

**VŠB - Technická univerzita Ostrava**  
**Fakulta elektrotechniky a informatiky**  
**Katedra elektroenergetiky**

**Údržba elektrických zařízení v podmínkách  
povrchového lomu**  
**Service Electrical Apparatus in Conditions of Strip  
Mine**

2012

Pavel Klekner

## Zadání bakalářské práce

Student: **Pavel Klekner**  
Studijní program: B2649 Elektrotechnika  
Studijní obor: 3907R001 Elektroenergetika  
Téma: **Údržba elektrických zařízení v podmínkách povrchového lomu.  
Service Electrical Apparatus in Conditions of Strip Mine**

Zásady pro vypracování:

1. Elektrická zařízení a elektrické přístroje na povrchovém lomu
2. Přechnodné jevy při spínání elektrických zařízení
3. Legislativní rámec elektroúdržby dle Státní báňské správy
4. Zásady provádění údržby elektrozařízení na lomu

Seznam doporučené odborné literatury:


Podle pokynů vedoucího bakalářské práce

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Zdeněk Hytka, CSc.**

Datum zadání: 30.11.2011

Datum odevzdání: 04.05.2012

  
prof. Ing. Stanislav Rusek, CSc.  
vedoucí katedry



  
prof. RNDr. Václav Snášel, CSc.  
děkan fakulty

### Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

Dne 4.5.2012

Podpis 

## **Abstrakt**

Rád bych čtenáři představil povrchový lom, procesy v něm a užívanou těžkou techniku. Provedu klasifikaci tohoto prostředí lomu, rozdělím elektrická zařízení dle jejich odolnosti vůči vnějším vlivům.

Popíši elektrické přístroje a nezapomenu ani na asynchronní motory, které se na strojích vyskytují v hojné míře s mnoha různými výkony. Rovněž proberu základní fakta o napájecí síti. S tím je potažmo spojen i proces spouštění – připojení zařízení k elektrické síti.

Po vysvětlení technické části začnu s problematikou legislativy. Proberu zákony a vyhlášky s vazbou na elektrická zařízení a jejich údržbu, na niž se pak soustředím. Popíši základní zásady pro údržbu a její návaznost na kontroly.

Na závěr vyhodnotím, nakolik předpisy vyhovují praxi, kde by se daly zlepšit či upravit tak, aby vyhověly nárokům v reálných podmínkách povrchového lomu a lidem zde pracujícím.

## **Klíčová slova**

Asynchronní motor, Prostředí, Povrchový lom, Bezpečnost, Důlní zařízení, Legislativa, Údržba

## **Abstract**

I would like to introduce the reader to the strip mine, the processes going on and to the heavy apparatus used. I will provide define conditions of strip mine a divide the apparatus in accordance to resistance to outside conditions.

I write about electric apparatus and I do not even forget the induction motors which we are using in big numbers with many different outputs. I eve take you through the basic information on distribution network and influence of the starting process on said network.

After explanation of the technical part I begin with the legislation issues. There are the stature books and regulations for the use and service of electric devices, which I concentrate on. I describe basic servicing methods and inspections.

In the end I evaluate if the regulations are in correspondence with common practice, if there is a need to better them in accordance with demands of the real conditions of stripe mine and people working there.

## **Key words**

Induction motor, Environment, Stripe mine, Safety, Mining devices, Legislation, Service

## Seznam použitých symbolů a zkratk

C(F) – elektrická kapacita, jednotka Farad  
ČBÚ – Česká báňský úřad  
ČSN – Česká technická norma  
f(Hz) – frekvence, jednotka Hertz  
G(S) – elektrická vodivost, jednotka Siemens  
I(A) – elektrický proud, jednotka Ampér  
IP – International Protection  
IT – typ rozvodné sítě  
L(H) – indukčnost, jednotka Henry  
M(N.m) – moment, jednotka Newton na metr  
max - maximální  
min - minimální  
n - jmenovitý  
n(ot/min) – otáčky, jednotka počet otáček za sekundu  
P(W) – elektrický výkon, jednotka Watt  
R( $\Omega$ ) – elektrický odpor, jednotka Ohm  
s(%) – skluz indukčního stroje  
s - sdružené  
T(s) – perioda/doba trvání děje, jednotka sekunda  
t(s) – čas, jednotka sekunda  
U(V) – elektrické napětí, jednotka Volt  
 $\lambda$ (m) – vlnová délka, jednotka metr  
vyp - vypínací  
x(m) – vzdálenost od počátku, jednotka metr  
Z( $\Omega$ ) – impedance, jednotka Ohm  
zap - zapínací

## Obsah

Úvod.....	1
1. Elektrická zařízení a elektrické přístroje na povrchovém lomu .....	2
1.1 Prostředí .....	2
1.2 Krytí .....	3
1.3 Povrchový lom .....	4
1.3.1 Kolesové rýpadlo .....	5
1.3.2 Pásový dopravník .....	5
1.3.3 Zakladač .....	5
1.4 Sítě IT .....	6
1.5 Asynchronní motory .....	7
1.5.1 Rozdělení indukčních motorů .....	8
1.5.2 Provedení asynchronních strojů .....	8
1.5.2.1 Popis trojfázového indukčního motoru s kotvou nakrátko .....	8
1.5.3 Mechanická charakteristika asynchronního motoru .....	10
1.5.4 Kroužkové motory .....	11
1.6 Elektrické přístroje .....	11
1.6.1 Odpojovače .....	11
1.6.2 Odpínače .....	12
1.6.3 Uzemňovače .....	13
1.6.4 Zkratovací mechanismus .....	13
1.6.5 Výkonové vypínače .....	13
1.6.5.1 Vakuové vypínače .....	13
1.6.6 Stykače .....	15
1.6.7 Vysokonapěťové pojistky .....	16
1.6.8 Svodiče přepětí .....	16
1.6.8.1 Přepětí .....	16
1.6.8.2 Druhy svodičů .....	17
2. Přechodné jevy při spínání elektrických zařízení .....	18
2.1 Definice přechodného jevu .....	18
2.2 Zapínání obvodu napájeného trojfázovou soustavou napětí .....	18
3. Legislativní rámec elektroúdržby dle Státní báňské správy .....	21
3.1 zákon České republiky č. 61/1988 Sb. ....	21
3.2 Vyhlášky ČBÚ .....	21
3.2.1 Vyhláška Českého báňského úřadu o bezpečnosti a ochraně zdraví při práci a bezpečnosti provozu při úpravě a zušlechťování nerostů – předpis č. 51/1989 Sb. ....	21
3.2.2 Vyhláška Českého báňského úřadu o vyhrazených elektrických zařízeních – 74/2002 Sb. ....	23
3.2.3 Vyhláška Českého báňského úřadu o bezpečnosti provozu elektrických technických zařízení používaných při hornické činnosti a činnosti prováděné hornickým způsobem – Předpis č. 75/2002 Sb. ....	24
4. Zásady provádění údržby elektrozařízení na lomu .....	26
Závěr .....	27
Literatura .....	28

## Úvod

Tato práce byla vytvořena ve spolupráci s akciovou společností Severočeské doly se sídlem v Chomutově. Ta se skládá ze dvou původních podniků: Doly Nástup Tušimice a Doly Bílina. Předmětem jejího podnikání je zejména těžba, úprava a odbyt hnědého uhlí a doprovodných surovin.

Svou těžební činnost společnost provozuje v Severočeské uhelné pánvi. Doly Bílina jsou producentem nízkosirnatého tříděného a energetického uhlí. Doly Nástup Tušimice produkují především energetické uhlí. Společnost ročně produkuje řádově 20 000 000 tun uhlí, čímž zaujímá vedoucí pozici na trhu. [15]

Na počátku své práce se soustředím na vlivy a kategorizaci prostředí, následně také na ochranu před škodlivými vlivy. Vysvětlím funkci lomu a podrobně seznámím čtenáře s používanou technikou, zejména elektrickými motory a přístroji.

Ve druhé kapitole se věnuji přechodnému jevu při spouštění, coby asi nejzajímavějšímu procesu z pohledu funkčních stavů.

Velkým tématem je legislativní rámec pro elektroúdržbu. Zjistím, jaká má Státní báňská správa pověření, jaká má práva a povinnosti a detailněji popíši, jaké nastavuje podmínky pro bezpečný provoz lomu.

Nakonec shrnu zásady provádění údržby elektrických zařízení na lomu.

# 1. Elektrická zařízení a elektrické přístroje na povrchovém lomu

## 1.1 Prostředí

Prostředí povrchového lomu má svá specifika. Jde o jedno z nejnáročnějších prostředí; přístroje a zařízení jsou zde vystaveny nejrozličnějším povětrnostním vlivům, jako jsou široký rozptyl pracovních teplot, výskyt vody, chemicky agresivních látek, prachu, vibrací či vystavení přímému slunečnímu záření.

Pro volbu správného elektrického přístroje či zařízení je důležité posouzení vnějších vlivů odbornou komisí za účelem vytvoření protokolu o určení prostředí. Vnější vlivy se třídí do stupňů vnějšího vlivu, které jsou mezinárodně značeny dvěma písmeny velké abecedy a číslicí.

První písmeno označuje všeobecnou kategorii vnějšího vlivu se třemi možnostmi:

A - prostředí: vliv na prostředí nebo prostředím na elektrické zařízení

B - využití: uplatnění objektů nebo jejich částí

C - konstrukce budovy: provedení budovy a její fixace v okolí

Druhé písmeno označuje konkrétní druh nepříznivě působícího vlivu.

Číslice je třídou vlivu a vyjadřuje sílu daného vlivu.

Význam jednotlivých písmen z pohledu působení okolí na elektrické zařízení:

AA – vliv ovzduší, z pohledu teploty okolí

AB – atmosférické podmínky v okolí z pohledu teploty a vlhkosti

AC – respektuje nadmořskou výšku

AD – výskyt vody

AE – výskyt cizích malých předmětů

AF – výskyt korozivních nebo znečišťujících chemických látek

AG – mechanické namáhání, rázy

AH – vibrace

AJ – jiný způsob mechanického namáhání

AK – výskyt rostlinstva nebo plísní

AL – výskyt živočichů

AM – působení z okolí na dané prostředí

AN – působení slunečního záření

AP – účinky zemětřesení

AQ – ohrožení bouřkovou činností

AR – pohyb vzduchu

a tak dále.

Je zřejmé, že vlivů neblaze ovlivňujících funkci a spolehlivost elektrických zařízení je mnoho. Náročnost výroby zařízení schopného čelit všem vlivům by byla vysoká a projevila by se v ceně pro koncového uživatele. Proto je výhodnější elektrickým přístrojům a zařízením ve zhoršených pracovních podmínkách dodat patřičné ochranné krytí. [2]

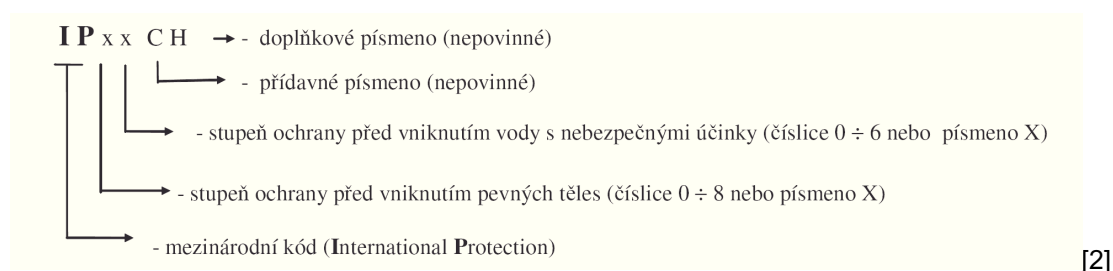


## 1.2 Krytí

Krytí je konstrukční opatření, které poskytuje ochranu před dotykem s živými a pohybujícími se částmi a zároveň poskytuje ochranu před poškozením vniknutím cizích předmětů, prachu a kapalin.

Stupně krytí jsou definovány normou ČSN EN 60 529 Stupně ochrany krytem z listopadu 1993 a nahrazující v celém rozsahu dříve platné normy ČSN 330330 Krytí el. zařízení z 4/79 a ČSN 345612 Základní zkoušky krytí el. předmětů z 6/66.

Nová norma zachovává způsob označování stupně krytí písmeny IP spolu se dvěma čísly a navíc zavádí další přídavná písmena A, B, C, D a doplňková písmena H, M, S, W, obojí jako nepovinná. [1]



[2]

Tabulka 1: Význam jednotlivých stupňů ochrany před vniknutím vody [2]

číslíce	stručný popis	definice
<b>0</b>	bez ochrany	bez speciální ochrany
<b>1</b>	ochrana před svisle padajícími kapkami vody	škodlivě nesmějí působit svisle padající kapky
<b>2</b>	- " - padající kapky při náklonu krytu do 15°	dešť dopadající na kryt pod úhlem 15° nesmí škodit EZ...
<b>3</b>	- „- padající kapky při náklonu krytu do 60°	voda v podobě deště dopadající na kryt pod úhlem 60° nesmí škodit EZ...
<b>4</b>	ochrana před stříkající vodou	voda stříkající na kryt v libovolném směru nesmí škodit EZ.....
<b>5</b>	ochrana před proudem vody	tryskající voda v libovolném směru nesmí škodit
<b>6</b>	ochrana proti intenzivně tryskající vodě	intenzivně tryskající voda nesmí vniknout dovnitř a škodit EZ
<b>7</b>	ochrana při ponoření (dočasném)	při ponoření nesmí voda vniknout při určitém tlaku pod kryt a poškodit EZ
<b>8</b>	ochrana při trvalém ponoření	.

Tabulka 2: Význam jednotlivých stupňů ochrany před vniknutím pevných těles [2]

První číslice	Stupeň ochrany	
	Význam pro ochranu zařízení	Význam pro ochranu osob
	Ochrana před vnikem pevných cizích těles:	Ochrana před dotykem nebezp. částí :
<b>0</b>	bez ochrany	bez speciální ochrany
<b>1</b>	o průměru $\geq 50$ mm	hřbetem ruky
<b>2</b>	o průměru $\geq 12,5$ mm	prstem
<b>3</b>	o průměru $\geq 2,5$ mm	nástrojem
<b>4</b>	o průměru $\geq 1$ mm	drátem
<b>5</b>	ochrana před prachem	drátem
<b>6</b>	ochrana úplná před prachem	drátem

Stupně ochrany před dotykem nebezpečných částí udávané přidavným písmenem:

- A - Chráněno před dotykem hřbetem ruky - sonda dotyku je koule o průměru 50 mm.
- B - Chráněno před dotykem prstem - článkový zkušební prst o průměru 12 mm a délky 80 mm.
- C - Chráněno před dotykem nástrojem - sonda dotyku o průměru 2,5 mm a délky 100 mm.
- D - Chráněno před dotykem drátem - sonda dotyku o průměru 1 mm a délky 100 mm.

Doplňková písmena:

- H - Zařízení vysokého napětí.
- M - Zkoušeny škodlivé účinky vniklé vody, jsou-li pohyblivé části zařízení v pohybu (např. rotor točivého stroje).
- S - Zkoušeny škodlivé účinky vniklé vody, jsou-li pohyblivé části zařízení v klidu (např. rotor točivého stroje).
- W - Vhodné pro použití za stanovených povětrnostních podmínek. Krytí je dosaženo dodatečnými ochrannými vlastnostmi nebo metodami. [1]

### 1.3 Povrchový lom

Volba těžit nerostné suroviny povrchovým způsobem přichází na řadu za podmínky, že ona žádaná surovina se nachází na povrchu (písek) nebo v malé hloubce pod povrchem, kde by hlubinným způsobem nebyla možná nebo byla ekonomicky nevýhodná.

V případě lomu Doly Nástup Tušimice se uhlí nachází v hloubce cca 90 m, v některých partiích vystupuje daleko výše, třeba jen 10 m pod povrch, v případě lomu Doly Bílina je v hloubce přibližně 200 m, kde se již pohybujeme na hranici výhodnosti této metody těžby, obzvláště s ohledem na místní tvrdou horninu.

Vznik povrchového lomu začíná hloubením drážky do dostatečné hloubky. Tato drážka se pak optimálně začne jedním směrem rozšiřovat a z druhé strany je zasypávána, přičemž dochází k poklesu terénu vlivem úbytku odtěženého materiálu.

Při povrchové těžbě musíme nejdříve odkrýt ornici a skrývku, pak vytěžíme uhlí a prostor opět zasypeme skrývkou a navezeme ornici – provede se rekultivace krajiny.

Po naložení a odvozu ornice nákladními vozy přichází na řadu důlní technika. Kolesové rýpadlo těží skrývku a posílá ji po pasových dopravnících na zakladač k založení na výsypku.

Kolesové rýpadlo může těžít materiál do omezené výšky (výška řezu) a proto vzniká více skrývkových řezů podle potřeby celkové výšky skrývky. Pod odkrytou skrývkou se nachází uhlí, respektive prostor uhelného lomu, kde se, obdobným způsobem jako na skrývce, nasadí kolesová rýpadla k těžbě vlastního uhlí.

Rýpadlo v uhelném lomu těží kromě vlastního uhlí také skrývkové části. Doprava natěženého materiálu od rýpadel je řešena dálkovou pásovou dopravou. Jedna dopravní cesta je pro dopravu uhlí k drtičům, druhá dopravní cesta slouží k odvozu skrývkových partií.

### **1.3.1 Kolesové rýpadlo**

Jak napovídá název, ústředním členem rýpadla je koleso s korečky. Kolesa rýpadel jsou poháněna asynchronními elektromotory, dříve kroužkovými a u novějších provedení nakrátko s napájením frekvenčními měniči. Výkonové relace pohonů koles se pohybují od 315 kW až po například 2x1000 kW u skrývkových rýpadel. Rýpadla mají krácející (KU800) nebo housenicové podvozky. Současný trend je používat housenicové podvozky na velkstroje všech velikostí. Pro napájení rýpadel je použito napětí 6 kV anebo u skrývkových 35 kV.

### **1.3.2 Pásový dopravník**

Pásový dopravník se skládá z poháněcí stanice, středních dílů a vratné stanice.

Poháněcí stanice se skládá z ovládací části a pohonné části. V ovládací části je řešena logika ovládání, řízení a hlídání funkcí dopravníku.

Dle potřeby jsou použity různé šířky gumového pásu: 1200, 1800, 2000 a 2200 mm. Tomu je úměrně dimenzován celý pásový dopravník. Na stanicích s užším pásem se užívají 3 elektromotory o výkonech 250 kW, na těch nejširších až 4 elektromotory o výkonech 1000 kW. Střední díly jsou ocelová konstrukce osazená válečky s ložisky pro pohyb dopravníkového pásu.

Vratná stanice je kladka, kde se pás otáčí přes buben zpět k poháněcí stanici. Je uchycena kotvou v zemi proti posunu. Pokud jsou pasové dopravníky v sérii, je na vratnou stanici rovněž přesypáván materiál z předchozí poháněcí stanice. Součástí vratné stanice jsou senzory hlídání vychýlení pásu či jeho nabalení.

### **1.3.3 Zakladač**

Zakladač slouží k rovnoměrnému zakládání skrývky. Klíčovou vlastností je současný běh pásu i otoče. Naopak pásové vozy mají otoč pouze k nastavení do pracovní polohy.

Pokud je zapotřebí materiál naložit na pás nebo vyložit z pásu mimo koncové body dopravníku, použije se shazovací nebo nakládací vůz. Oba typy vozů jsou nasazeny na kolejnicích středních dílů a je potřeba je ukotvit. Shazovací vůz je napájen napětím 500V, nakládací vůz je bez napájení – nemá žádné elektrické vybavení.

## 1.4 Sítě IT

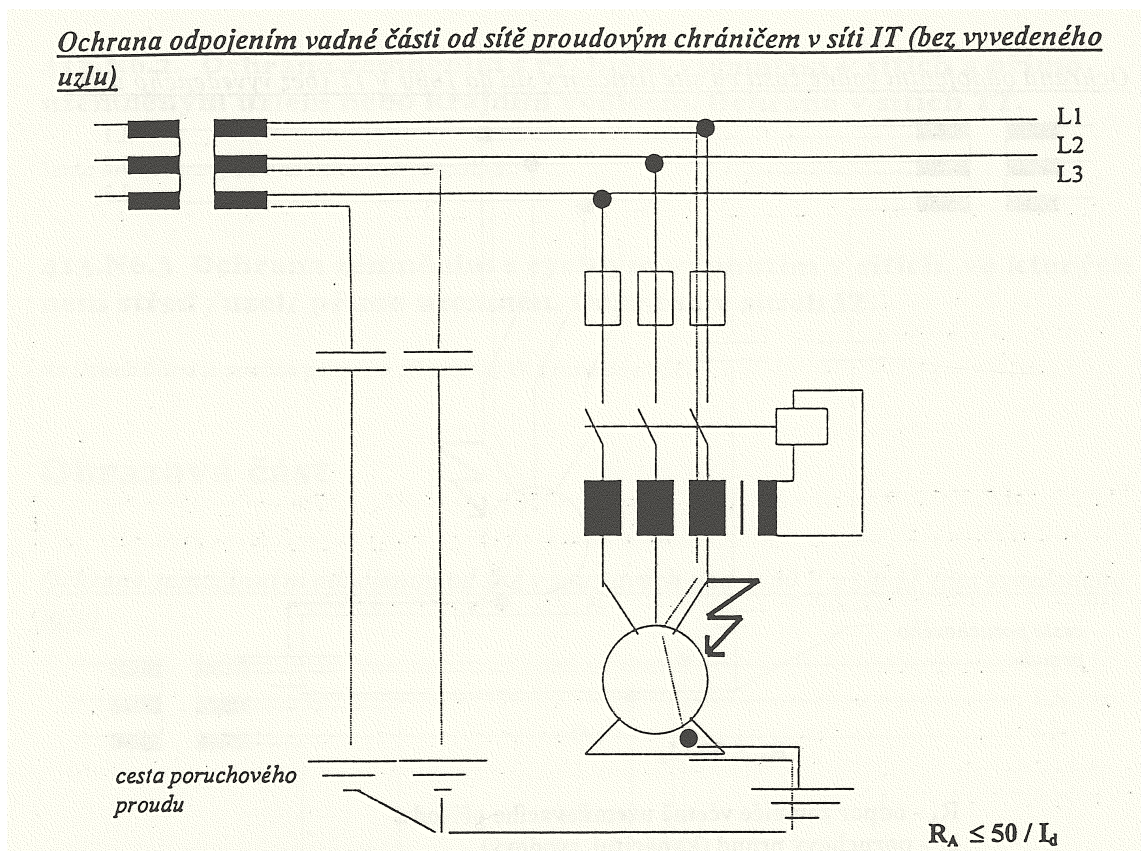
Jsou nejčastěji použitými sítěmi v podmínkách důlního provozu. Sítě IT musí být izolovány od země nebo spojeny se zemí přes dostatečně vysokou impedanci. Toto spojení může být provedeno buď ve středním bodu sítě, nebo v umělém středu. Umělý střed může být přímo spojen se zemí, jestliže výsledná impedance nulové složky je dostatečně vysoká. Jestliže střed sítě neexistuje, může se přes impedanci se zemí spojit fázový vodič.

Norma ČSN 33 2000-4-41 uvažuje dvojí provedení těchto izolovaných sítí, a to bez vyvedeného středního vodiče a s vyvedeným středním vodičem. V průmyslových rozvodech se však používá pouze první z nich.

Při první poruše izolace v IT nesmí na chráněné části vzniknout větší napětí než 50V a doba odpojení vadné části se neomezuje. Neživé části musí být uzemněny jednotlivě, po skupinách nebo společně. Aby ochrana fungovala, musí být zařízení uzemněno, proto musí být splněna podmínka:

$$R_A \leq 50 / I_d \quad (1.1) [9]$$

kde  $R_A$  je odpor zemniče včetně uzemňovacího přívodu a  $I_d$  je poruchový proud při první poruše o zanedbatelné impedanci mezi fázovým vodičem a neživou částí (kapacitní, svodový).



Obrázek 1: IT síť [9]

Nastane-li po první poruše porucha druhá, musí být pro odpojení od zdroje v případě druhé poruchy splněna podmínka:

$$Z_S \leq U_S / 2I_a \quad (1.2) [9]$$

kde  $Z_S$  je impedance celé poruchové smyčky složené z fázového i ochranného obvodu,  $I_a$  je proud, jímž se dosáhne odpojení v krátké povolené době, pokud ji lze uplatnit, nebo v době do 5 s. Delší doba do 5 s je povolena rovněž u zařízení, která jsou upevněna a umístěna v zóně pospojování.  $U_S$  je sdružené střídavé napětí sítě. [9]

Tabulka 3: Předepsané doby odpojení vadné sítě [9]

sdružené napětí (V)	doba odpojení (s)	
	nevyveden střední vodič	vyveden střední vodič
1000/580	0,1	0,2
690/400	0,2	0,4
400/230	0,4	0,8
240/120	0,8	5

## 1.5 Asynchronní motory

Asynchronní motory, jinak také zvané indukční stroje, jsou univerzálním řešením pohonů v rámci šachty, ať už jde o pohony hlavní či pomocné, s velkým či malým výkonem.

Trojfázový indukční motor je nejčastěji užívaným druhem indukčního stroje. Využívá silového působení satorového proudu a rotorového proudu.

Trojfázový indukční motor je jednoduchý, spolehlivý s nízkými nároky na obsluhu a údržbu. Vyrábí se v širokém rozsahu výkonů, několika watty počínaje a 20 MW konče s velmi širokým spektrem otáček od 10 do 100 000 ot/min.

Asynchronní motor nakrátko je díky své konstrukční jednoduchosti nejužívanějším motorem. V porovnání se stejnosměrnými stroji vyniká jednoduchá konstrukce a prakticky bezúdržbový provoz asynchronních strojů. Jejich rozšíření je spojeno s rozvojem střídavých distribučních a napájecích sítí. Své užití mají především v neregulovaných pohonech s využitím jednoduchého spouštění přímým připnutím na síť. Problém zde může způsobit vzniklý proudový náraz dosahující hodnot pěti až sedminásobku jmenovitého proudu a velký odběr jalového výkonu. Snaha o omezení záběrového proudu a splnění požadavků na regulaci vedla ke konstrukci speciálních strojů s kroužkovým rotorem, čímž zanikla hlavní výhoda jednoduchých asynchronních motorů s klecovým rotorem, popřípadě strojů více rychlostních umožňujících za cenu větší složitosti satorového vinutí stupňovitou regulaci otáčivé rychlosti.

Nové poznatky v oblasti výkonové elektroniky a regulace zcela vyřešily problémy s kmitočtovým řízením rychlosti asynchronních strojů, které tak dnes získaly dominantní postavení i v oblasti regulovaných pohonů všeobecného použití.

### 1.5.1 Rozdělení indukčních motorů

Indukční motory mohou být rozděleny

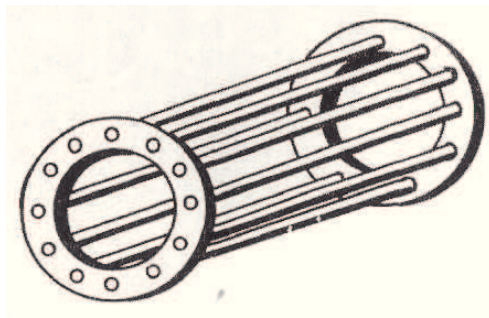
- 1) dle statorového vinutí
  - a) trojfázový,
  - b) jednofázový (pro malé výkony),
- 2) dle rotorového vinutí
  - a) nakrátko
  - b) kroužkový.

Motor nakrátko má rotorové vinutí spojeno trvale nakrátko. Vinutí je zhotoveno z masivních tyčí, spojených po obou stranách vodivými kruhy.

Kroužkový motor má na rotoru trojfázové vinutí. Začátky vinutí jsou vyvedeny na tři kroužky umístěné na hřídeli. Na kroužky dosedají uhlíkové sběrací kartáče, jejichž pomocí můžeme do rotorového vinutí zařadit vhodný odpor a tím zmenšit záběrný proud motoru nebo jeho otáčky a zvětšit záběrný moment.

### 1.5.2 Provedení asynchronních strojů

Rozšíření asynchronních strojů napomohla jejich konstrukce vhodná pro sériovou výrobu. Vzhledem ke střídavému magnetování je celý magnetický obvod složen z plechů. V nejčastějším provedení je na rotoru klecové vinutí, vyrobené jako hliníkový odlitek, umístěný v neizolovaných drážkách. Součástí odlitku bývají i rotorové ventiláčnické lopatky.



Obrázek 2: Klecové vinutí [6]

#### 1.5.2.1 Popis trojfázového indukčního motoru s kotvou nakrátko

Hlavní části motoru s kotvou nakrátko jsou: statorový svazek, statorové vinutí, kostra, rotor s klecí, ložiska, ložiskové štíty, ventilátor a statorová svorkovnice.

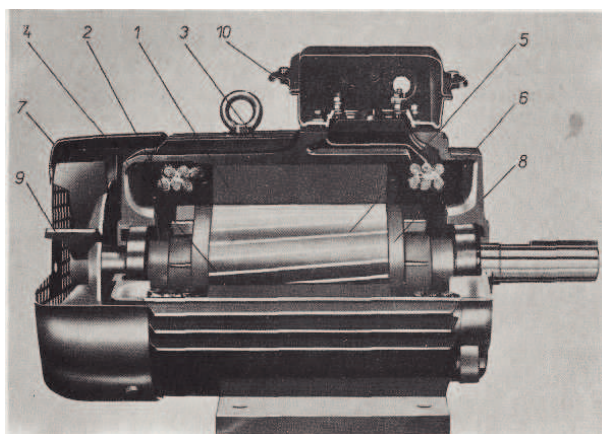
Statorový svazek 1 tvoří mezikruží, složené z dynamových plechů tloušťky 0,5 mm. Jeho vnitřní obvod má drážky, ve kterých je uloženo trojfázové statorové vinutí 2, které po připojení na trojfázovou síť vybudí tzv. točivé magnetické pole. Toto pole vytváří točivý moment motoru. Statorový svazek je zalisován v litinové kostře 3, která dává motoru vnější tvar a umožňuje jeho připevnění k základu. Popisovaný motor má nejčastěji vodorovný patkový tvar. Kromě patek může mít motor i přírubu, která umožňuje jeho přímé spojení s poháněným strojem. Rotor 4 tvoří válec složený také z dynamových plechů. Ty jsou u menších motorů nalisovány přímo na hřídel, u větších

strojů jsou upevněny na rotorové nosné hvězdě. Rotor má na vnějším obvodu drážky vyplněné vodivými tyčemi 5. Tyče jsou po obou stranách spojeny vodivými kruhy 6 a tvoří dohromady takzvanou rotorovou klec. Tyče i kruhy jsou nejčastěji z hliníku, který se nastříká do drážek a do zvláštních přiložených forem, ve kterých se vytvoří kruhy.

Rotor je od statoru oddělen malou vzduchovou mezerou a otáčí se působením točivého magnetického pole. Točivý moment se na poháněný stroj přenáší pomocí hřídele, který vyčnívá ze zadního ložiskového štítu. Hřídel je upraven tak, že se na něj může nasadit řemenice nebo jeden kotouč spojky.

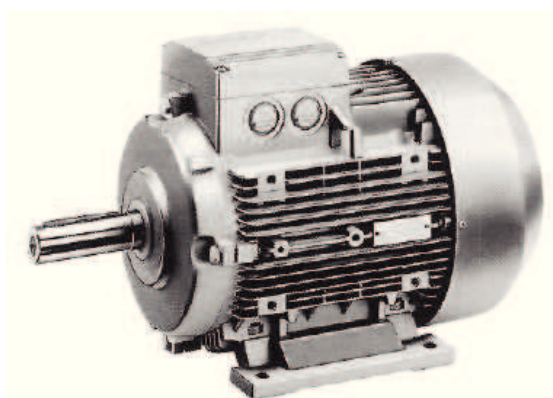
Zadním štítem motoru se nazývá ten štít, ze kterého vyčnívá hřídel. Tato strana se nazývá strana pohonu motoru. Přední ložiskový štít je na opačné straně pohonu.

Hřídel je uložen ve dvou obvykle valivých ložiskách, která jsou upevněna v ložiskových štítech. Ložiskové štíty jsou svým tvarem přizpůsobeny tvaru statorové kostry a tvoří s ní jednotný celek. Přívod proudu k vinutí umožňuje statorová svorkovnice 10, zakrytá lisovaným plechovým krytem. Chlazení obstarává ventilátor 9, který je u zavřených motorů nasazen zvenku a upraven tak, že ofukuje proudem vzduchu její žebrovaný povrch.

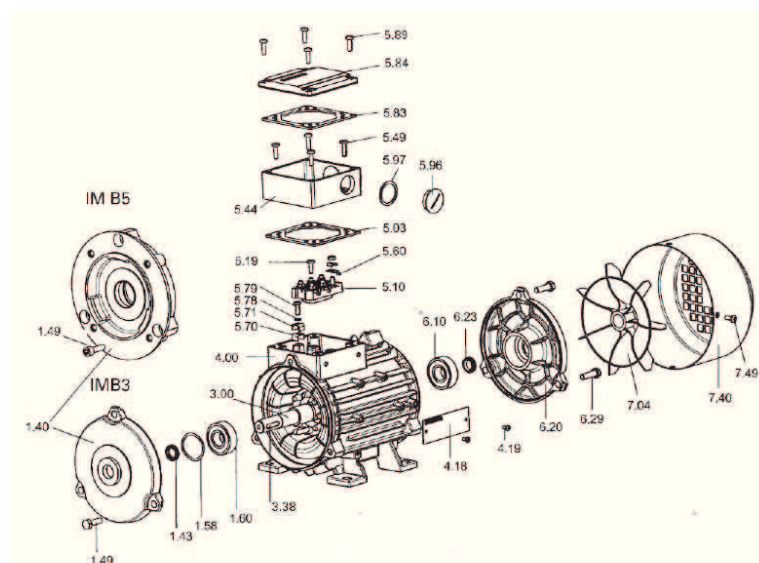


**Obrázek 3: Řez trojfázovým zavřeným motorem s povrchovým chlazením [6]**

1 — statorový svazek, 2 — statorové vinutí, 3 — žebrovaná kostra, 4 — rotor s klecí, 5 — tyče klece, 6 — kruhy klece, 7 — přední ložiskový štít, 8 — zadní ložiskový štít, 9 — vnější ventilátor, 10 — statorová svorkovnice



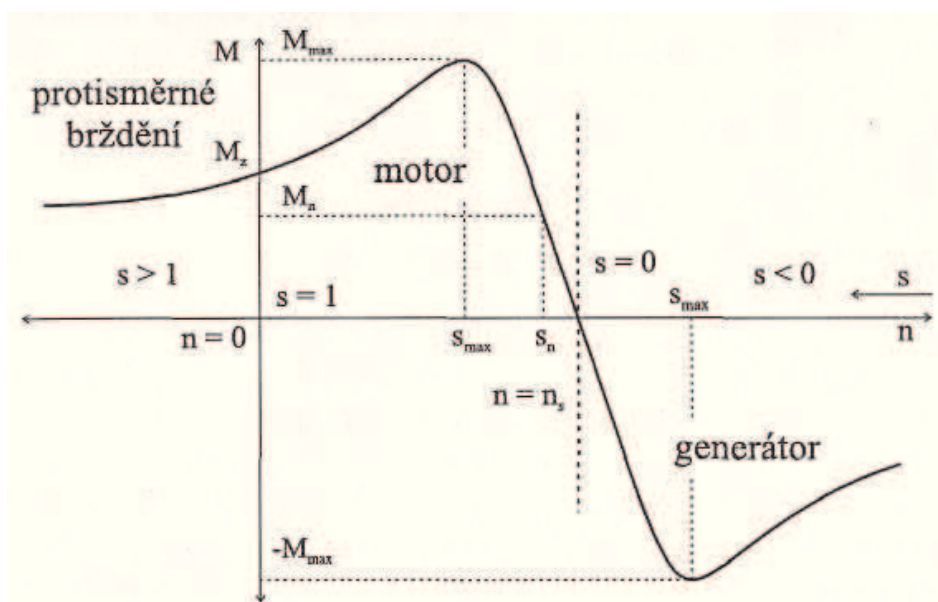
**Obrázek 4: Patkový trojfázový zavřený asynchronní motor s povrchovým chlazením [6]**



Obrázek 5: Montážní schéma trojfázového zavřeného motoru s povrchoým chlazením [6]

### 1.5.3 Mechanická charakteristika asynchronního motoru

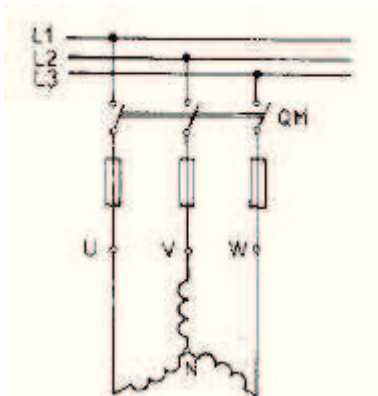
Normální průběh momentové charakteristiky motoru s kotvou nakrátko je na obrázku 6. V motorické oblasti je v rozsahu  $s = (0 \text{ až } 1)$ , což odpovídá rozsahu otáček  $n = n_0 \text{ až } 0$ . Zvláště se vyznačí jmenovitý moment  $M_n$ , odpovídající jmenovitým otáčkám a moment maximální, nazývaný také tzv. moment zvratu  $M_{\max}$ .



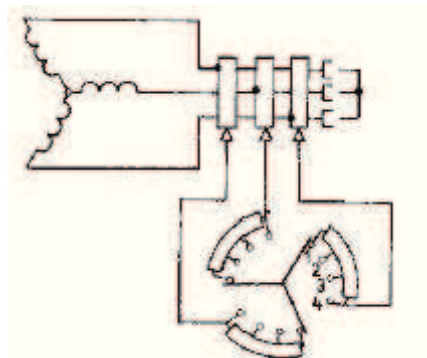
Obrázek 6: Normální průběh momentové charakteristiky [6]



### 1.5.4 Kroužkové motory

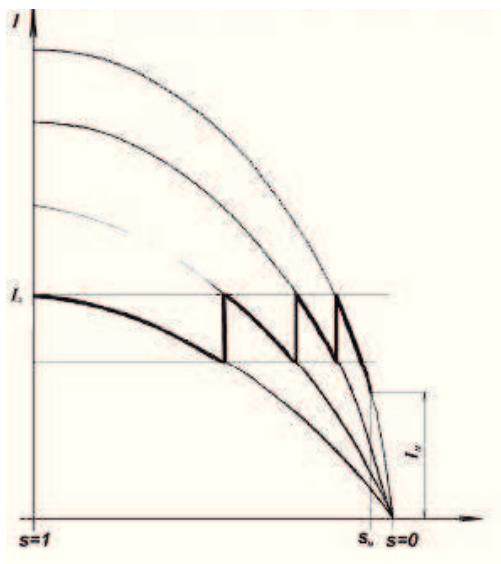


Obrázek 7: Zapojení statoru kroužkového motoru [6]

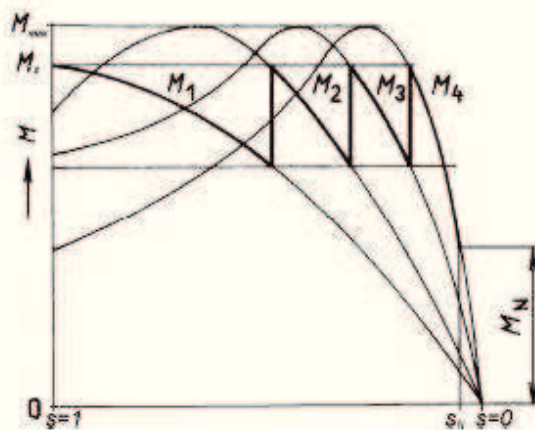


Obrázek 8: Zapojení rotoru kroužkového motoru [6]

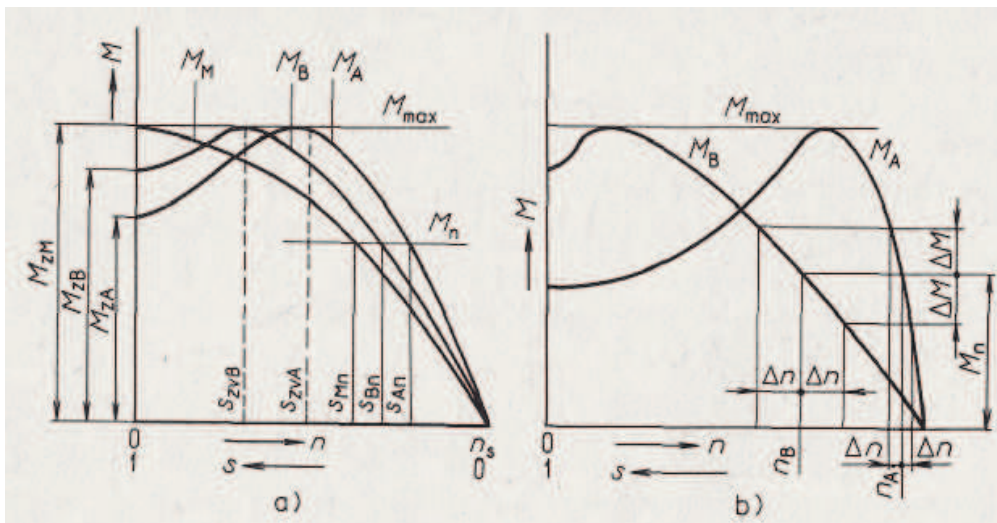
Na kroužky dosedají kartáče a společně spojují rotorové vinutí s odporovým spouštěčem. Ten se skládá ze tří sériově spojených skupin rezistorů a přepínače, který postupně vyřazuje jednotlivé rezistory, až nakonec spojí vinutí do krátka. Připojení rotorového spouštěče je nutné pro omezení záběrného proudu a zároveň se tím zvětšuje záběrný moment motoru, protože připojením rezistoru do série s vinutím rotoru dochází ke zvětšení sklonu přímkové části momentové charakteristiky, a tím i posunu skluzu zvratu blíž k ose momentu, tedy ke skluzu  $s = 1$ . Hodnota maximálního momentu se nemění. Postupným vyřazováním rezistorů bude stroj přecházet na odpovídající charakteristiky až na charakteristiku motoru nakrátko.



Obrázek 9: Proudová charakteristika kroužkového motoru [10]



Obrázek 10: Momentová charakteristika kroužkového motoru [10]



Obrázek 11: a) Momentové charakteristiky pro různý odpor rotoru, b) změna otáček při změně zatížení [6]

Z charakteristik patrné omezení spouštěcího proudu je využíváno zejména při práci s velkými výkony, kde by při přímém připojení na síť motor na krátko mohl způsobit pokles napětí v síti. Díky rozvoji výkonové elektroniky je v současné době kroužkový motor nahrazován kombinací motoru nakrátko a frekvenčního měniče.

## 1.6 Elektrické přístroje

Elektrické přístroje jsou zařízení určená ke spínání, jištění, ochraně, spouštění, ovládání a řízení elektrických strojů, zdrojů, vedení a spotřebičů elektrické energie. Elektrické přístroje musí mít dostatečnou elektrickou i mechanickou pevnost, dále musí odolávat vlhku, teple, zkratům a otřesům. Vyrábějí se pro normalizovaná jmenovitá napětí, pro jmenovité proudy a pro různou hustotu spínání.

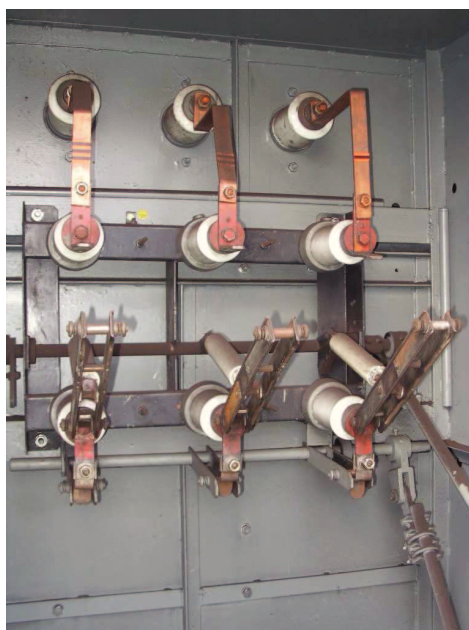
Spínací přístroje se skládají z částí:

1. kontakty
2. proudovodná dráha
3. izolátory
4. mechanismus
5. zhášecí komora
6. ověšení

[10]

### 1.6.1 Odpojovače

Používají se pro zapojování a odpojování elektrických obvodů bez zatížení ( $I = 0$  A) a k viditelnému odpojení elektrického zařízení od napětí. Používají se k odpojování částí vedení, sítí, strojů a zařízení za účelem revize, opravy či změny řazení. V sítích vysokého napětí nestačí jen odpojení proudu vypínačem, ale obvod musí být přerušen ještě viditelně ve druhém místě odpojovačem.



**Obrázek 12: Sklápěcí odpojovač uvnitř kiosku**

### 1.6.2 Odpínače

Odpínače jsou spínače schopné zapínat a vypínat proudy až do hodnoty svého jmenovitého proudu. Nejsou tedy schopné vypínat zkratové proudy, ale v zapnutém stavu je musí přenášet bez poškození. K přerušení proudu dojde, až se oddálí opalovací kontakty. Vznikne oblouk, jenž je ofukován stlačeným vzduchem a tím je hašen. Opalovací kontakty vedou proud jen při vypínání, neboť v zapnutém stavu jsou překlenuty hlavním nožem. K rychlému oddálení kontaktů a přerušení oblouku slouží pružinový mechanismus.



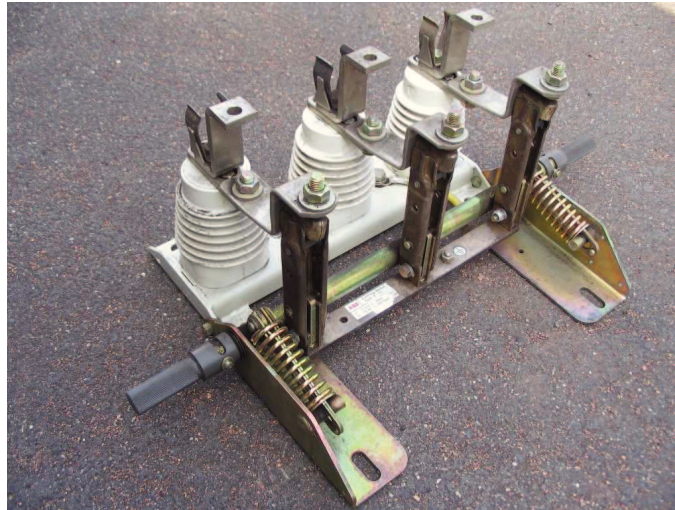
**Obrázek 13: Odpínač uvnitř kiosku včetně zkratovacího mechanismu**

### 1.6.3 Uzemňovače

Uzemňovače jsou nožové spínače, které uzemňují vypnuté části elektrického obvodu pro bezpečnost obsluhy. Často se kombinují s odpojovači – odpojovač odpojí danou část obvodu a zároveň ji uzemňovač uzemní.

### 1.6.4 Zkratovací mechanismus.

Zkratovací mechanismus je spínač, který vzájemně spojí odpojené fáze elektrického obvodu pro bezpečnost obsluhy. Bývá kombinován s odpínačem.



Obrázek 14: Zkratovací mechanismus

### 1.6.5 Výkonové vypínače

Výkonové vypínače jsou spínače schopné vypínat nebo zapínat všechny provozní proudy vyskytující se v elektrických obvodech, tedy i proudy zkratové. Mají spoušť, která při zkratu samočinně obvod rozpojí. Je u nich důležitý takzvaný jmenovitý vypínací výkon, což je součin jmenovitého proudu a zotaveného napětí. Podle zhášení elektrického oblouku rozeznáváme vypínače:

1. magnetické
2. kapalinové
3. tlakovzdušné
4. plynotlaké
5. vakuové

#### 1.6.5.1 Vakuové vypínače

Vakuová zhášedla se dnes stále více používají pro své velké výhody – jsou nehořlavá, při své funkci tichá, nevyfukují ionizované plyny nebo plameny, mají o jeden až dva řády nižší obloukové napětí, a tím i zhášecí energii – ztrátový výkon. Mají minimální opotřebení a malý potřebný zdvih kontaktů umožňuje použít jednoduchý mechanismus. Zhášedlo je zcela uzavřené, a proto může pracovat v jakémkoliv prostředí. Vyžaduje minimální údržbu a má dlouhý bezrevizní chod. [4]



Obrázek 15: Vakuový stykač pro připojení 6 kV motorů

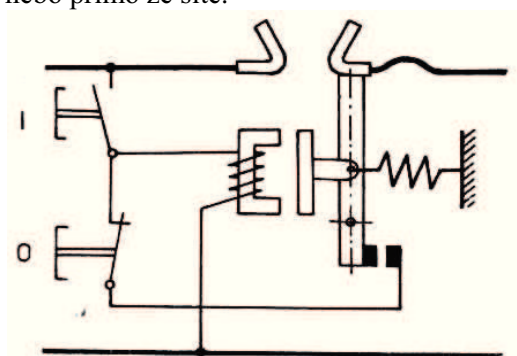


Obrázek 16: Vakuový vypínač

### 1.6.6 Stykače

Stykač je v podstatě dálkově ovládaný přístroj určený pro časté a převážně krátkodobé spínání motorů a jiných spotřebičů. Stykač má stabilní jen jednu polohu, zpravidla polohu vypnutou. Do druhé polohy se kontakty převádějí strojním mechanismem a setrvávají v ní, jen pokud tento mechanismus stále působí. Jakmile přestane působit, kontakty vrátí do výchozí polohy vypínací pružina (stabilní poloha vypnuto). Aby potřeba vratné síly byla co možná nejmenší, používají se výhradně kontakty s čelním stykem.

Zapínací mechanismus stykače může být trojího druhu: vačkový, pneumatický nebo nejčastější elektromagnetický. Ovládací elektromagnet může být na stejnosměrný nebo střídavý proud a může být napájen z pomocného zdroje nebo přímo ze sítě.



Obrázek 17: Schéma zapojení elektromagnetického relé [4]

Stykač je určen pro časté, ale spíše krátkodobé spínání provozních proudů. Počet spínaných cyklů za hodinu může dosahovat i hodnoty 1 000. [4]

### 1.6.7 Vysokonapět'ové pojistky

Pojistka je vyměnitelná část obvodu obsahující tavný vodič. U vysoko napět'ových pojistek je nutné požadovanou vypínací schopnost zajistit zmenšením průřezů vodičů asi o řád, nebo podstatným zvětšením počtu míst zúženého průřezu v porovnání s nízkonapět'ovými pojistkami. Představuje proto nejslabší článek obvodu, v němž se tepelným účinkem nadproudů tavný vodič přetaví. To má za následek vznik elektrického oblouku, po jehož zániku dojde k přerušení proudu. Působí tedy jednorázově.

Pojistka reaguje velice rychle na velké poruchové proudy, na malé nadproudy vyvolané provozním přetížením reaguje pomalu – doba tavení naroste. Pojistky jsou tedy vhodné především k jištění sítí vůči zkratovým proudům, naopak jsou nevhodné k jištění elektromotorů.

Vysokonapět'ové pojistky se vyrábějí pro jmenovité proudy do 100 A, takže k jištění s většími proudy se používá paralelní řazení několika patron. [4]



Obrázek 18: Vysokonapět'ové pojistky (6 kV, 100 A) chránící kompenzaci pásového vozu

### 1.6.8 Svodiče přepětí

#### 1.6.8.1 Přepětí

O přepětí se hovoří v případě, kdy maximální hodnota napětí vodič – zem přesáhne maximální hodnotu nejvyššího napětí vodič - zem. Z hlediska jakým vznikají, se přepětí dělí na:

1. atmosférická přepětí
2. spínací přepětí
3. dočasná přepětí
4. přechodná přepětí

Jelikož by přepět'ové vlny mohly značně poškodit zařízení rozvodu, připojují se do obvodu takzvané svodiče přepětí. Podstata jejich činnosti spočívá v tom, že po překročení dovoleného napětí se vedení

uzemní nejrychlejším způsobem, a to průrazem jiskřiště, které představuje cíleně nejslabší izolační místo chráněné části sítě. Konečnou fází činnosti svodiče přepětí je opětovné přerušení spojení se zemí, které by jinak bylo poruchovým stavem sítě.

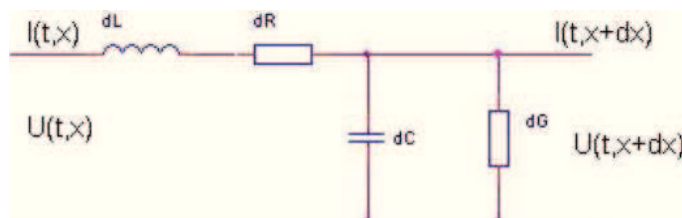
#### **1.6.8.2 Druhy svodičů**

1. rúžková bleskojistka
2. vyfukovací bleskojistka – Torokova trubice
3. ventilová bleskojistka
4. omezovače přepětí – odporníky ZnO [5]

## 2. Přechodné jevy při spínání elektrických zařízení

### 2.1 Definice přechodného jevu

Přechodný jev je děj, který se odehrává mezi dvěma ustálenými stavy. Obvyklý přechodový děj v obvodech se soustředěnými parametry řeší různé kombinace základních prvků R, L, C, a G obvodu.



Obrázek 19: Náhradní schéma elektrického vedení [7]

Takové řešení však nelze uplatnit v obvodu, jehož rozměry jsou srovnatelné s délkou vlny přiváděného signálu. Příkladem jsou obvody vysokofrekvenční techniky nebo v elektroenergetice analýza šíření přepětí po vedení. Signál na jedné straně vedení se na druhý konec dostává až za určitou dobu a v každém místě vedení se tak elektrické veličiny mění s časem. Takový obvod je označován jako obvod s rozprostřenými parametry a v prostředí lomu se s touto problematikou nesetkáme, délky vedení jsou podstatně kratší než délka vlny. [5]

$$f = 50\text{Hz} \quad (2.1)$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \quad (2.2)$$

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8}{50} = 6 \cdot 10^6 \text{ m} = 6000\text{km} \quad (2.3)$$

Dalším členem, který ovlivňuje přechodné jevy, je sám vypínač. Odpor skutečného vypínače se při vypínání mění bezprostředně s časem – narůstá z určité konečné velikosti na velikost velmi velkou, teoreticky nekonečnou.

Tato skutečnost komplikuje výpočet přechodných jevů, protože diferenciální rovnice, které popisují přechodný jev, se stávají rovnicemi s proměnnými koeficienty. Z tohoto důvodu si při řešení vypínač idealizujeme, a to tak, že mu připišeme následující vlastnosti:

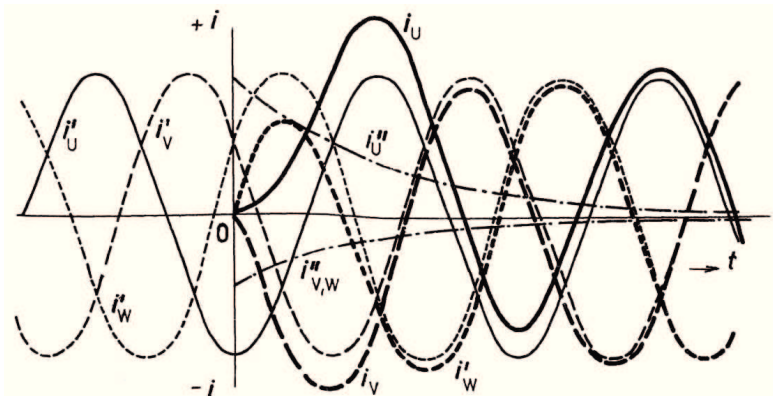
- V zapnutém stavu má nulový odpor:  $R_{zap} = 0$
- Ve vypnutém stavu má nekonečně velký odpor:  $R_{vyp} \rightarrow \infty$
- Zapnutí a vypnutí proběhne za dobu  $T_{zap,vyp} = 0$

### 2.2 Zapínání obvodu napájeného trojfázovou soustavou napětí

Při současném spínání vypínačů v jednotlivých fázích, a jsou-li parametry obvodu konstantní, je možné zapínací pochod v trojfázové soustavě uvažovat jako zapínání tří nezávislých obvodů. V tomto případě jsou napětí ve všech fázích stejná, časově posunutá o úhel  $\frac{2}{3}\pi$ . Jsou-li jednotlivé fáze stejně zatíženy, je stejná ustálená složka proudu a ve všech fázích posunutí o stejný úhel  $\varphi$  vzhledem k



napětí. Průběhy přechodných složek jsou různé, protože jejich počáteční velikosti v jednotlivých fázích nejsou stejné.



Obrázek 20: Zapínání obvodu trojfázové soustavy, póly vypínače zapínají současně [4]

Spínají-li kontakty nesoučasně, je průběh spínacího pochodu jiný. Pól, který spíná první, spíná bez proudu. Druhý zapíná na obvod se zátěží  $Z_2$  sdružené napětí

$$u_2 = U_{fm} \sqrt{3} \quad (2.4) [4]$$

Je-li při současném zapnutí amplituda ustáleného proudu v jedné fázi

$$I_{fm} = \frac{U_{fm}}{2\sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}} \quad (2.5) [4]$$

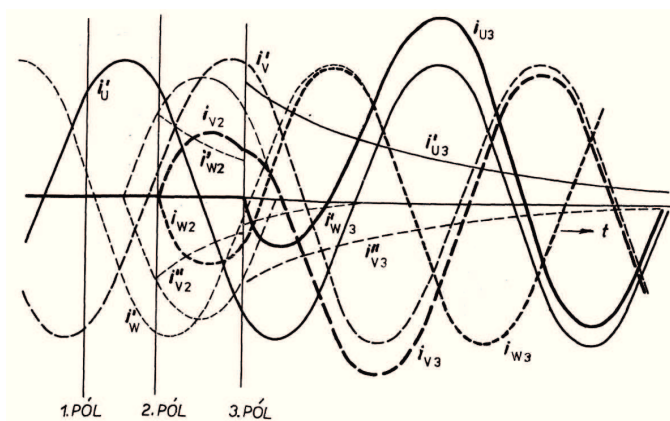
je při nesoučasném zapínání amplituda ustáleného proudu druhé zapínané fáze menší, a to

$$I_{2m} = \frac{U_{fm} \sqrt{3}}{2\sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}} = \frac{\sqrt{3}}{2} I_{fm} \cong 0,866 I_{fm} \quad (2.6) [4]$$

Třetí pól zapíná poslední a uskuteční konečné trojfázové zapnutí celé soustavy. Nastane nový přechodný jev ve všech fázích, protože konečná ustálená složka musí být

$$I_{fm} = \sin(\omega t + \chi - \varphi) \quad (2.7) [4]$$

Počáteční hodnoty nových přechodových proudů jsou rovny rozdílu ustálených proudů jednotlivých fází v okamžiku zapnutí třetího pólu spínače a proudů skutečně procházejících obvody. Pól spínající poslední spíná za stejných podmínek jako při současném zapnutí všech tří pólů.



Obrázek 21: Zapínání obvodu trojfázové soustavy, póly vypínače nezapínají současně [4]

### 3. Legislativní rámec elektroúdržby dle Státní báňské správy

Stát Horním zákonem (č. 44/1988 Sb.) a Zákonem o hornické činnosti, výbušninách a o státní správě (č. 61/1988 Sb.) definuje základní zásady, podmínky a pojmy provozu lomu. Dále ukládá povinnost dohledu *nad touto sférou* Českému báňskému úřadu, definuje jeho *strukturu, práva a povinnosti*.

#### 3.1 Zákon České republiky č. 61/1988 Sb.

Ze zákona č. 61/1988 Sb. plynou tyto poznatky:

§ 38: Ústřední orgán státní báňské správy České republiky je Český báňský úřad v Praze, lomy akciové společnosti Severočeské doly podléhají Obvodnímu báňskému úřadu pro Ústecký kraj v Mostě.

§ 39: Orgány státní správy vykonávají vrchní dozor nad dodržováním horního zákona a předpisů vydaných na jeho základě. Společnost je povinna orgánům státní báňské správy kdykoliv umožnit vstup do objektů, zařízení a na pracoviště, předložit potřebné materiály, dokumentaci, odborné posudky a podat požadované informace a vysvětlení.

§ 40: Při výkonu vrchního dozoru český báňský úřad ukládá opatření k zajištění hospodárného využívání ložisek nerostů, bezpečnosti a ochrany zdraví při práci a bezpečnosti provozu a za tím účelem organizuje, řídí a provádí zvláštní prověrky.

§ 41: Obvodní báňské úřady provádějí prohlídky objektů, zařízení a pracovišť a při tom kontrolují, jak jsou splněny povinnosti vyplývající z horního zákona. Zjišťují na místě stav, příčiny a následky závažných provozních nehod, závažných pracovních úrazů a ohrožení bezpečnosti práce a dále nařizují odstranit zjištěné závady a nedostatky, kontrolují provádění prohlídek a zkoušek technických zařízení.

Důležitý je poznatek, že vyhlášky obvodního báňského úřadu jsou nařízeními a na rozdíl od ČSN musí být dodržovány. [16]

#### 3.2 Vyhlášky ČBÚ

Dále se budu zabývat přímo vyhláškami řešícími oblast elektrotechniky. Budou vytknuty části týkající se elektrotechniky, zejména témata související s údržbou.

##### 3.2.1 Vyhláška Českého báňského úřadu o bezpečnosti a ochraně zdraví při práci a bezpečnosti provozu při úpravě a zušlechťování nerostů – předpis č. 51/1989 Sb.

Předpis č. 51/1989 Sb. z velké části udává bezpečnostní postupy při užívání elektrických zařízení, udává také zásady pro údržbu nehledě na fakt, že kontrola správného užívání elektrických zařízení patří rovněž mezi úkoly údržby. Není bez zajímavosti, že zcela identické texty obsahuje i předpis č. 26/1989 Sb. – Vyhláška českého báňského úřadu o bezpečnosti a ochraně zdraví při práci a bezpečnosti.

§ 48: Elektrická zařízení musí svým provedením odpovídat prostředí a prostorům, ve kterých jsou provozována, a to zejména z hlediska nebezpečí úrazu elektrickým proudem a výbuchu uhelného prachu nebo jiných látek tvořících se vzduchem výbušnou směs.

§ 49: Elektrická stanice musí být umístěna a provedena tak, aby elektrické zařízení v ní nebylo vystaveno nepříznivým vlivům, zejména působení vody a prachu a nebezpečí mechanického poškození.

§ 50: Kabely musí být ukládány, spojovány a připojovány tak, aby nebyly nepříznivě namáhány nebo poškozovány a aby napětí v tahu nebylo přenášeno na vodiče. Uložené, avšak nepoužívané kabely musí být zkratovány a na obou koncích zaizolovány nebo jinak bezpečně ukončeny.

§ 56

Práce na elektrickém zařízení

- (1) Práce na elektrickém zařízení pod napětím, kromě sdělovacích zařízení, může být prováděna jen výjimečně.
- (2) Před zahájením práce na elektrickém zařízení pod napětím musí být v okruhu nejméně 1 m odstraněn a, není-li to možné, zneškodněn hořlavý prach.
- (3) Práce na elektrickém zařízení pod napětím mohou provádět pouze určené pracovníci s kvalifikací nejméně pro samostatnou činnost.
- (4) Další požadavky na zajištění bezpečnosti práce na elektrickém zařízení stanovuje zvláštní předpis.

§ 57

Údržba elektrických zařízení

- (1) Údržba elektrických zařízení musí být prováděna podle § 47 a zvláštních předpisů.
- (2) Způsoby a lhůty prohlídek, údržby a revizí elektrických zařízení určí organizace v provozní dokumentaci.
- (3) Při prohlídkách musí být kontrolováno, zda
  - a) elektrická zařízení a kabelové rozvody nejsou poškozeny nebo nesprávně používány,
  - b) vyhovuje ochrana před nebezpečným dotykovým napětím (ochranné uzemnění, kryty apod.),
  - c) je kolem elektrického zařízení udržována čistota a pořádek, dodržován volný prostor a jsou v dobrém stavu ochranné pomůcky a hasicí přístroje.
- (4) Nadproudové ochrany do 1 kV musí být zkoušeny před uvedením do provozu a dále nejméně
  - a) jednou za 3 roky u zařízení s příkonem větším než 100 kVA,
  - b) jednou za 5 let u ostatních zařízení. V prostorách bez nebezpečí výbuchu se tyto zkoušky provádí jen u zařízení zajišťujících stupeň dodávky I.
- (5) Přímé nadproudové ochrany u zařízení nad 1 kV musí být zkoušeny a funkčně ověřeny před jejich uvedením do provozu a dále nejméně jedenkrát za tři roky.
- (6) Na releových ochranách a automatikách musí být prováděny
  - a) primární zkoušky na elektrických zařízeních vysokého a velmi vysokého napětí
    1. při uvedení elektrického zařízení do provozu,
    2. místo každé třetí sekundární zkoušky,
  - b) sekundární zkoušky
    1. na elektrických zařízeních hlavních transformačních stanic vysokého a velmi vysokého napětí jednou za rok,
    2. u ostatních elektrických zařízení vysokého a velmi vysokého napětí jednou za 2 roky,
    3. u elektrických zařízení do 1 kV v rozsahu kontroly a ověření správné funkce jednou za 3 roky.
- (7) Nadproudová ochrana se zkouší ve všech člácích. Článek jistící proti přetížení se zkouší vypnutím podle charakteristiky ochrany při nastavení na jmenovitý proud spotřebiče. Článek jistící

proti zkratu, je-li jím ochrana vybavena, se zkouší při nejmenším proudu, při kterém má podle údajů výrobce článek působit. Elektronické ochrany se zkouší podle návodu výrobce.

(8) Pro zkoušky releových ochran a automatik musí být k dispozici provozní dokumentace. [12]

### 3.2.2 Vyhláška Českého báňského úřadu o vyhrazených elektrických zařízeních – č. 74/2002 Sb.

Vyhláška definuje, co je a co není vyhrazeným zařízením. Dále upozorňuje na nutnost získat patřičné oprávnění pro nakládání s vyhrazenými elektrickými zařízeními a požadavky na odbornou způsobilost organizací pro získání tohoto oprávnění.

#### § 2

Vyhrazená elektrická zařízení

(1) Vyhrazeným elektrickým zařízením je:

- a) elektrické zařízení v prostorech s nebezpečím výbuchu plynů a par, elektrické zařízení v prostorech s nebezpečím požáru nebo výbuchu prachů nebo výbušnin, elektrické zařízení v prostorech z hlediska nebezpečí úrazu elektrickým proudem zvláště nebezpečných a elektrické zařízení v plynujících dolech a uhelných dolech a také zařízení, kterým je v souvislosti s těmito prostory a doly zajištěna ochrana před bleskem a před nebezpečnými účinky statické elektřiny,
- b) elektrické zařízení silové v ostatních prostorech a s tímto zařízením související spínací a řídicí zařízení; za spínací a řídicí zařízení se považují i ovládací a bezpečnostní obvody.

(2) Za vyhrazené elektrické zařízení se nepovažuje:

- a) elektrické zařízení držené v ruce do napětí 400 V střídavých nebo 440 V stejnosměrných, pokud toto není pevně připojené k elektrické síti,
- b) elektrické zařízení přenosné do napětí 400 V střídavých nebo 440 V stejnosměrných, pokud toto není pevně připojené k elektrické síti,
- c) elektrické zařízení nepřenosné nebo upevněné do napětí 400 V střídavých nebo 440 V stejnosměrných, pokud toto není pevně připojené k elektrické síti,
- d) pohyblivé přívody a šňůrová vedení pro elektrická zařízení do napětí 400 V střídavých nebo 440 V stejnosměrných, která mají průřez fázového nebo krajního vodiče 6 mm<sup>2</sup> nebo menší, pokud nejsou pevně připojena k elektrické síti.

#### § 3

Požadavky na odbornou způsobilost organizací a způsob jejího prověřování pro vydání oprávnění

(1) Odborně způsobilou pro montáž, opravy, revize a zkoušky vyhrazených elektrických zařízení je organizace, která splňuje požadavky k zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci a bezpečnosti provozu při činnosti na vyhrazených elektrických zařízeních stanovené zvláštním právním předpisem a která má k této činnosti platné oprávnění vydané obvodním báňským úřadem.

(2) Žádost o vydání oprávnění se podává u místně příslušného obvodního báňského úřadu, v jehož obvodu působnosti má organizace sídlo, popřípadě místo podnikání, nebo podnikající fyzická osoba místo trvalého pobytu. Není-li takové místo na území České republiky, řídí se příslušnost podle místa zamýšlené činnosti, k níž je oprávnění třeba.

(3) Organizace žádající o prověření odborné způsobilosti a vydání oprávnění k montáži, opravám, revizím a zkouškám vyhrazených elektrických zařízení prokáže alternativně ve vztahu k požadovanému rozsahu oprávnění, nejpozději při prověřování odborné způsobilosti, že

- a) k řízení prací na vyhrazeném elektrickém zařízení má odborně způsobilou osobu, popřípadě osoby,
- b) k činnosti má potřebné technické vybavení a prostory,
- c) má zajištěno provádění montáže, oprav a předepsaných kontrol, zkoušek a revizí vyhrazených elektrických zařízení odborně způsobilou osobou s odpovídající elektrotechnickou odborností.

(4) V žádosti o vydání oprávnění organizace uvede rozsah požadovaného oprávnění, údaje dokládající splnění požadavků podle odstavce 3 a dále pak

a) obchodní jméno nebo název, jde-li o právnickou osobu, popřípadě jméno a příjmení, jde-li o fyzickou osobu,

b) sídlo, popřípadě místo podnikání právnické osoby, popřípadě adresu místa trvalého pobytu fyzické osoby,

c) identifikační číslo, bylo-li přiděleno, popřípadě datum narození fyzické osoby,

d) jméno a příjmení osoby určené k řízení prací a adresu místa jejího trvalého pobytu včetně jejího osvědčení o způsobilosti k výkonu funkce a data jejího narození.

(5) Obvodní báňský úřad ověří, zda jsou splněny podmínky pro vydání oprávnění, jinak oprávnění nevydá.

(6) Obvodní báňský úřad v oprávnění uvede

a) obchodní jméno nebo název, jde-li o právnickou osobu, popřípadě jméno a příjmení, jde-li o fyzickou osobu,

b) sídlo, popřípadě místo podnikání právnické osoby, popřípadě adresu místa trvalého pobytu fyzické osoby,

c) identifikační číslo, bylo-li přiděleno, popřípadě datum narození fyzické osoby,

d) předmět činnosti (montáž, opravy, revize, zkoušky),

e) v evidenčním čísle rozsah činnosti podle přílohy,

f) datum vydání oprávnění a dobu, na kterou se vydává.

(7) Oprávnění pozbývá platnost, když organizace neplní podmínky uvedené v odstavci 3. [13]

### **3.2.3 Vyhláška Českého báňského úřadu o bezpečnosti provozu elektrických technických zařízení používaných při hornické činnosti a činnosti prováděné hornickým způsobem – předpis č. 75/2002 Sb.**

Vyhláška vysvětluje základní pojmy a požadavky spojené s bezpečností elektrických zařízení. Rozděluje elektrická zařízení do tříd a skupin, definuje požadavky na zařízení při provozu a pro uvedení do provozu, řeší bezpečnost provozovaných zařízení, nutné kontroly a revize, v neposlední řadě udává rovněž požadavky na odbornou způsobilost osob řídících nebo pracujících na zařízení.

#### **§ 2**

##### **Výklad pojmů**

Pro účely této vyhlášky se rozumí

a) prací na elektrickém zařízení - obsluha, montáž, demontáž, oprava, prohlídka, kontrola, údržba, zkoušení a měření a revize elektrických zařízení,

b) prohlídkou - činnost směřující k ověření, zda volba elektrického zařízení odpovídá provozním podmínkám, zda elektrické zařízení je řádně instalováno a provozováno a zda jsou respektovány požadavky jeho výrobce, dovozce, osoby zplnomocněné výrobcem nebo dovozcem, popřípadě distributora (dále jen "výrobce"), jakož i výrobců jeho jednotlivých částí na jeho instalaci a provoz a že zařízení není viditelně poškozeno tak, že by tím byla ohrožena bezpečnost práce a provozu,

c) organizací - právnická nebo fyzická osoba oprávněná k podnikání, pokud vykonává některou z činností uvedených v této vyhlášce,

d) řádem prohlídek, údržby a revizí - písemný dokument jakožto součást provozní dokumentace, kterým organizace vymezuje požadavky, lhůty, postupy, pravidla a záznamy v provozní knize při prohlídce a údržbě elektrických zařízení, včetně preventivní údržby, a určuje lhůty pravidelných revizí,

- e) zkouškou - zkoušení a měření podle části B přílohy č. 4, popřípadě i soubor dalších technických úkonů určených průvodní dokumentací k ověření, že opatření k zajištění bezpečnosti práce a provozu včetně bezpečnosti elektrického zařízení a návazného technického zařízení, bez ohledu na jeho druh, plní svůj účel,
- f) revizí - souhrn potřebných úkonů podle přílohy č. 4, kterými se ověřuje bezpečný stav elektrického zařízení uváděného do provozu nebo již provozovaného,
- g) zprávou o revizi - písemný doklad o výsledku revize vypracovaný revizním technikem elektrických zařízení podle přílohy č. 3 s využitím informací nezbytných pro provádění revize, z něhož je patrný stav elektrického zařízení v době vykonání revize a splnění požadavků kladených na bezpečnost práce a provozu, na bezpečnost provozu tohoto zařízení a na jeho provozní dokumentaci,
- h) uvedením elektrického zařízení do provozu - úkon, kterým po provedení předepsané revize na elektrickém zařízení nebo jeho kontroly ke zjištění jeho stavu a vlivu na okolí a na pracovní prostředí a po zhodnocení dosažených výsledků bylo zařízení uznáno schopným trvalého užívání nebo používání a bezpečného provozu,
- i) elektrickým zařízením třídy ochrany I - zařízení, které má na všech částech alespoň pracovní izolaci a ochrannou svorku nebo ochranný kontakt; elektrické zařízení třídy ochrany I může mít některé části s dvojitou nebo zesílenou izolací nebo části, které mají bezpečné malé napětí,
- j) elektrickým zařízením třídy ochrany II - zařízení, které má dvojitou nebo zesílenou izolaci,
- k) elektrickým zařízením třídy ochrany III - zařízení, které je určeno pro připojení na zdroj bezpečného malého napětí a které nemá žádné vnitřní ani vnější obvody s napětím větším, než je bezpečné malé napětí.

#### § 4

##### Elektrická zařízení tříd A a B

(1) Elektrickým zařízením třídy A je:

- a) elektrické zařízení v prostorech s nebezpečím výbuchu plynů a par, elektrické zařízení v prostorech s nebezpečím požáru a výbuchu prachů nebo výbušnin, elektrické zařízení v prostorech z hlediska nebezpečí úrazu elektrickým proudem zvláště nebezpečných a elektrické zařízení v plynujících dolech a uhelných dolech,
- b) elektrické zařízení silové v ostatních prostorech a s tímto zařízením související spínací a řídicí zařízení; za spínací a řídicí zařízení se považují i ovládací a bezpečnostní obvody,
- c) elektrické zařízení těžních zařízení pro svislou dopravu,
- d) elektrické zařízení uvedené v odstavci 3 písm. c) a d), pokud je pevně připojené k elektrické síti,
- e) zařízení, kterým je zajištěna ochrana před bleskem,
- f) zařízení, kterým je zajištěna ochrana před nebezpečnými účinky statické elektřiny v prostorech s nebezpečím výbuchu plynů, par, prachů nebo výbušnin.

(2) Elektrické zařízení třídy A podléhá provádění výchozích, pravidelných, popřípadě mimořádných revizí revizním technikem s osvědčením příslušného rozsahu podle přílohy č. 1.

(3) Elektrickým zařízením třídy B je:

- a) elektrické zařízení silové držené v ruce do napětí 690 V střídavých nebo 440 V stejnosměrných,
- b) elektrické zařízení silové přenosné do napětí 690 V střídavých nebo 440 V stejnosměrných,
- c) elektrické zařízení silové nepřenosné nebo upevněné do napětí 690 V střídavých nebo 440 V stejnosměrných, pokud toto není pevně připojené k elektrické síti,
- d) pohyblivé přívody a šňůrová vedení pro silové elektrické zařízení do napětí 690 V střídavých nebo 440 V stejnosměrných, která mají průřez fázového nebo krajního vodiče 6 mm<sup>2</sup> nebo menší, pokud nejsou pevně připojena k elektrické síti.

(4) Elektrické zařízení třídy B podléhá provádění pravidelných, popřípadě mimořádných kontrol osobou s elektrotechnickou kvalifikací alespoň pracovníka znalého podle zvláštního právního předpisu. [14]

## 4. Zásady provádění údržby elektrozařízení na lomu

Údržba je prováděna preventivně při plánovaných preventivních a provozních odstávkách nebo během provozu. Odstraňují se závady a nedostatky zjištěné při provozu a při pravidelných kontrolách. Přednost mají závady ohrožující bezpečnost provozu a osob, teprve pak následují závady ohrožující plynulý provoz lomu. Bezpečnost musí být zaručena i za cenu přerušování provozu.

Činnost elektroúdržby musí být schválena příslušným nadřízeným – elektromechanikem provozního úseku. Při zásahu do funkce zařízení musí být vyhotovena a schválena dokumentace.

Preventivní údržba se provádí při plánovaných preventivních odstávkách, je snaha o využití i jiných technologických prostojů. Informace o provedené činnosti musí být zaznamenána do Provozního deníku elektroúdržby, dle potřeby i do jiných služebních knih.

Pravidelné prohlídky se řídí Řádem prohlídek, údržby a revizí. V řádu jsou popsány podmínky, lhůty, postupy, pravidla, povinnosti, které je nutno při prohlídkách dodržovat.

Elektrická zařízení jsou rozdělena do dvou tříd A a B, při čemž třída A podléhá provádění pravidelných revizí. Zařízení v uhelných lomech na velkostrojích a zařízení dálkové pásové dopravy včetně jejich doplňkových zařízení (kabelové vozy, drtiče, shazovací vozy) včetně napájecích vedení a příslušných mobilních nebo přesuvných transformoven patří do skupiny A2.

Zajištěním prohlídek, zkoušek a údržby je pověřen provozovatel. Důležité je neopomenout požadavky výrobce dle dodané dokumentace. Provozovatel odpovídá za včasné a odborné odstranění závad, rovněž musí vést předepsanou dokumentaci a uchovávat ji v rozsahu daném obecně závaznými předpisy nebo technickými normami.



## Závěr

Ve své práci jsem nejdříve popsal těžební proces povrchového lomu, neboť jsem považoval za důležité, aby byla pochopena náročnost a rozměry tohoto prostředí. Následně jsem se věnoval základním používaným elektrickým přístrojům a asynchronním motorům.

Co jistě stojí za pozornost, je fakt, že nejčastější závady nejsou v elektrických částech zařízení, ale v mechanických. U kroužkových motorů dochází jak k opotřebením (obroušení) uhlíků, tak i samotných kroužků. To patří k základním vlastnostem a nevýhodám asynchronních kroužkových motorů. Četnost tohoto jevu se zvýší, pokud dojde k vyosení kroužků a vzniku kmitů. Podstatným jevem je vznik prachu z uhlíků, který musí být z prostoru kroužků odstraněn. Jistým řešením by bylo kroužkové motory nahradit těmi nakrátko s měniči. To by si však vyžádalo kompletní rekonstrukci poháněcí stanice a investici ve výši asi 15 000 000 Kč na jednu poháněcí stanici.

U malých motorů jsou nejčastější závadou zničená ložiska, eventuelně také spálené vinutí následkem mechanického nedostatku a absence regulace.

Kromě řešení oprav po havárii má údržba za úkol rovněž provádění pravidelných kontrol a revizí. Četnost revizí je dána předpisy dle třídy zařazení konkrétního zařízení a pokud jsou prováděny správně, vedou ke včasnému odhalení závad a jejich následné opravě dříve, než dojde k závažnějšímu poškození zařízení. Tímto způsobem je možné výrazně prodloužit životnost elektrického zařízení, odložit potřebu generální opravy a ušetřit nemalé finanční prostředky.

S dodržováním intervalu kontrol bývá často problém, protože pro jejich provedení musí být velkostroj zastaven, což znamená riziko neplnění plánu a finanční ztráty. V praxi je snaha kontroly a revize provádět namísto v pevně stanovené datum společně s dalšími technologickými odstávkami. V potaz se musí vzít i požadavky výrobce, které mohou mít vliv na délku záruky.

## Literatura

- [1] Bureš, M. Tabulka krytí IP [online]. C1998, poslední revize 18.9.2003 [cit 2012-04-08]. Dostupné z <<http://elektrika.cz/data/clanky/krip030918>>.
- [2] Dudek, J. Školení odborné kvalifikace osob v elektrotechnice dle vyhl. 50/1978 SB. §4
- [3] Electric Motors & DC Motors [online]. c2012 [2012-04-14]. Dostupné z <[http://www.electricmotors.machinedesign.com/guiEdits/Content/bdeee11/bdeee11\\_7.aspx](http://www.electricmotors.machinedesign.com/guiEdits/Content/bdeee11/bdeee11_7.aspx)>.
- [4] Havelka, O. a kolektiv. Elektrické přístroje. 1. vyd. Praha: SNTL (Alfa), 1985. 440 s.
- [5] Mach, V. Technika vysokého napětí. 2.vyd. Ostrava: ES VŠB 2006. 114 s. ISBN 80-248-1161-8
- [6] Neborák, I. Mechatronické systémy. Ostrava: Skriptum VŠB-TUO, 2009.
- [7] Parciální diferenciální rovnice popisující dlouhé vedení [online]. [cit 2012-04-12]. Dostupné z <<http://cct.hrnek.cz/clanky/vedeni.htm>>.
- [8] Státní báňská správa ČR [online]. c2005 [cit. 2012-03-15]. Dostupné z <<http://www.cbusbs.cz/pusobnost-sbs.aspx>>.
- [9] Strohmeier - Šlechta - Zeman. Výběr z elektrotechnických předpisů a norem. 1. vyd. Bílina: SD, a.s. 1998
- [10] Vavříniák, P. Elektrické stroje a přístroje, Ostrava: SŠE Ostrava, 2006. 92 s.
- [11] Vyhláška Českého báňského úřadu č. 26/1989 Sb., o bezpečnosti a ochraně zdraví při práci a bezpečnosti provozu při hornické činnosti a při činnosti prováděné hornickým způsobem.
- [12] Vyhláška Českého báňského úřadu č. 51/1989 Sb., o bezpečnosti a ochraně zdraví při práci a bezpečnosti provozu při úpravě a zušlechťování nerostů.
- [13] Vyhláška Českého báňského úřadu č. 74/2002 Sb., o vyhrazených elektrických zařízeních.
- [14] Vyhláška Českého báňského úřadu č. 75/2002 Sb., o bezpečnosti provozu elektrických technických zařízení používaných při hornické činnosti a činnosti prováděné hornickým způsobem.
- [15] Základní informace o společnosti [online]. [cit 2012-04-20]. Dostupné z <<http://www.sdas.cz/showdoc.do?docid=527>>
- [16] Zákon České národní rady č. 61/1988 Sb., o hornické činnosti, výbušninách a o státní báňské správě.