.6 (záznamník-15sec.)PO30,4 - Mníšek pod Brdy TS PZ_2120
Proud- I4,5,6



Naměřené hodnoty (záznamník – 15 sec.) – monitor PQ MEG 30.4:

3)VÝVOD: SR čp.587		jistič: 200A		
DOBA	Od	Do		
Doba zpracování	9.2.2011 12:59:49	17.2.2011 8:57:09		
PROUD	L 1 [A]	L 2 [A]	L 3 [A]	
Průměr	57,50	47,80	67,01	
Maximum	108,50	108,50	123,50	
Kdy	12.2.2011 14:21:24	13.2.2011 15:10:42	12.2.2011 14:21:24	
1/4 hod. max.	96,36	94,19	114,00	
Kdy	12.2.2011 14:29:39	13.2.2011 15:13:42	12.2.2011 14:33:09	
ČINNÝ VÝKON	L 1 [kW]	L 2 [kW]	L 3 [kW]	Vývod [kW]
Průměr	13,36	11,11	15,69	40,15
Maximum	26,42	25,91	30,01	79,80
Kdy	12.2.2011 14:21:24	13.2.2011 15:10:42	12.2.2011 14:21:24	12.2.2011 14:21:24
1/4 hod. max.	23,44	22,51	27,71	72,23
Kdy	12.2.2011 14:29:39	13.2.2011 15:13:42	12.2.2011 14:33:09	12.2.2011 14:33:09
JALOVÝ VÝKON	L 1 [kVAr]	L 2 [kVAr]	L 3 [kVAr]	Vývod [kVAr]
Průměr	1,75	0,55	1,72	4,02
Maximum	4,15	3,60	5,02	12,05
Kdy	10.2.2011 16:54:17	17.2.2011 8:14:08	15.2.2011 10:43:57	17.2.2011 8:14:08
1/4 hod. max.	3,63	2,30	3,82	8,04
Kdy	10.2.2011 17:05:16	17.2.2011 8:17:08	15.2.2011 10:57:56	17.2.2011 8:26:38

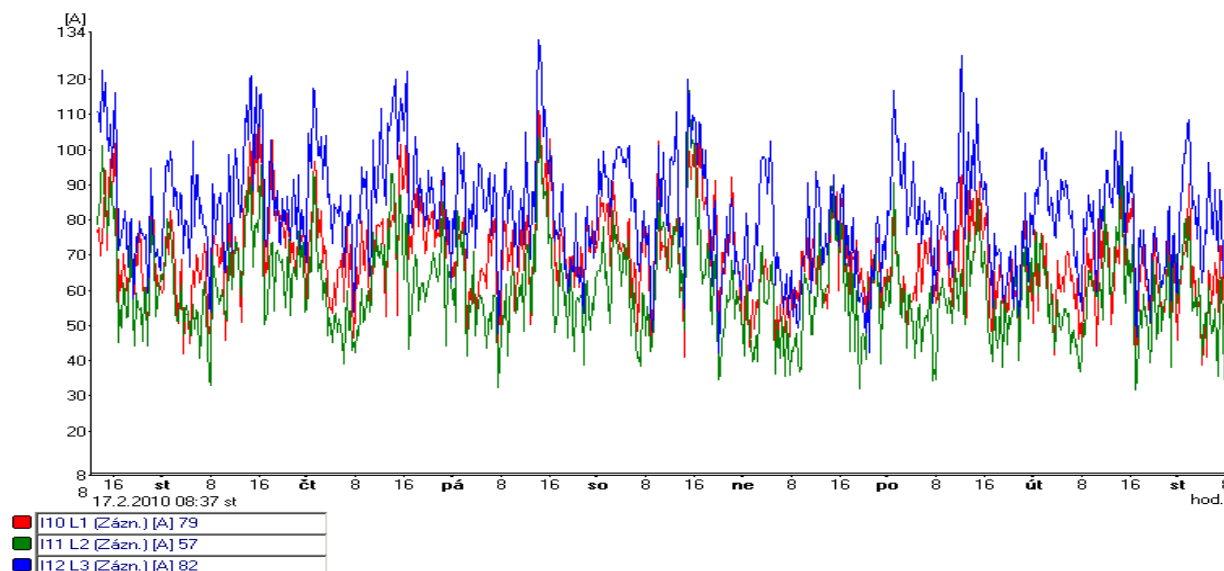
Graf č.7(záznamník-15sec.)PQ30.4 - Mníšek pod Brdy TS PZ_2120
Proud- 17,8,9



Naměřené hodnoty (záznamník – 15 sec.) – monitor PQ MEG 30.4:

4)VÝVOD: SR čp.587		jistič: 250A		
DOBA	Od	Do		
Doba zpracování	9.2.2011 12:59:49	17.2.2011 8:59:09		
PROUD	L 1 [A]	L 2 [A]	L 3 [A]	
Průměr	58,83	50,82	70,94	
Maximum	111,30	116,80	131,30	
Kdy	12.2.2011 14:21:24	13.2.2011 15:10:42	12.2.2011 14:21:24	
1/4 hod. max.	98,80	101,00	121,20	
Kdy	12.2.2011 14:29:39	13.2.2011 15:13:42	12.2.2011 14:33:09	
ČINNÝ VÝKON	L 1 [kW]	L 2 [kW]	L 3 [kW]	Vývod [kW]
Průměr	13,66	11,79	16,58	42,03
Maximum	27,10	27,90	31,89	83,90
Kdy	12.2.2011 14:21:24	13.2.2011 15:10:42	12.2.2011 14:21:24	12.2.2011 14:21:24
1/4 hod. max.	24,02	24,17	29,42	75,91
Kdy	12.2.2011 14:29:39	13.2.2011 15:13:42	12.2.2011 14:33:09	12.2.2011 14:33:09
JALOVÝ VÝKON	L 1 [kVAr]	L 2 [kVAr]	L 3 [kVAr]	Vývod [kVAr]
Průměr	1,76	0,41	1,92	4,09
Maximum	4,17	3,71	5,34	12,39
Kdy	10.2.2011 16:54:16	17.2.2011 8:14:08	11.2.2011 9:41:57	17.2.2011 8:14:08
1/4 hod. max.	3,65	2,35	4,14	8,30
Kdy	10.2.2011 17:05:16	17.2.2011 8:17:08	15.2.2011 10:57:56	17.2.2011 8:26:38

Graf č.8 (záznamník-15sec.)PQ30.4 - Mníšek pod Brdy TS PZ_2120
Proud- I10,11,12



ZÁVĚR K MĚŘENÍ Č.3 - TS Mníšek pod Brdy PZ_2120

V místě měření byla zaznamenána za cca 7dní 1x událost "U" mimo toleranci +/-10%.
Z toho byl 1x pokles.

Poznámka: Transformátory jsou provozovány paralelně.

Vyhodnocování kvality napětí :

Při nedodržení kvality napětí ze strany provozovatele distribuční soustavy náleží odběrateli (zákazníkovi) za určitých okolností podle vyhlášky 540/2005 Sb.finanční náhrada. Kvalitou napětí se z pohledu vyhlášky rozumí dodržování horní a dolní meze tolerančního pole Un podle technické normy ČSN EN 50 160. Zákazník má právo podat u provozovatele DS písemnou stížnost na porušení standardu podle § 9, resp. § 10 vyhlášky. Provozovatel zajistí nápravu, popřípadě nainstaluje v místě odběru měřící soupravu, pomocí které eviduje po dobu 7 dnů (pět pracovních a dva víkendové) v měřicím intervalu 10 min veškeré naměřené hodnoty napětí. Z těchto naměřených hodnot napětí je pak statisticky vypočtena četnost rozložení naměřených údajů(distribuční funkce) s tabelárním nebo grafickým výstupem (histogram). Četnost rozložení naměřených hodnot napětí a překročení mezí tolerančního pole nesmí převyšovat povolené procento překročení podle pravidel provozování distribuční soustavy.

Závěrečná ustanovení

- 1) Při řešení rekonstrukcí stávajících stanic je třeba zvažovat zvyšování instalovaného výkonu dle dané lokality a v souladu se zásadami pro zatěžování transformátorů a řešení sítě NN.
- 2) Nedílnou součástí zvažovaných rekonstrukcí bývá jak částí vedení NN tak transformátor, rozváděč, ale i strana VN.
- 3) V případě, že stávající NN rozváděč má více vývodů než se doporučuje je nutno zvážit účelný zásah do sítě NN, umožňující její zjednodušení.

11. ZÁVĚR

Hlavním cílem této bakalářské práce bylo popsání rozdělení distribučních sítí nízkého napětí a následný popis technických řešení jednotlivých distribučních sítí NN.