

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ**

KEV – Katedra výkonové elektroniky a strojů

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**Diagnostika výkonových vypínačů VN a VVN v ČEZ
Distribuce, a.s.**

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta elektrotechnická

Akademický rok: 2020/2021

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Jan PETRÁČEK**
Osobní číslo: **E19B0041K**
Studijní program: **B2644 Aplikovaná elektrotechnika**
Studijní obor: **Aplikovaná elektrotechnika**
Téma práce: **Diagnostika výkonových vypínačů VN a WN v ČEZ
Distribuce, a.s.**
Zadávající katedra: **Katedra výkonové elektroniky a strojů**

Zásady pro vypracování

1. Specifikujte výkonové vypínače používané v rámci distribuční soustavy ČEZ pro kabelové vedení a pro nadzemní vedení.
2. Uveďte diagnostické metody vypínačů používané v ČEZ Distribuce a porovnejte metody na VN a WN.
3. Zhodnoťte diagnostické výsledky a jejich dopad na provoz zařízení.

Rozsah bakalářské práce: **30–40 stran**
Rozsah grafických prací: **podle doporučení vedoucího**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

1. Student si vhodnou literaturu vyhledá v dostupných materiálech skupiny ČEZ a odborných textech zabývajících se diagnostikou výkonových vypínačů.

Vedoucí bakalářské práce: **Doc. Ing. Eva Müllerová, Ph.D.**
Katedra elektroenergetiky

Datum zadání bakalářské práce: **9. října 2020**
Termín odevzdání bakalářské práce: **27. května 2021**



Prof. Ing. Zdeněk Peroutka, Ph.D.
děkan





Prof. Ing. Václav Kůs, CSc.
vedoucí katedry

Abstrakt

Předkládaná bakalářská práce je zaměřena na diagnostické metody výkonových vypínačů ve společnosti ČEZ Distribuce, a. s. V této práci jsem představil základní postupy a metody, které se využívají pro diagnostiku výkonových vypínačů. Pro tyto zkušenosti jsem čerpal zejména ze zdrojů praktického měření na distribuční soustavě. V rámci těchto měření jsem přidružil informace k řádu preventivní údržba a kritérií, které pomáhají zařízení hodnotit. Dále jsem rozebral jednotlivé typy výkonových vypínačů.

Klíčová slova

Diagnostika, výkonový vypínač, VN, VVN, kontakt, střadačový pohon, SF6, čas vypnutí, dynamický odpor, vibrační analýza, proud cívky, nesouhlas pólů vypínače

Abstract

The master theses presents the principles of Diagnostics of HV and EHV circuit breakers in ČEZ Distribuce, a. s. Also I briefly described instrumen euipement, methods, types and history of circuit breakers.

Key words

Diagnostics, circuit breaker, HV, EHV, history, SF₆, close time, dynamic resistance

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí této bakalářské práce.

Dále prohlašuji, že veškerý software, použitý při řešení této bakalářské práce, je legální.

.....
podpis

V Plzni dne 2.6.2021

Jméno příjmení

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval vedoucí diplomové práce doc. Ing. Evě Mullerové, Ph.D. za cenné profesionální rady, připomínky a metodické vedení práce.

Obsah

OBSAH	8
ÚVOD	10
SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK	11
1 OBECNĚ O VÝKONOVÉM VYPÍNAČI	12
1.1 HISTORIE VÝKONOVÝCH VYPÍNAČŮ	12
1.2 VÝZNAM A POUŽITÍ VÝKONOVÉHO VYPÍNAČE	12
1.2.1 Provedení výkonového vypínače	13
1.3 ZHÁŠECÍ MÉDIA	17
1.3.1 SF6	18
1.3.2 Vakuum	18
1.3.3 Minerální olej	18
1.3.4 Expanzin	19
2 VÝKONOVÉ VYPÍNAČE POUŽÍVANÉ V DISTRIBUČNÍ SOUSTAVĚ	20
2.1.1 VN	20
2.1.2 VVN	24
3 DIAGNOSTIKA – METODY A ROZDÍLY NA NAPĚŤOVÝCH HLADINÁCH	27
3.1 DIAGNOSTICKÉ METODY	27
3.1.1 Měření vypnutí a zapnutí hlavních kontaktů vypínače	28
3.1.2 Měření schopnosti vypínače OZ a zapnutí do zkratu	28
3.1.3 Určení kvality a znečištění izolačního média vypínače	29
3.1.4 Kontrola zapínacích a vypínacích cívek	31
3.1.5 Měření průběhu proudu cívky	31
3.1.6 Měření vibrací	32
3.1.7 Měření dynamického odporu hlavních kontaktů	33
3.1.8 Kontrola motorového pohonu vypínače	33
3.2 MĚŘICÍ PŘÍSTROJE POUŽÍVANÉ PRO DIAGNOSTIKU	34
3.2.1 Programma TM1800	34

3.2.2	Zdroj BE10e.....	35
3.2.3	Megger Mjolner 600.....	36
3.3	POSTUPY ŘPÚ A DÍLČÍ ČINNOSTI.....	38
3.3.1	Postupy ŘPÚ.....	38
3.4	KRITÉRIA VYHODNOCENÍ ŘPÚ.....	40
3.4.1	Atmosférické podmínky.....	41
3.5	VÝSLEDKY HODNOCENÍ ŘPÚ A JEJICH DOPAD NA PROVOZ ZAŘÍZENÍ.....	41
4	ZÁVĚR.....	42
	SEZNAM LITERATURY A INFORMAČNÍCH ZDROJŮ.....	44

Úvod

Předkládaná práce je zaměřena na diagnostiku výkonových vypínačů VN a VVN v ČEZ Distribuce, a. s.

Diagnostika elektrického zařízení je důležitý vědní obor, který pomáhá ke zkoumání daného zařízení a zajišťuje prevenci před přicházející poruchou. Díky pravidelné diagnostice jsme schopni zajistit bezpečný stav a chod nejen zařízení ale i kritické infrastruktury. Diagnostiku můžeme rozdělit na online a offline diagnostiku. Online diagnostika sbírá data průběžným měřením a vyhodnocením fyzikálních parametrů daného zařízení v závislosti na aktuálním stavu sítě. Díky těmto datům jsme schopni zaznamenat provozní anomálie na daném zařízení. Tato forma diagnostiky je přínosná u prvků kritické infrastruktury, zejména výrobních bloků elektráren anebo prvků přenosové soustavy.

V rámci mé práce se zaměřím na offline diagnostiku, a to konkrétně diagnostiku výkonových vypínačů na hladinách VN a VVN. Postupně vám představím historii, provedení, základní diagnostické metody a vyhodnocování výsledků diagnostiky.

Seznam symbolů a zkratek

U_n	[V]	jmenovité napětí
U_p	[kV/2,5mm]	průrazné napětí
I_n	[A]	jmenovitý proud
f	[Hz]	frekvence
p	[Pa]	tlak
t_k	[s]	doba zkratu

SKČ	Skupina ČEZ
ČEZd.....	ČEZ Distribuce a. s.
ŘPÚ	Řád preventivní údržby
SF6.....	Fluorid Sírový
AC.....	střídavý elektrický proud
DC.....	stejnsměrný elektrický proud
ČSN	česká technická norma
EN.....	evropská norma
IEC.....	mezinárodní norma
VN	vysoké napětí
VVN	velmi vysoké napětí
OZ.....	opětovné zapnutí
VYP	vypnutí
ZAP.....	zapnutí
VTR	výkonové transformátory
DTW	Domain Time Wrapping
TD.....	Technik diagnostiky

1 Obecně o výkonovém vypínači

1.1 Historie výkonových vypínačů

Vznik prvních vypínačů se datuje do doby, kdy se elektrická energie začala uplatňovat i v průmyslu. Mluvíme tedy o konci 19. století. Nejednalo se však o vypínače v pravém slova smyslu, jak je známe dnes. [8]

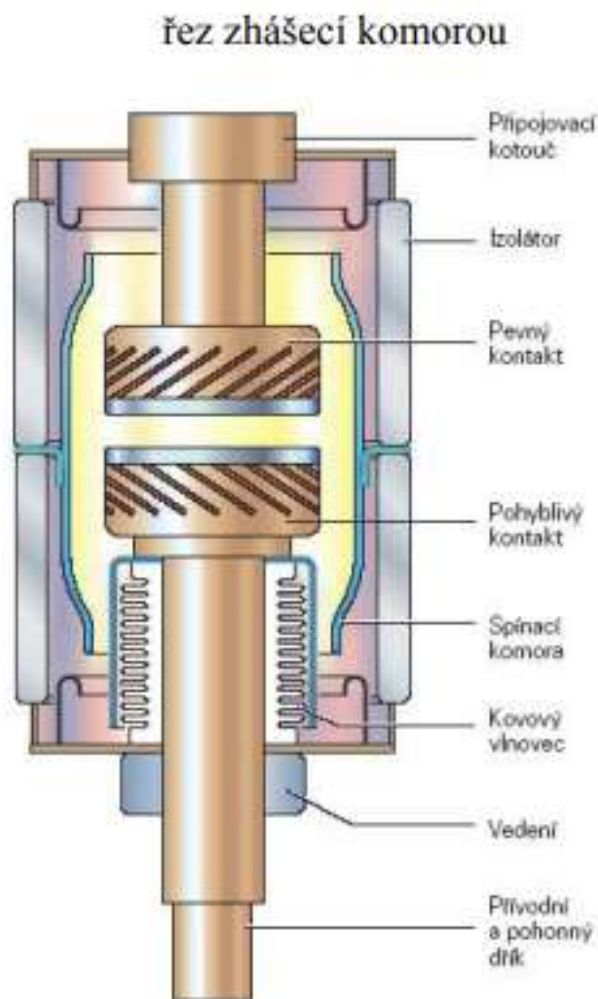
Rozdíl původních vypínačů byl zejména v konstrukci. Hlavním zhašecím médiem byl vzduch a nevyžívaly se žádné trysky pro rychlejší uhašení a chlazení oblouku. Z počátku 20. století se využívaly vypínače, které obsahovaly jako zhašecí médium olej. Tyto vypínače byly nejdříve v kotlovém provedení, kontakty zde byly v oleji plně ponořeny. Následným vývojem a rozvojem technologie vypínačů přibyla zhašecí komora a médium bylo umístěno do izolačních pouzder. Těmito kroky vznikly první maloolejové vypínače. Tento typ vypínačů byl majoritně využíván do 30. let 20. století.

Poté následovalo období, kdy se začaly využívat vypínače tlakovzdušné a postupně se zkoumala i další zhašecí média. V roce 1940 se poprvé v USA objevilo využití plynu SF₆, který je dodnes hojně využíván. Využití tohoto plynu rozjelo vývojovo-patentový závod zejména v západní Evropě, který tuto technologii posunul do dnešní podoby. Tomuto rozvoji pomohlo také poválečné období, kdy docházelo k velké rekonstrukci průmyslu a s ním spojená větší spotřeba elektrické energie. Paralelně s tímto rozvojem se objevují první vakuové vypínače, které si dodnes drží přední pozice po boku SF₆.

1.2 Význam a použití výkonového vypínače

Výkonové vypínače slouží k vypínání výkonů vedení a lokálních linek na hladinách VN a VVN. Výkonové vypínače rozdělujeme dle jednotlivých zhašecích médií, konstrukčních provedení podle napěťových hladin, podle typu pohonu.

1.2.1 Provedení výkonového vypínače



Obr. 1: Provedení vypínače

Provedení vypínače může být jednopólové nebo třípólové. Jednopólové vypínače používáme u vývodů linek VVN a u spojek přípojnic. Toto provedení je výhodné při opětovném zapínání (OZ), kde se vypínají jeden nebo tři póly vypínače podle druhu zkratu. Třípólové vypínače využíváme u polí transformátorů nebo u spojek hlavních přípojnic, nebo tam, kde by nesouměrné vypnutí napájení mohlo způsobit poškození technologie.

Výkonový vypínač se skládá z:

1. Zhášecí komora
 - a. Prostor vypínače v kterém dochází k uhašení elektrického oblouku

2. Izolační médium
 - a. Olej
 - b. Vakuum
 - c. SF₆
 - d. Expanzin
3. Kontaktů proudové dráhy
4. Přívodního vedení
5. Ovládací skříně
 - a. Slouží k připojení spínacích a vypínacích kontaktů
6. Typy pohonu
 - a. Pneumatický pohon – Tento princip pohonu používá pro svůj pohyb pouze plyny. Konkrétně suchý vzduch. Každý vypínač je vybaven tlakovou nádobou (zásobníkem), který je pak připraven k fyzické operaci. Zásobník je zásobován větším vzdušníkem, díky tomuto zajištění je umožněna rychlá opakovatelnost operací. Pracovní tlak vzduchové náplně je 1,1 MPa. Tento typ pohonu je již velmi ojedinělý a postupně dochází k rekonstrukci na modernější principy. Vzduchový obvod včetně pohonu vypínače, kompresorů a ventilů, je velmi náročný na údržbu.
 - b. Střadačový pohon – Tento typ pohonu patří mezi nejpoužívanější pohony v dnešních zařízeních. Konstrukce se skládá z pružin, které slouží pro nasrádání kinetické energie. Tyto pružiny můžeme natáhnout buďto klikou nebo pomocným motorkem. Dále je vybaven tlumičem pro utlumení rázů při spínacích a vypínacích operacích. Střadačový pohon je konstruován pro 3 operace VYP-ZAP-VYP. Po ukončení cyklu se pružina opětovně nasrádá, ale již sama automaticky nesepe.

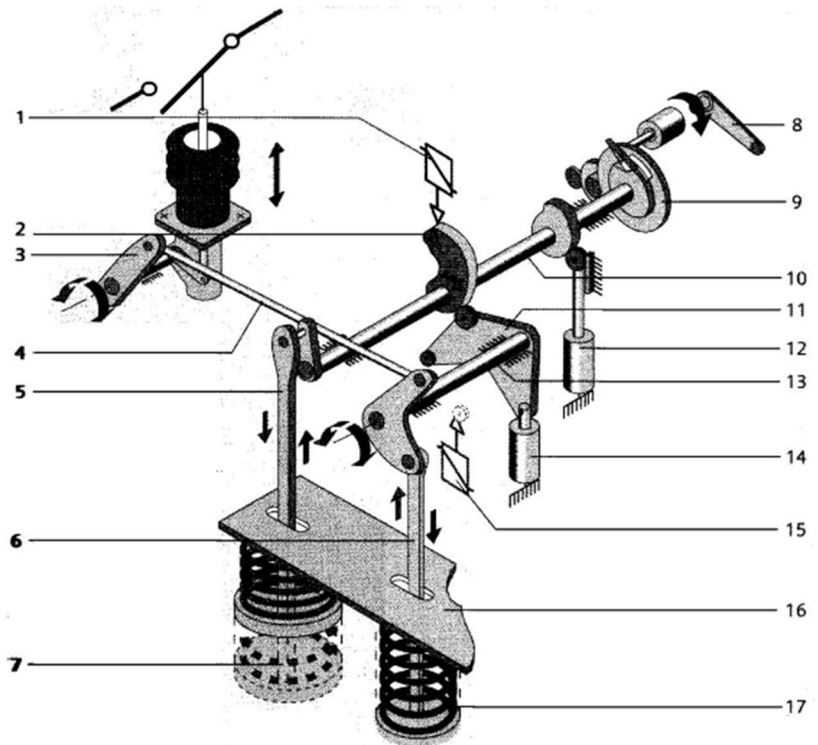
Střadačový pohon

- energie se akumuluje v pružinách napínaných pomocí elektromotoru, popř. ručně (klikový mechanismus)
- pružina umožní mžikové spínání kontaktního mechanismu
- pro systém opětovného zapínání (OZ) je třeba nahromadit dostatečné množství energie pro celý cyklus O – C – O, tedy vypnout – zapnout – vypnout; uvolňování energie pružiny se děje po částech nebo se použije více pružin

na obrázku: motor s převodem 9 napíná zapínací pružinu 7, která vždy při svém pohybu napíná i vypínací pružinu 17

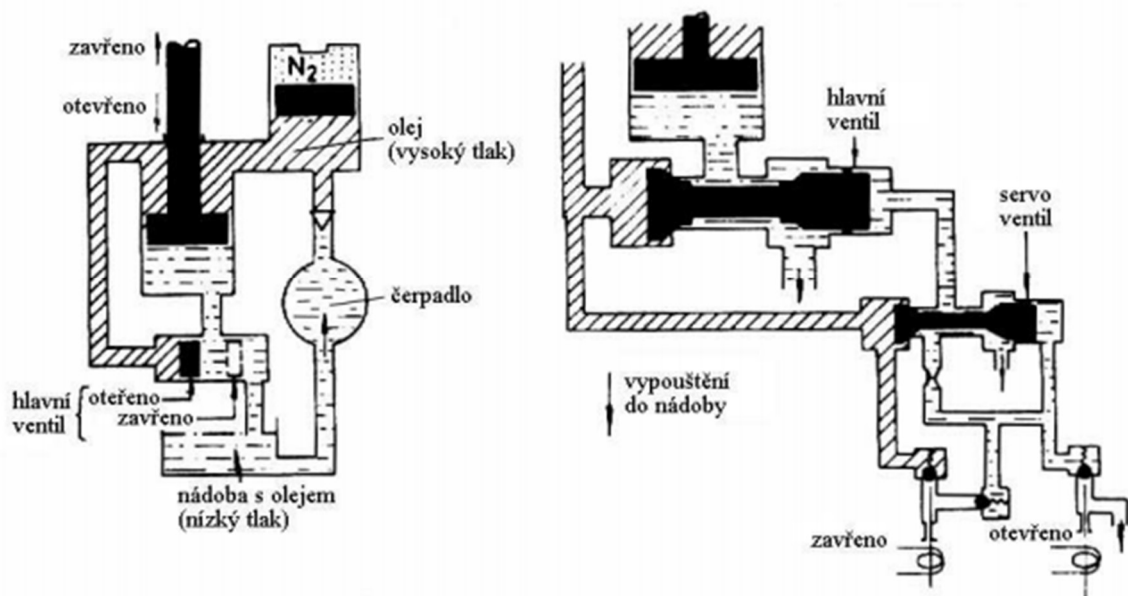
1 – zapínací cívka, 2 – vačka 3 převodovka, 4 – převodová tyč, 5 – táhlo zapínací pružiny, 6 – táhlo vypínací pružiny, 8 – ruční klika, 9 natahovací převod, 10 – natahovací hřídel, 11 – páka s kladkou, 12 – tlumič pro zapínání, 13 – vypínací hřídel, 14 – tlumič pro vypínání, 15 – vypínací cívka, 16 – pouzdro pohonu

- užití: výkonové vypínače vn a vvn, velké jističe, odpínače vn



Obr. 2: Střadačový pohon vypínače [7]

- c. Hydraulický pohon – funguje na principu tlaku dvou působících látek. Kompaktní pohon pracuje s vnitřním tlakem do 320 MPa. Díky dobrým vlastnostem a využití dusíku (N₂), se využití tohoto pohonu velmi rozšířilo. Na obrázku č. 3 vidíme energii uloženou v akumulátoru, ve kterém volný píst odděluje dusík od oleje. Mechanismus se skládá z řídicích ventilů sloučených do jedné jednotky a z akčního členu. Díky tomuto rozložení mechanismu minimalizujeme prosakování oleje. Dusík tlačí na vysokotlaký okruh s olejem, který poté působí na píst. Díky této závislosti dochází k zapínání nebo vypínání na vypínači.



Obr. 3: Hydraulický pohon

7. Signalizace stavu izolačního média

- a. Místní – každý vypínač je vybaven prvkem, který signalizuje stav zhašecího média. Hodnota je možná odečíst místně na vynesených měřicích přístrojích. U olejových vypínačů se jedná o běžný olejoznak, který se nachází přímo na komoře v rámci VN vypínačů nebo jako nástavec nad vypínačem v rámci VVN.
- b. Dálková - tímto způsobem signalizace jsou vybaveny zejména vypínače typu SF6, kdy je únik plynu hlášen do řídicího systému. V tomto případě dochází k pohotovostnímu zásahu a doplnění média.

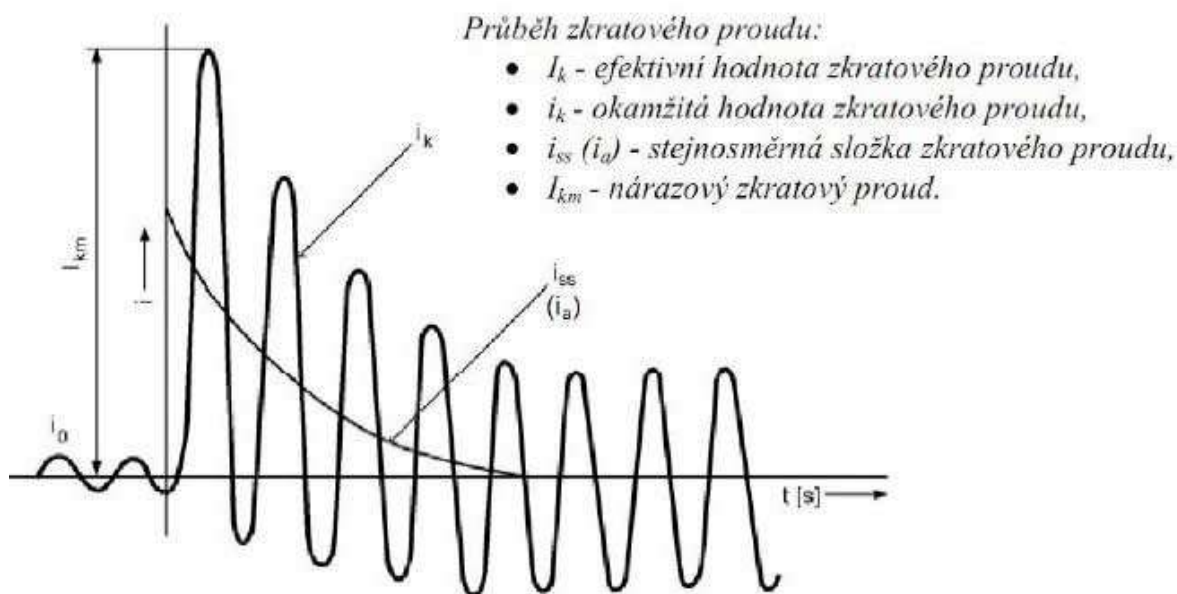
Elektrotechnické parametry vypínače:

- | | |
|--------------------------------------|------|
| 1. Jmenovitá frekvence | [Hz] |
| 2. Nejvyšší napětí soustavy | [kV] |
| 3. Jmenovitý proud | [A] |
| 4. Jmenovitý vypínací zkratový proud | [kA] |
| 5. Jmenovitý zapínací proud | [kA] |
| 6. Jmenovitá doba zkratu | [s] |

- 7. Jmenovitý sled spínání [s]
- 8. Jmenovitý tlak plynu SF6 při 20 °C [MPa]

Jmenovitý vypínací výkon vypínače je dán součinem jmenovitého proudu protékajícím prvkem a napětím vzniklým mezi kontakty hlavní proudové dráhy po přerušení proudu. Jinak nazváno zotaveným napětím.

Náhlá změna impedance při zkratu má za následek přechodný děj. Vlivem velkého zkratového proudu v elektrizační soustavě dochází k porušení rovnováhy mezi elektrickým a magnetickým polem. Soustava přechází do opětovného rovnovážného stavu přechodnými složkami proudu a napětí. Průběh může vykazovat nesymetrii vůči časové ose s přítomností stejnosměrné složky



Obr. 4: Průběh zkratového proudu

1.3 Zhášecí média

Po odpojení dříku od kontaktní růžice vzniká elektrický oblouk, který se uhasí pomocí zhášecího média. Používáme různé typy zhášecích médií, zejména kapalná a plynná. Ovšem existují také vypínače, kde oblouk uhasíme pomocí magnetického obvodu.

Zhášení magnetického obvodu funguje na principu „vyfouknutí“ oblouku do keramické zhášecí komory. Vzniká jeho natažení a postupné tříštění.

1.3.1 SF6

Fluorid sírový – je bezbarvá, plynná, anorganická chemická látka. Vyznačuje se vysokou hustotou přibližně 6x vyšší než je hustota vzduchu. Při úniku do prostředí se tedy drží u země a je nutné ho z uzavřených prostor odvětrat spodním odvětráním. Je to silný skleníkový plyn cca 22800x účinnější než CO₂. Při práci s tímto plynem je nutné v uzavřených prostorech využívat osobní ochranné pomůcky z důvodu poškození plic (otoky, dušnost) nebo poškození centrální nervové soustavy. Má skvělé izolační vlastnosti a proto je velká část světové produkce využívána v elektrotechnice jako izolační médium v transformátorech, vypínačích, zapouzdřených rozvodnách. Jeho další využití je při výrobě polovodičů, při tavení hořčků i jako izolant ve vrstvených oknech. SF₆ se v přírodě nevyskytuje, do prostředí může unikát z průmyslových provozů i z výrobků, ve kterých je použit.

1.3.2 Vakuum

Ke zhášení elektrického oblouku dochází pomocí využití vlastnosti vakua. Využívané komory mají velkou vypínací schopnost a značnou životnost v oblasti vypínání provozních proudů. Díky základním vlastnostem vakua je možná nízká vzdálenost mezi rozpínacími kontakty, a tudíž nízké nároky na pohon. Díky této vlastnosti se pohon vyznačuje velkou spolehlivostí při dlouhém bez-revizním období.

1.3.3 Minerální olej

Řadí se mezi kapalné izolanty využívané v různých oblastech elektrotechniky. Vyrábí se z ropy a jeho základní zbarvení je čiré. Využívá se jako dielektrikum, chladicí a nebo zhášecí médium v transformátorech, kabelech a vypínačích. Využívané oleje v jednotlivých technologických prvcích se rozlišují viskozitou. Oleje používané v kabelech mají oproti transformátorům vyšší viskozitu. U transformátorů je důležitý odvod tepla, proto je viskozita nižší. Olej je potřeba pravidelně odebírat a provádět jeho kontrolu na dielektrickou pevnost, obsah vody v oleji, sedimenty a kaly. Pokud se ukáže

olej jako nevyhovující, probíhá jeho výměna, v případě transformátorů probíhá jeho filtrace.

1.3.4 Expanzin

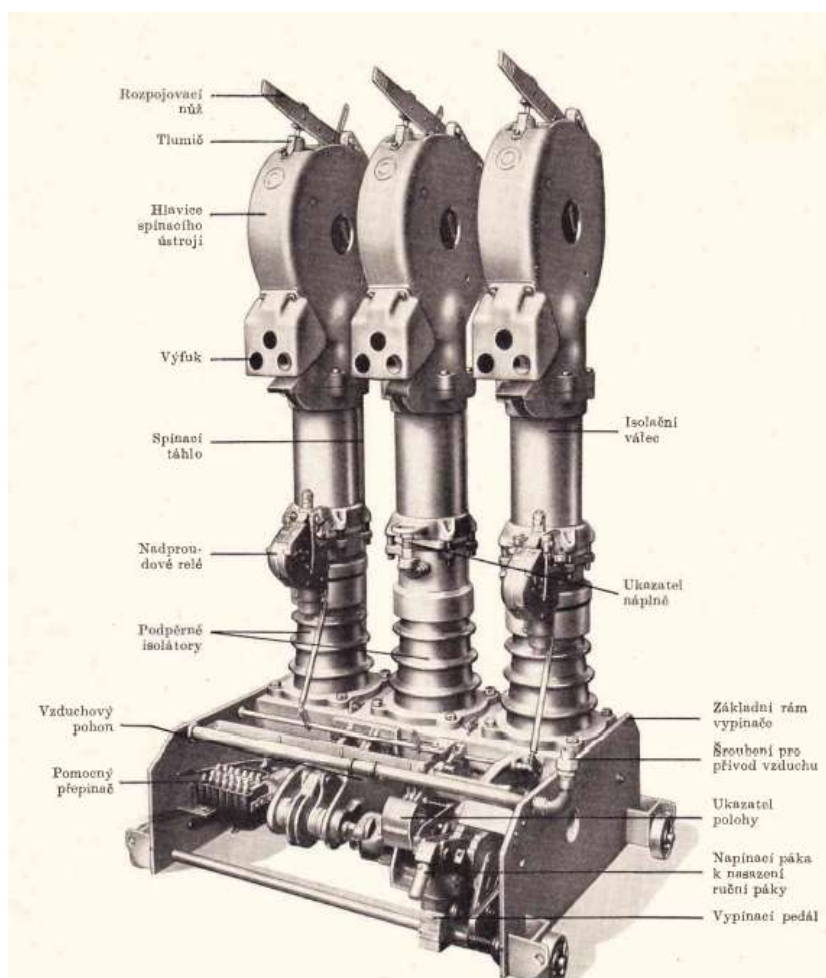
Poupravená destilovaná voda, která je doplněna o glycerin proti zamrzání a přísadou proti plísním. Toto zhášecí médium je možné používat až do -40 °C. V posledních letech se tyto vypínače používají zejména na hladinách VN. Vypínače i po 60 letech v provozu vykazují skvělé kontaktní vlastnosti.

2 Výkonové vypínače používané v distribuční soustavě

2.1.1 VN

2.1.1.1 Expanzní

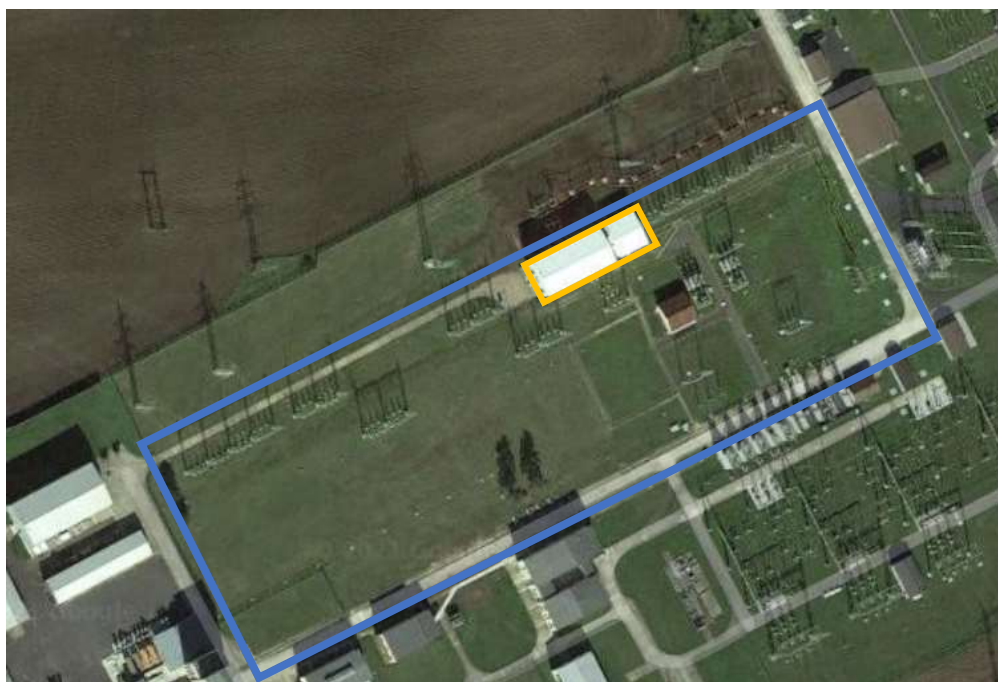
Expanzní typ vypínače je používán od 40. let, 20. století a již dosluhují. Expanzní vypínače se vyznačují spolehlivým provozem a dlouhou životností. [6] Mezi první výrobce tohoto typu vypínače se zapsal Siemens, konstrukce expanzního vypínače otevřela novou kapitolu konstrukcí vysokonapěťových vypínačů. Také to byl původce sjednocení kontinentální meziregionální dodávky energie mezi jednotlivými lokálními sítěmi.



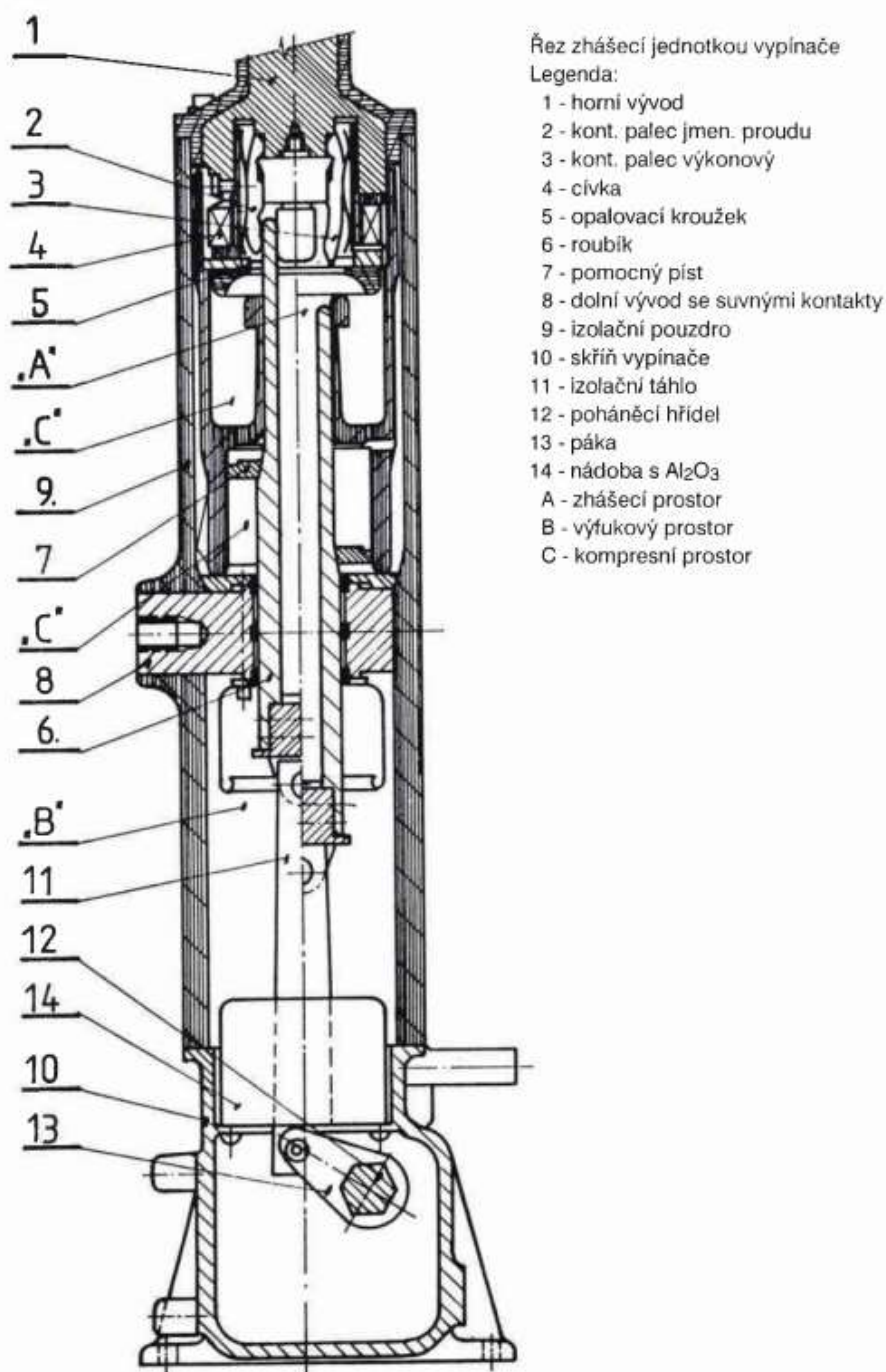
Obr. 5: Expanzní vypínač

2.1.1.2 SF₆

Nejčastěji používaným typem vypínače je VF (7,2-38 kV) od výrobce ABB. Tento typ vypínače se používá na napěťových hladinách VN v rozmezí $U_n = 12-38$ kV. Jejich proudový rozsah se pohybuje v rozmezí 800-2500 A I_n . Díky těmto vlastnostem je možné vypínače používat pro všechny typy spínaných obvodů, od běžných linek přes spojky až po VTR. Vzhledem k chemickým vlastnostem zhašecího média je nutné daný prostor vybavit odvětráváním spodních par, pokud dojde k úniku nebo provozní havárii. V dnešní době se používají zapouzdřené rozváděče SF₆ od výrobců Siemens ale i ABB. Výhoda těchto typů zařízení je kompaktnost, kde místo velké zastavěné plochy (modrý obdélníček) je postavena budova menších rozměrů (žlutý obdélníček), jak vidíme na obrázku níže.



Obr. 6: TR Výškov – zapouzdřený rozváděč VVN GIS

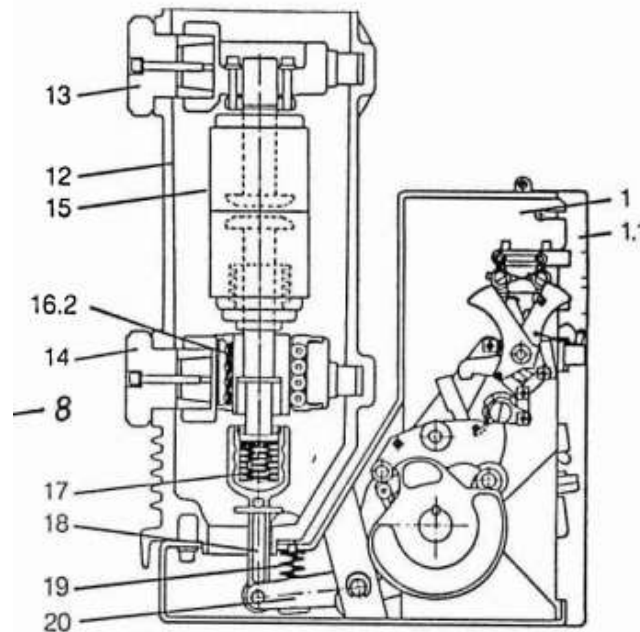


Obr. 6: Řez vypínačem A

2.1.1.3 Vakuové

Nejčastěji používaným typem vypínače je VD4 od výrobce ABB. Tento typ vypínače se používá na napěťových hladinách VN v rozmezí 12–25 kV. Jejich proudové omezení je 630–2500 A. Jsou tedy vhodné jak na vypínání běžných linkových vývodů tak i transformátorů nebo spojek přípojníc. Vzhledem k velmi nízkému statickému tlaku ve

zhášedle od 10^{-4} do 10^{-8} mbarů je pro dosažení vysoké dielektrické pevnosti nutná jen relativně malá vzdálenost kontaktů. Hlavní specifikum tohoto vypínače je zhasnutí oblouků v okamžiku kdy proud projde první přirozenou nulou.



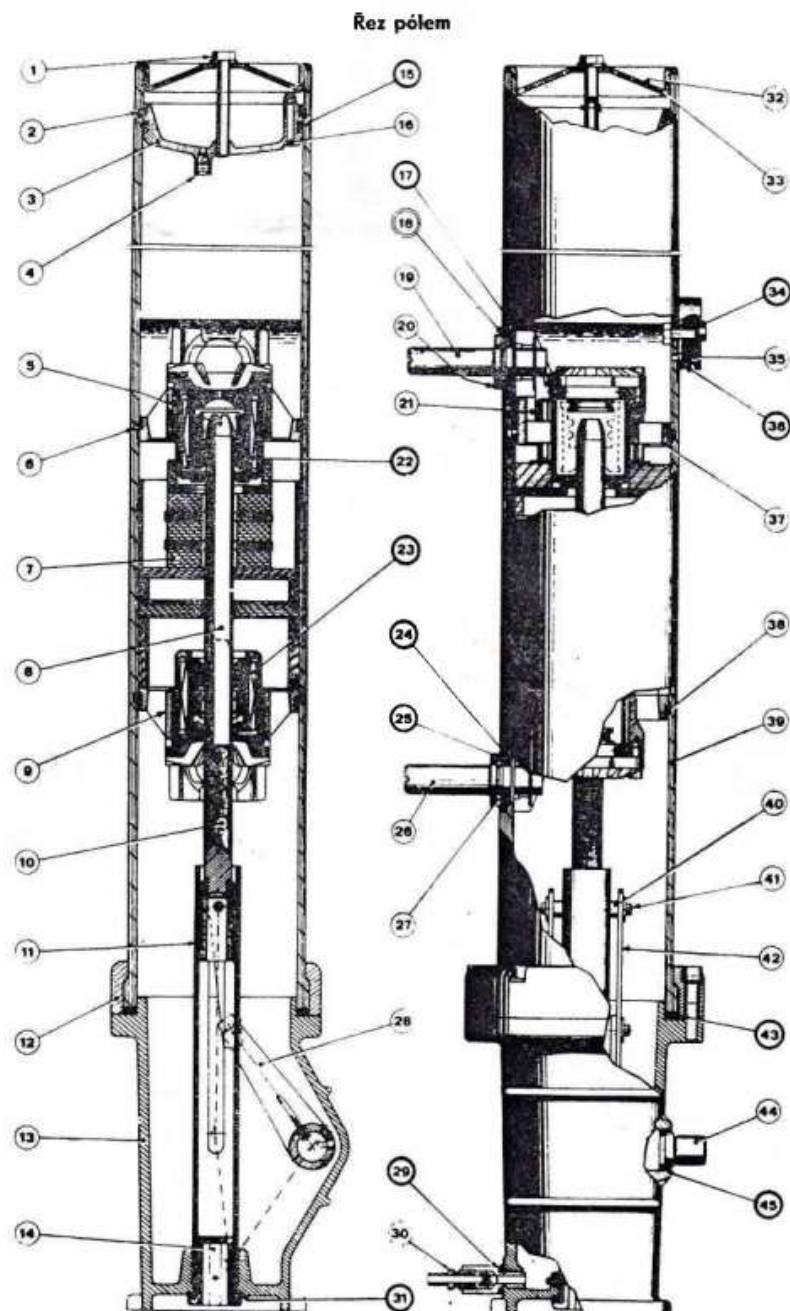
.2/2: Řez vakuovým vypínačem typu VD4,
schématické znázornění

- 1 Skříň pohonu vypínače
- 1.1 Přední panel, odnímatelný
- 12 Pólová trubka z izolačního materiálu
- 13 Horní přívod
- 14 Spodní přívod
- 15 Vakuové zhášedlo
- 16.1 (Výkyvný kontakt, 630 A)
- 16.2 Kladičkový kontakt, 1250 A
- 17 Kontaktní tlačná pružina
- 18 Izolační spojovací táhlo
- 19 Vypínací pružina
- 20 Dvojice přesouvacích pák

Obr. 7: Řez vypínačem B

2.1.1.4 Olejové

Jedná se o málo olejové vypínače. Jsou určeny do vnitřních a suchých prostor, hlavně do kobkových a skříňových rozveden. Jejich konstrukce je třípólová se samostatnými pólovými sloupy. Jsou vybaveny střadačovým pohonem s elektromotorem a místním ovládním na skříni vypínače.

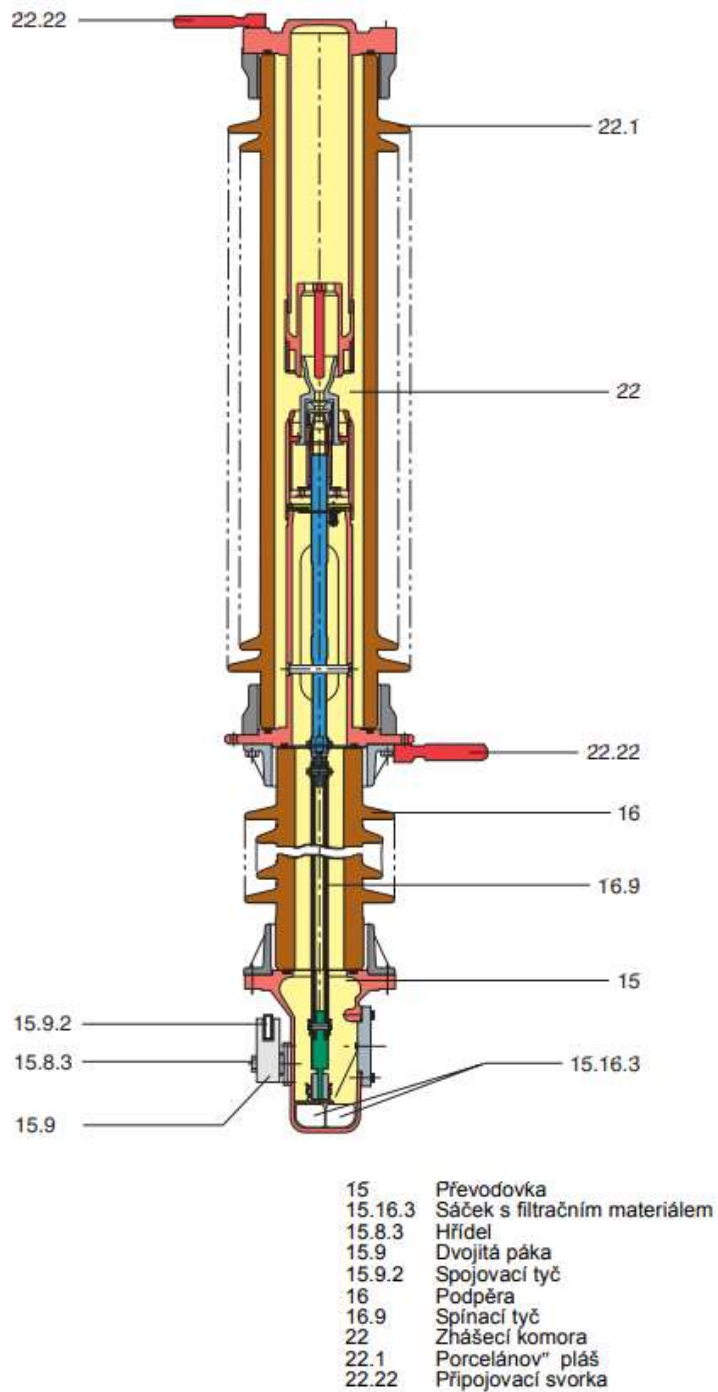


Obr. 8: Řez vypínačem C

2.1.2 VVN

2.1.2.1 SF6

3APF1- vypínač pro napětovou hladinu 110kV. Jako zhašecí médium je užíván plyn SF6. Tento typ vypínače se liší podle typu pohonu. Linkové vypínače mají 3 pohony na jednotlivé fáze kdežto vypínače pro transformátory mají pouze 1.

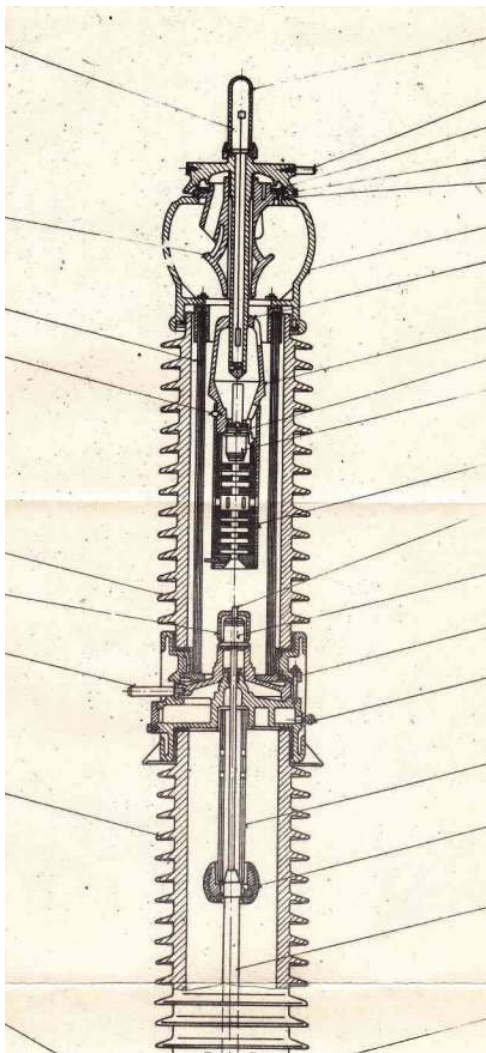


Obr. 9: Řez vypínačem D

2.1.2.2 Olejové

Škoda VMM110 – maloolejové vypínače značky škoda ze 60. let minulého století patří dnes již k dosluhujícím typům vypínače. Jejich konstrukce je ze 3 samostatných pólů.

Manipulace vypínacími součástmi je pomocí vzduchu, vzduchový pohon funguje současně jako pružinový střadač pro vypnutí. Zhášení oblouku probíhá v porcelánové komoře naplněné olejem s vysokou elektrickou pevností. Olej je potřeba pravidelně odebírat v rámci ŘPÚ a přeměřovat elektrickou pevnost. Pokud je vypínač namáhán častými spínacími chody, elektrická pevnost se zhoršuje a v oleji jsou značně viditelné saze. Olej v takto popsaném stavu je potřeba vyměnit.



Obr. 10: Řez vypínačem E

3 Diagnostika – metody a rozdíly na napěťových hladinách

Diagnostika výkonových vypínačů je hlavně nástroj ŘPÚ pro preventivní zjištění poruchových stavů a seřízení výkonových vypínačů jako prevencí před poruchou. Dále se diagnostika využívá jako kontrolní metoda nově instalovaného zařízení nebo zařízení, které se účastnilo řešení poruchových stavů. Pomocí diagnostických postupů a metod můžeme určit degradaci jednotlivých prvků vypínače nebo zhášecího média, pomocí objektivního vyhodnocování a znalosti určitých vztahů mezi měřitelnou veličinou a funkčními vlastnostmi zařízení. Na základě tohoto měření musíme umět posoudit funkční schopnost zařízení a také určit, jestli změna vlastností je způsobena změnami fyzické struktury zařízení nebo vratným dějem.

3.1 Diagnostické metody

Přímé měření – probíhá měření přímo dané elektrické veličiny, která prochází zařízením. Není nutná žádná úprava sledované veličiny před jejím změřením. Pomocí těchto metod měříme základní elektrické veličiny proudu, napětí a odporu. Ale také časové závislosti rozepínání kontaktů nebo elektrickou pevnost olejové náplně. Získání výstupů z těchto elektrických, ale i neelektrických veličin si popíšeme v následujících podkapitolách.

V případě napěťových hladin VN a VVN není potřeba převodové trafo proudu a napětí při měření prvků NN výbavy vypínače. To znamená ovládacích cívek, proudu motorů. Při měření úbytku na hlavní proudové dráze provádíme měření sníženou hodnotou stejnosměrného proudu.

Nepřímé měření – měření elektrické veličiny přes převodové trafo. Daný způsob měření a vyhodnocování se používá zvláště u měření vysokých výkonů například na přenosové soustavě. Hodnota napětí a proudu je snížena na přiměřené napětí a připojena k Měřicímu přístroji. Přístrojem pak protéká proud o hodnotě max 5A.

3.1.1 Měření vypnutí a zapnutí hlavních kontaktů vypínače

Pomocí této diagnostické metody zjišťujeme uplynulý čas mezi přivedením zapínacího nebo vypínacího signálu na ovládací cívky a úplného rozepnutí nebo sepnutí kontaktů hlavní proudové dráhy vypínače. Historicky k tomuto měření byly používány stopky nebo základní kontaktní metody. V dnešní době k tomuto měření používáme měřicí přístroj Programma 1800TM (popis přístroje je uveden v kapitole [3.2.1](#)), který posílá signály do ovládacích cívek a zároveň je připojen na proudovou dráhu vypínače, kdy po ukončení úkonu dojde na kontaktech proudové dráhy k úplnému rozepnutí obvodu nebo k jeho zkratování. Tento finální stav je konečný bod měření, měřicí přístroj nám poté graficky vykreslí tento průběh na všech třech pólech.

Výsledný čas měření porovnáváme s dřívějšími výsledky, a vyhodnocujeme, jestli došlo ke zhoršení stavu. Důležitým sledovaným parametrem je také rozdílný čas pohybu jednotlivých fází. Pokud je tento čas rozdílný víc než je parametr udávány výrobcem, je nutné provést opětovné měření a případné seřízení pohonu vypínače na jednotlivých pólech. Nesoulad časů mezi fázemi může naznačovat mechanické poškození v jednotlivých komorách a nebo zvýšený výskyt opalů na jednotlivých fázích, kde mohlo dojít ke zhoršenému stavu izolačního média.

Další součástí této diagnostické metody je zkouška sníženým ovládacím napětím, kdy pro ZAP platí nutnost funkce vypínače při 85% z U_n , respektive 70% z U_n pro VYP. Z hlediska provozu je vždy na prvním místě schopnost vypínače funkce VYP. I proto je kritérium pro vypnutí nižší. K tomuto provoznímu stavu může dojít při výpadku vlastní spotřeby nebo poruchy usměrňovače, kdy ovládání již delší dobu běží z bateriového systému stanice.

3.1.2 Měření schopnosti vypínače OZ a zapnutí do zkratu

Vzhledem k funkci vypínače je ověření tohoto stavu velmi důležité. V běžných provozních podmínkách vypínač vybavený funkcí OZ reaguje na poruchu postupem akcí VYP-ZAP-VYP, kdy vypínač po prvním vypnutí dostává signál ze systému ochran k opětovnému zapnutí. Pokud ochrany vyhodnotí trvání poruchového stavu na vedení vypínač uvádějí do stavu VYP definitivně. Toto opětovné sepnutí se provádí z důvodu

náhodného dotyku větví, nebo jiných vodivých součástí, které po opětovném zapnutí již nemusí platit.

Při opětovném měření, které může nastat z důvodu špatného kontaktního spojení, nebo upadnutí kontaktního vodiče je nutné dodržet čas mezi jednotlivými kroky. Tento čas je udáván výrobcem a je důležitý z hlediska materiálové únavy vypínače a ochlazení části vypínače. Podle funkce OZ vypínače rozdělujeme do dvou kategorií.

- Jednopolový – nastavení pauzy do 1 s
- Třípolový – nastavení pauzy do 0,3 s

Zásadním rozlišením u těchto kategorií je typ použitého pohonu. U jednopolových vypínačů je nutné dodržení samostatného pohonu pro každý pól. U třípolového vypínače poté použijeme jeden hlavní pohon, který je pomocí hřídele spojen s jednotlivými póly vypínače.

V rámci této metody také zkusíme stav zapnutí do zkratu, kdy musí vypínač být vypnut v čase t . Tímto úkonem vyzkoušíme stav ZAP-VYP. V běžných provozních podmínkách je tato událost velmi nebezpečná, ale zařízení musí být schopno tento stav vyřešit a vydržet zkratový proud I_k .

3.1.3 Určení kvality a znečištění izolačního média vypínače

3.1.3.1 SF₆

Abychom byli schopni správně analyzovat stav plynu SF₆ je potřeba mít příslušný měřicí přístroj a náhradní náplň pro doplnění odčerpaného plynu. Pomocí diagnostického přístroje provedeme následující měření

- Měření obsahu vlhkosti plynu SF₆
 - Cílem tohoto měření je vyhledání rosného bodu plynové náplně. Při této teplotě dochází ke kondenzaci vlhkosti v komoře. Měřená hodnota je vztažená na jmenovitý tlak a teplotu 20 °C
- Měření obsahu rozkladných produktů v plynu SF₆
 - Hledáme zejména obsah SO₂ (oxidu siřičitého). Na základě tohoto

množství můžeme určit množství fluorovodíku v 1:2–1:4. Standardní hodnota rozkladných produktů bývá 3-4 * vyšší.

- Měření procentuálního podílu plynu SF₆ ve zhašecí komoře vypínače
 - U nového zařízení by hodnota měla být vyšší než 98%, v případě provozovaného vypínače by poté neměla klesnout pod 95 %.

Pro tato měření ve společnost ČEZ Distribuce používáme měřicí přístroje společnosti DILO, tento přístroj si popíšeme v následující kapitole. Na českém trhu existují i další výrobci například společnost GAS. Cílem měřicího postupu je zjistit zhoršení stavu izolačního média a včas detekovat nebezpečné stavy a předejít poruše. Největším nebezpečím u tohoto izolačního média je kondenzace plynu a následně padající kapky skrze proudovou dráhu, mohlo by dojít ke snížení izolačních vlastností. I proto je každý vypínač vybaven absorbenty vlhkosti umístěné v komorách vypínačů. Každý výrobce poté uvádí maximální přípustnou hodnotu vlhkosti. Tyto údaje najdeme v průvodní dokumentaci daného zařízení.

3.1.3.2 Olej

Při diagnostice olejového izolačního média určujeme zejména elektrickou pevnost a následně poté vlhkost obsaženou v oleji. Pohledovou kontrolou poté zhodnotíme množství sazí v oleji. Vzhledem k velkému rozšíření těchto vypínačů zejména v 70. letech 20. století na linkách VN na nich dochází k častým manipulačním postupům a následná degradace oleje je téměř pravidelný ukazatel.

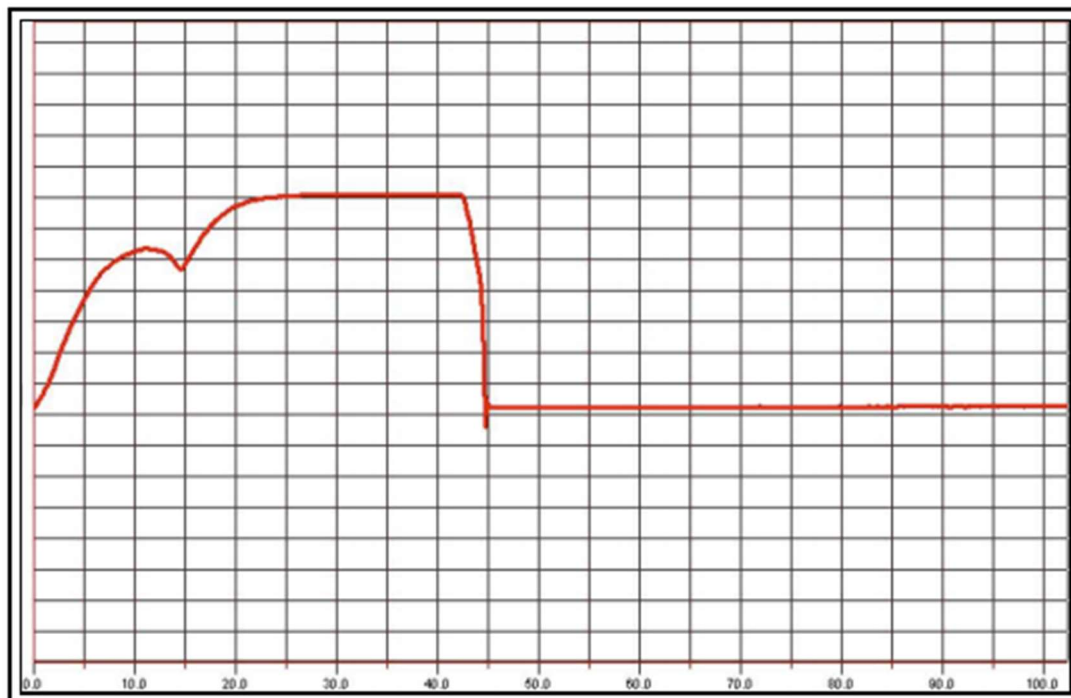
Zkoušku elektrické pevnosti můžeme provádět buďto místně nebo po odběru vzorku oleje do speciální láhve, laboratorně. Vzorek se odebírá ze spodní i vrchní části vypínače, v místě umístění zhašecí komory. Při odběru vzorku je potřeba dbát na čistotu okolí, aby nedošlo ke kontaminaci vzorku. Zkouškou oleje určujeme hladinu průrazného napětí při normalizované vzdálenosti elektrod v jiskřišti 2,5 mm, U_p [kV/2,5mm], při němž nastane průraz. Prostor testovaného jiskřiště je zalit v oleji a postupným zvyšováním napětí sledujeme moment, kdy dojde k přeskoku. Jedním z hlavních požadavků na měřicí přístroj je jemná a plynulá regulace napětí.

3.1.4 Kontrola zapínacích a vypínacích cívek

Pokud přijde pokyn k úkonu na vypínači, ať už manipulátem nebo ochranami při poruchovém stavu je nutné, aby vypínač na daný pokyn správně zareagoval. Pro tuto činnost zde máme ovládací cívky, které podléhají kontrole odporu a izolačního odporu. Po přivedení impulsu na cívku dojde ke přitažení západky, čímž dojde ke sepnutí zajištěných kontaktů a vypínač provede ZAP nebo VYP. Ovládací napětí vypínače je dimenzováno na určitou hodnotu napětí podle jmenovité řady, a je to závislé na vybavenosti, důležitosti a velikosti stanice, kde je tento vypínač umístěn. Pokud by toto napětí kleslo pod určitou úroveň cívka by nemusela být schopna provést úkon přitažení, a tudíž by nedošlo k VYP respektive ZAP vypínače. Diagnostický postup pro správnou kontrolu stavu cívky je směřován k měření jejího odporu. Hodnota je zjišťována při statických testech a je možné to provádět pouze při odstaveném zařízení. Pokud nejsme vybaveni dražším diagnostickým přístrojem, můžeme pro měření použít obyčejný mikroohmmetr nebo ohmovou metodou v čtyřsvorkovém zapojení.

3.1.5 Měření průběhu proudu cívky

Aby ovládání pomocí signalizace správně fungovalo a reagovalo na impulzy, je nutné zjištění, zdali převod elektrického impulsu na mechanický proběhl v dostatečné rychlosti. Rychlost této reakce je podmíněna mechanickými vlastnostmi armatury a jejím promazáním, dále magnetickou silou cívky nebo vlastnostmi ložisek. Pokud by došlo ke zhoršenému stavu výše zmíněných parametrů, hrozí zpomalení odblokování, zhoršené tření a celkové zhoršené reakce mechanismu vypínače. Kontrolou průběhu proudu cívkou můžeme tyto mechanické vlastnosti zjistit a případně ovládací cívku vyměnit. Tato metoda patří mezi neúčinnější metody, jak zjistit nejčastější problémy v mechanismu vypínače. Ovšem pro správnou kontrolu funkce vypínače je potřeba provést i další zkoušky abychom si udělali zpětnou kontrolu.



Obr. 11: Proud protékající cívkou při zapnutí

3.1.6 Měření vibrací

Toto měření slouží jako doplňkové měření ke kontrole funkční doby spínacích operací. Můžeme ho nahradit měřením pohybu hlavního kontaktu vypínače. Pro správné vyhodnocení měření je nutné provést zapojení kontaktních sond na stejném místě komor u daného vypínače. Pomocí akustického signálu z místa vypínače přijímáme přes zesilovač výslednou hodnotu vibrací.

Zpracování výsledků je možné dvěma způsoby. Při prvním porovnáváme aktuální změřené hodnoty proti hodnotám změřeným při poslední diagnostice na daném zařízení. Druhým možným způsobem je možnost zpracování tzv. DTW analýzy. Tato analýza pracuje komplexně s celým spektrem měřených bodů v průběhu chodu vypínače. Zpracovává jednotlivé průběhy hodnot v čase, ale i porovnává jednotlivé naměřené úseky z pohledu absolutního průběhu v čase a časového průběhu naměřených hodnot. Ke každému vzorku průběhu je dohledán vzorek na druhé křivce, která má stejný průběh. Porovnáním těchto hodnot je určen posun a absolutní rozdíl naměřených hodnot. Pro správnou interpretaci výsledků je nutná značná praktická zkušenost s vypínači.

Mezi velké výhody této metody patří velká univerzálnost a použití na různých typech vypínačů. Tato metoda se soustředí hlavně na mechanické jevy. I přes výhodné využití komparativních metod není možné získat přesný charakter poruchy nebo místo jejího vzniku.

3.1.7 Měření dynamického odporu hlavních kontaktů

Toto měření pomáhá kontrolovat opotřebení hlavního a opalovacího kontaktu jednotlivých pólů vypínače a délky pomocného kontaktu. Patří mezi moderní měřicí metody. Měřicí metoda funguje na jednoduchém principu. V průběhu operace vypínače se přes kontakty injektuje dostatečně velký proud. Hodnota proudu se průběžně dle vzorkovací frekvence odečte spolu s úbytkem napětí na měřeném úseku. Pomocí Ohmova zákona je poté dopočítáván pro každý vzorek výsledný odpor.

Pokud výslednou křivku zkombinujeme spolu s křivkou pohybu, můžeme odečítat dobu oddělení hlavního kontaktu na opalovacím kontaktu, hloubku vniku hlavního kontaktu nebo přesah opalovacího kontaktu. Pomocí dynamického měření odporu jsme schopni blíže určit, jaké děje se během operací v komoře odehrávají. Abychom byli schopni vyhodnotit tyto děje, je pro nás nutné znát konstrukční řešení uvnitř komory. Pokud by komora byla řešena bez opalovacího kontaktu, na průběhu v grafu by se odpor projevil pouze strmým nekonečně strmým skokem do nekonečna, zatímco s opalovacím kontaktem před úplným odpojením je ještě zobrazen odpor opalovacího kontaktu. Daný odpor se poté projeví zvýšenou hodnotou odporu proti odporu v zapnutém stavu. Abychom byli schopni změřit tyto hodnoty je pro nás důležité mít externí proudový zdroj, který v nejmodernějších přístrojích již bývá součástí zařízení pro měření DRM. Důležitým parametrem zdroje je schopnost generovat proud o hodnotě stovek ampér DC během 2 sekund.

3.1.8 Kontrola motorového pohonu vypínače

Využití motoru u výkonových vypínačů je při natahování pružin u střadačových pohonů, natlakování nádob u pneumatických nebo k vlastnímu pohybu s hlavními kontakty. Vzhledem k těmto způsobům využití umožňuje kontrola zjistit, mechanické poškození v části vypínače. Jedná se zejména o špatné promazání konstrukcí nebo

zkřivení táhel. Pro sledování těchto jevů měříme průběh proudu při běhu motoru. Motor musí běžet stanovený čas, který je určený pro správné nastrádání energie.

Měření probíhá připojením snímačů proudu na přívodu napájení motoru. Poté pošleme signál OZ, kdy vypínač provede ZAP-VYP čímž vystřídá pružinový systém a motor provádí opětovné natažení. Po celou dobu chodu motoru je zaznamenáván proud, který do pohonu teče. Jako doprovodná měření se provádí také měření napětí a ohřev motoru.

3.2 Měřicí přístroje používané pro diagnostiku

Na různých napěťových hladinách jsme schopni používat jeden typ měřicího přístroje. Rozdíly vznikají zejména ve velikosti ovládacího napětí vypínače, které se může lišit dle velikosti transformovny nebo spínací stanice. Rozmezí hodnot U_n je 12V DC – 400V DC podle jmenovité řady napětí. Nejvyšší hodnoty ovládacího napětí se používají zejména ve výrobních závodech a elektrárnách.

3.2.1 Programma TM1800

Modulární komplexní systém pro měření statických i dynamických parametrů vypínačů VN, VVN a ZVN s rozsáhlou možností modulárních konfigurací. Přístroj je schopen zaznamenávat a měřit různé parametry vypínače a vyhodnocovat je rovnou na místě. Pro výsledné přenesení informací slouží USB port nebo LAN výstup pro připojení přímo k počítači nebo NTB. Přístroj se vyznačuje velkým rozsahem pracovních teplot prostředí, v kterém se dá používat, může pracovat jak při velmi nízkých teplotách tak i při vysoké okolní teplotě. Na displeji můžeme odečíst dané hodnoty a zobrazit grafické průběhy. Programma TM 1800 je schopna měřit elementární parametry nebo charakteristiky, jako je měření odporu, proudu cívek, proudů motorů, časů hlavních a pomocných kontaktů nebo měření přechodového odporu. Dále je také možné měřit vibrace nebo dynamický odpor. V rámci vnitřní paměti přístroje je možné předdefinovat měřicí protokoly dle typu zařízení. Technik diagnostiky (TD) na začátku měření vybere z formulářů ten správný typ a připojí příslušný modul, následně se hodnoty a povely spustí dle předdefinovaného scénáře. Celé zařízení běží na operačním systému Windows v prostředí CABA. Tato konfigurace nám umožňuje přímo zobrazovat naměřené výsledky a provádět editaci zobrazovaných hodnot nebo změn měřítka.



Obr. 12: Programma TM1800

3.2.2 Zdroj BE10e

Napájecí zdroj pro testy vypínačů VN a VVN. Zdroj je využíván pro generování sníženého napětí k ovládacím cívkám a napájení pohonů střadačů. Test vypínače při sníženém napětí reaguje na situaci, kdy v provozu poklesne napájení cívek pod jejich nominální hodnotu. Výše zmíněný případ může nastat při výpadku vlastní spotřeby a postupnému vybíjení baterií dané stanice. Zdroj umožňuje generovat jak AC, tak i DC napětí. Tyto hodnoty jsou plynule regulovatelné na rozsahu přístroje, z toho vyplývá žádné skokové změny. Výkon přístroje je dostatečný pro veškeré instalované zařízení v distribuční soustavě ČR.



Obr. 13: Zdroj BE12e

3.2.3 Megger Mjolner 600

Měřicí přístroj k měření úbytků napětí hlavní proudové dráhy. Měření probíhá čtyř vodičovou metodou, se zajištěním dualground. Měřicí přístroj má velký rozsah měření a zkušebních proudů. Používá se taky pro měření proudových drah odpojovačů, spojů přípojníc nebo při kontrolách zkratovacích souprav.



Obr. 14: Megger Mjølner 600



Obr. DualGround technology

Technologie slouží pro bezpečný průběh měření, zajišťuje uzemnění zařízení z obou kontaktních stran. Díky této metodě měření můžeme provádět veškerou diagnostiku při uzemněných obou stranách vypínače. Proud, který vzniká kapacitní vazbou a indukci na kontaktech vypínače se uzavře oběma zemnicími soupravami.

3.3 Postupy ŘPÚ a dílčí činnosti

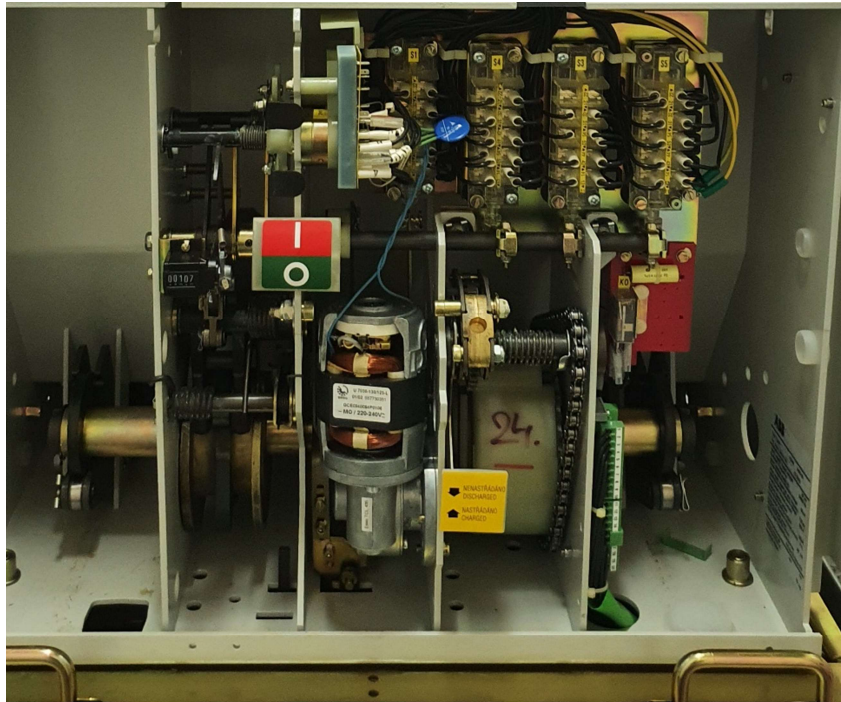
Řád preventivní údržby je periodicky opakovaná činnost, která obsahuje dílčí úkony a postupy pro kontrolu a diagnostiku daného zařízení. Existují různé typy kontrol, které souvisí se zařízením.

- **Kontrola nových zařízení** – U nově instalovaných zařízení se provádí diagnostika před jeho uvedením do provozu. Provádí se po montáži v daném technickém místě. Podle výsledků diagnostiky se určí prvotní parametry vypínače, od kterých se poté odvíjí další periodické měření. Zároveň to slouží jako kontrolní měření kvality dodavatele a správnost přepravy.
- **Kontrola zařízení dle ŘPÚ** – diagnostická kontrola dle zpracovaných postupů. Vychází ze zpracovaného periodického plánu vycházejícího z period pro daný typ zařízení.
- **Kontrola zařízení po opravě**– diagnostika je prováděna na základě požadavku majitele zařízení, pokud na něm došlo k opravě, která mohla ovlivnit funkčnost vypínače. Výměna komor, nová ovládací skříň, úprava táhel apod.
- **Mimořádné kontroly zařízení** – kontroly prováděné po poruchách na daném elektrickém obvodu, které mohly způsobit poškození zařízení. Při zvýšeném proudovém rázu mohlo dojít ke zhoršení charakteristik dielektrika u oleje a SF₆, nebo úniku plynu přetlakovým ventilem. Tyto diagnostiky se také provádějí, pokud je potřeba nastavit ochrany vývodu. Jedná se zejména o časové charakteristiky.

3.3.1 Postupy ŘPÚ

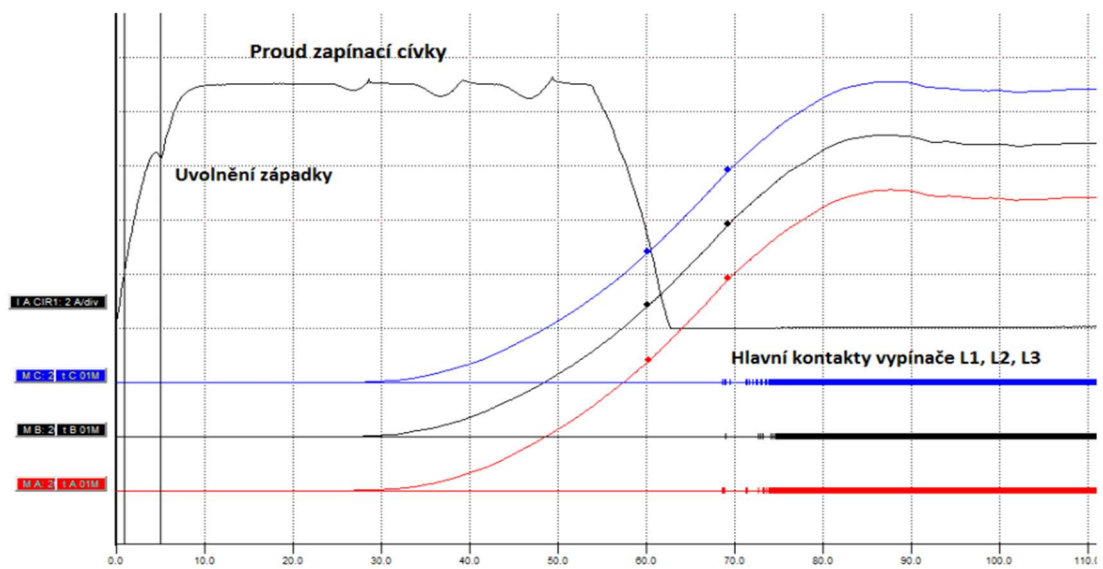
Řád preventivní údržby se skládá z několika bodů které, je potřeba vykonat a zkontrolovat.

- **Kontrola celkového stavu** – kontrolu stavu zařízení, popraskání zhášecích komor, netěsnosti a úniky izolačního média, stav svorkovnic
- **Kontrola pohonu včetně spojovacích táhel** – provedeme kontrolu motoru, vyčištění a promazání pohyblivých součástí následně změříme proud motoru v běhu abychom zkontrolovali jeho hladký chod.



Obr. 14: Pohled na skříň vypínače, včetně pohonu

- **Měření spínacích operací** – probíhá měření pohybu hlavních kontaktů, soudobost jednotlivých fází a proudu ovládacích cívek.



Obr. 15: Provedení ZAP

- **Kontrola spínání při sníženém napětí ovládaní** – Měření probíhá s vyslaným signálem do ovládacích kontaktů při sníženém napětí ovládaní na 85 % a 70 % z U_{nss} .
- **Měření úbytků napětí hlavní proudové dráhy** – Měření probíhá nepřímým způsobem měření, dopočítáváno z hodnot proudu a odporu proudové dráhy
- **Měření vibrací** - Používá se metoda otřesů komory při spínání a vypínání oproti stacionárnímu bodu, Měřicímu převodníku připojený k hlavnímu vyhodnocovacímu zařízení.
- **Měření odporu a izolačního stavu ovládacích cívek**
- **Měření svodových proudů DC napětím**
- **Kontrola blokování vypínače** – kontrola blokování proti úniku izolačního média pokud je vypínač touto blokadou vybaven.
- **Kontrola stavu uzemnění**

3.4 Kritéria vyhodnocení ŘPÚ

Jako kritéria pro diagnostické vyhodnocení slouží naměřené hodnoty, kritéria hodnocení vypínačů, provozní údaje, záznamy z informačního systému, podklady výrobce a dříve naměřené hodnoty na daném zařízení. Kritéria hodnocení jsou definována pro jednotlivé typy výkonových vypínačů.

Typ vypínače	Statický odpor			Čas ZAP	Čas VYP	Nesoučasnost	Vakuum		Kritérium závažnosti	Doporučení pro údržbu	Doporučení pro provoz	
	[mV]						[ms]	[ms]				[μA]
	x.06.x	x.12.x	x.25.x				37 kV	40, 60 kV				
VD 4 10 – 22 kV	< 6	<4,8	<3	50-70	45	<3	<200	<300	1	Bez nálezu		
				70-80	45-50				2	Zhoršený stav	Oprava v nejbližším termínu dle ŘPÚ	Bez omezení
	6-8	4,8-6	3-4						2	Zhoršený stav	Oprava v nejbližším termínu dle ŘPÚ	Max. trvalé zatížení 75 % I_n
				80-90	50-55	3-5			3	Vážná závada	Oprava co nejdříve – dle provozních možností	Možno provozovat pouze v případě nutné potřeby
	8-10	6-8	4-6						3	Vážná závada	Oprava co nejdříve – dle provozních možností	Možno provozovat pouze v případě nutné potřeby - Max. zatížení 50 % I_n
	>10	>8	>6	>90	>55	>5	>200	>300	4	Havarijní stav	Okamžitý zásah	Individuální posouzení – provoz možný pouze na základě rozhodnutí odpovědného zaměstnance za provoz zařízení

Zkušební napětí pro kontrolu vakua: 37-60 kV dle napěťové hladiny vypínače a použitého zdroje

Tab. 1: Kritéria vyhodnocení VD4

3.4.1 Atmosférické podmínky

- Diagnostiku plynu SF₆ je možné provádět při minimální teplotě +5°C
- Hodnoty uvedené dodavatelem vypínače jsou měřeny při standardní teplotě +20 °C, proto je nutné provádět diagnostická měření v rozmezí +5 °C až +35 °C. Toto pravidlo neplatí pokud jde i mimořádné měření
- Diagnostické postupy nelze provádět při srážkách a husté mlze Kondenzující vlhkost nesmí být vyšší než 95 %.
- Odběry vzorku oleje nelze provádět za deště, mlhy, sněžení a v případě vysoké relativní vlhkosti vzduchu.

3.5 Výsledky hodnocení ŘPÚ a jejich dopad na provoz zařízení

Výsledky hodnocení ŘPÚ rozdělujeme do 4. kategorií podle zjištěných naměřených hodnot.

1. Bez nálezu – zařízení je schopno bezpečného provozu, bez zásahu
2. Zhoršený stav – tato kategorie se rozděluje do dvou podkategorií. Pokud nevychází vypínací časy je možné provést opravu při nejbližším ŘPÚ (4 roky). Druhá kategorie zahrnuje parametry statického odporu. Pokud se dostaneme do těchto hodnot je možné zařízení provozovat do 75 % I_n . Oprava proběhne při nejbližším ŘPÚ (4 roky)
3. Vážná závada – tato kategorie se rozděluje do dvou podkategorií, ovšem se stejnými provozními požadavky. Obě hodnocení je možné provozovat pouze v případě nutné potřeby. V případě zhoršené kvality statického odporu je možné zařízení provozovat do 50% I_n . Oprava takto poškozeného zařízení by měla proběhnout co nejdříve, podle provozních možností.
4. Havarijní stav – nejhorší možný výsledek znamená okamžitý údržbový zásah. Možnost provozování takového zařízení je pouze na vlastní odpovědnost zaměstnance odpovědného za provoz zařízení.

Výsledky hodnocení se zaznamenávají do diagnostického protokolu, v kterém jsou obsaženy informace o objektu, v kterém se diagnostikované zařízení nachází, základní



ČEZ Distribuce, a.s.

Teplická 874/8, 405 02 Děčín

Člen Asociace zkušeben VN



Protokol o diagnostice vypínače

Výrobce vypínače	EJF	Napětová hladina	25.00 kV
Název Rozvodny	Příbram mesto	Označení pole	AVA 12
Typ vypínače	VF 25.12.16	Název linky	SVA
Výrobní číslo	92343	Hlášení	140062530010
Rok výroby	1989	ID č.ŘPU	326

parametry zařízení a systémové informací.

Obr. 16: Hlavička protokolu o diagnostice vypínače

4 Závěr

Ve své bakalářské práci jsem se zaměřil na výkonové vypínače, jejich historii, použití, a diagnostické metody využívané pro jejich kontrolu.

V první kapitole této práce jsem se zaměřil na všeobecné představení výkonového vypínače. Uvedl jsem jeho evidovanou historii, která se datuje na konec 19. století a jejich následný rozvoj v rámci desetiletí, kdy velký technologický rozmach zaznamenaly v období po 2. světové válce a obnově průmyslových závodů v Evropě. Dále jsem uvedl základní popis vypínače v podobě, v které ho známe dnes. Popsal jsem jednotlivé součásti výkonového vypínače se zaměřením na pohon a zhasací médium.

V druhé kapitole jsem se poté věnoval jednotlivým typům vypínačů, které jsou použity v distribuční soustavě. Z obrázků jednotlivých typů je patrné, že konstrukce jednotlivých vypínačů je prakticky totožná.

Třetí kapitola řeší téma diagnostiky vypínačů, díky seznámení s historií a konstrukcí zařízení jsme nyní schopni rozebrat základní diagnostické postupy a metody. Celkem jsem se zabýval 8 základními metodami s širším pohledem na diagnostiku zhasacího média. V návaznosti na tyto informace jsem představil měřící přístroje, které jsou schopné tyto diagnostické úkony vykonávat. Nakonec jsem představil postupy ŘPÚ, podle kterých jednotlivé úkony vykonáváme a následně vyhodnocujeme, výsledky hodnocení vypovídají o stavu důležitých částí vypínače a jsou dostatečné pro spolehlivé vyhodnocení jeho stavu. Tyto výsledky porovnáváme s předepsanými kritérii (viz Tab. 1) a s technickými parametry vypínače určenými výrobcem.

Seznam literatury a informačních zdrojů

- [1] URL <<https://portal.cezdata.corp:9040/iscvzd/>>
Technický informační portál
©ČEZ a. s., 2015, nedostupné mimo SKČ
- [2] ČEZd ME_0234
Diagnostika elektrických zařízení nn, vn, vvn
©ČEZ Distribuce, a. s., zpracovatel Viktor Bláha, Ing. Jaroslav Kubalík Ph.D.
- [3] URL <new.abb.com/offerings>
Circuit breakers – Medium voltage
Dostupné z <https://new.abb.com/offerings>
- [4] URL <new.siemens.com/global/en/products.html>
Energy – products and solutions
Dostupné z <https://new.siemens.com/global/en/products>.
- [5] URL <<https://portal.cezdata.corp:9040/iscvzd/>>
Technická dokumentace Škoda
©ČEZ a. s., 2015, nedostupné mimo SKČ
- [6] URL <<https://new.siemens.com/>> [citováno 25.5.2021]
Dostupné z <https://new.siemens.com/>
- [7] Ing. Pavel Koblíček,
Elektrické přístroje
© Studijní text, Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem, 2014
- [8] Dr. T. Korbař a Dr. A. Stránský
Technický naučný slovník V. díl
© Vydalo SNTL – nakladatelství technické literatury, Praha 196

