

Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava

Fakulta elektroniky a informatiky

Katedra elektroenergetiky

Metodika optimalizace obnovy vedení 110 kV

Methodology for Optimization of 110 kV lines Renovation

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra elektroenergetiky

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Ondřej Humlíček**
Studijní program: N2649 Elektrotechnika
Studijní obor: 3907T001 Elektroenergetika
Téma: **Metodika optimalizace obnovy vedení 110 kV**
Methodology for Optimization of 110 kV Lines Renovation

Zásady pro vypracování:

1. Teoretický rozbor vedení elektrických sítí
2. Dimenzování a údržba vedení 110 kV
3. Současný stav údržby a obnovy vedení 110 kV
4. Analýza provozu vedení 110 kV
5. Metodika obnovy vedení 110 kV.
6. Vyhodnocení výsledků, návrh opatření

Seznam doporučené odborné literatury:

1. Hradílek Z. : Elektroenergetika, skripta VŠB Ostrava 1992
2. Santarius P. : Elektrické stanice a vedení, skripta VŠB Ostrava 1990
3. Dokumentace ČEZ Distribuce, a.s.

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

Vedoucí diplomové práce: **prof. Ing. Stanislav Rusek, CSc.**

Datum zadání: 01.09.2014

Datum odevzdání: 07.05.2015

prof. Ing. Stanislav Rusek, CSc.
vedoucí katedry

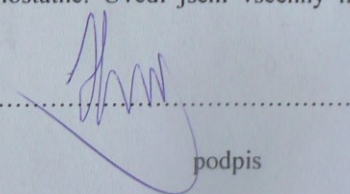


prof. RNDr. Václav Snášel, CSc.
děkan fakulty

Prohlášení:

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

V Ostravě, 7. Května 2015



.....
podpis

Poděkování:

Tímto děkuji vedoucímu diplomového projektu panu prof. Ing. Stanislavu Ruskovi, CSc. a panu Ing. Vítu Houdkovi za rady a připomínky, které mi poskytli.

Abstrakt

Cílem práce bylo stanovit pořadí obnovy jednotlivých údržbových úseků vedení 110 kV v distribuční oblasti Morava. Toho bylo dosaženo za pomoci metodiky, která pracuje na principech spolehlivostně orientované údržby a bere v potaz jak technický stav zařízení, tak jeho důležitost a umožňuje efektivněji směřovat tok finančních prostředků na opravy zařízení. Práce ve svém závěru obsahuje tabulky technického stavu, důležitosti vedení a priority obnovy pro každý údržbový úsek v distribuční oblasti.

Klíčová slova

RCM, spolehlivost, údržba, prioritita obnovy, technický stav, důležitost vedení.

Abstract

This thesis purpose was to establish renovation order for individual maintenance sections of 110 kV lines in the distribution area of Moravia. This was achieved through a methodology that works on the principles of reliability centered maintenance which takes into consideration both the technical condition of equipment and its importance. This approach allows more efficiently direct flow of funds for repairs. Thesis in its conclusion contains tables of technical condition, the importance of lines and renewal priority for each maintenance section in the distribution area.

Key words

RCM, reliability, maintenance, renovation priority, technical condition, importance of the line.

Seznam použitých zkratek a symbolů

BTS	body technického stavu
DS	distribuční soustava
DV	důležitost vedení
ES	elektrizační soustava
PDS	provozovatel distribuční soustavy
PO	priorita obnovy
PPS	provozovatel přenosové soustavy
PS	přenosová soustava
RCM	reliability centered maintenance (spolehlivostně orientovaná údržba)
ŘPÚ	řád preventivní údržby
TS	technický stav
mn	malé napětí
nn	nízké napětí
vn	vysoké napětí
vvn	velmi vysoké napětí
uvn	ultra vysoké napětí
zvn	zvláště vysoké napětí
A	energie za rok (W)
C	kapacita (F)
F	síla (N/m)
G	vodivost (S)
I, I _c , I _j , I _p	proud, činný proud, jalový proud, výpočtový proud (A)
I _k ''	počáteční rázový zkratový proud
I _{km} , I _{ke}	nárazový zkratový proud, ekvivalentní oteplovací proud (A)
K _D	konstanta závislá na místě zkratu
N _C	celkové roční náklady (Kč)
N _O	roční náklady na opravy (Kč)
N _{O1}	náklady na jednu opravárenskou činnost (Kč)
N _P	měrné náklady na výpadek (Kč · MWh ⁻¹)
N _U	roční náklady na údržbu (Kč)
N _{U1}	náklady na jednu údržbovou činnost (Kč)
N _V	roční náklady na výpadek (Kč)
P _N	střední hodnota odebíraného výkonu (MW)
P _p	výpočtový výkon (W)
R	činný odpor (Ω)
S	průřez vodiče (mm ²)
T	teplotní odpor (K/W)
T _A	doba plných ztrát (s)

T_V	střední doba trvání výpadku
U	napětí (V)
$U_1, U_2;$	napětí na začátku/konci vedení
U_{1F}, U_{2F}	fázové hodnoty napětí na začátku/konci vedení
VP_X	hodnota váhy pro prioritu x
X	reaktance (Ω)
Z	impedance (Ω)
$\cos\varphi$	účinník (-)
f	frekvence (Hz)
k	koeficient zohledňující materiál vodiče (-)
k_a, k_b	Koeficienty tvaru vodiče, uspořádání a fázového posunu (-)
k_{TSDV}	koeficient vlivu parametrů DS a TS na výsledek
k_2, k_3	koeficienty pro zvýšení celkové hodnoty s ohledem na kategorii množství (-)
l	délka vodiče (m)
$p_{M1x}, p_{M2x}, p_{M3x}$	celkový počet závad o prioritě závady x v kategorii množství 1, 2, 3 (-)
t	doba provozu zařízení (s)
t_k	doba trvání zkratu (s)
ΔU	úbytek napětí (V)
ΔP	tepelné ztráty (W)
$\Delta\vartheta$	rozdíl teplot ($^{\circ}\text{C}$)
$\Delta\vartheta_m$	maximální dovolené oteplení ($^{\circ}\text{C}$)
ϑ_m, ϑ_o	maximální teplota, teplota okolí ($^{\circ}\text{C}$)
λ_P	intenzita poruch prvku (rok^{-1})
λ_{PK}	korigovaná intenzita poruch (rok^{-1})
λ_U	intenzita údržby (rok^{-1})
ρ	měrný elektrický odpor ($\Omega \cdot m^2 \cdot m^{-1}$)

Obsah

Abstrakt.....	4
Klíčová slova.....	4
Seznam použitých zkratk a symbolů	5
Úvod.....	9
1. Teoretický rozbor vedení elektrických sítí.....	10
1.1. Elektrizací soustava.....	10
1.1.1. Spolehlivost dodávky v ES	11
1.1.2. Kvalita elektrické energie	11
1.2. Elektrické síť.....	12
1.2.1. Paprsková síť.....	12
1.2.2. Průběžná síť	13
1.2.3. Okružní síť	13
1.2.4. Mřížová síť.....	14
2. Dimenzování a údržba vedení 110 kV	15
2.1. Dimenzování vedení.....	15
2.1.1. Dovolený úbytek napětí	15
2.1.2. Dovolené oteplení	17
2.1.3. Mechanická pevnost.....	17
2.1.4. Hospodárnost průřezu	18
2.1.5. Odolnost proti zkratovým proudům.....	18
2.1.6. Bezpečnost	19
2.2. Údržba vedení	19
2.2.1. Spolehlivostně orientovaná údržba	21
2.2.2. Optimalizace údržbového cyklu.....	22
2.2.3. Údržba podmíněná stavem.....	24
3. Současný stav údržby vedení 110 kV.....	26
3.1. Řád preventivní údržby (ŘPÚ).....	26
3.1.1. Obsah ŘPU.....	26
3.1.2. Lhůty ŘPU	27
3.1.3. Záznamy o úkonech provedených podle ŘPÚ	29
4. Obnova vedení 110 kV	30

4.1. Určení technického stavu	30
4.1.1. Priorita závady	30
4.1.2. Množství závad	31
4.1.3. Stanovení technického stavu	32
4.2. Určení důležitosti vedení.....	33
4.2.1. Následky výpadku vedení	33
4.2.2. Přenesená energie vedením	33
4.3. Priorita obnovy.....	35
5. Zpracování a interpretace databází.....	36
5.1. Rozdíly mezi starou a novou metodikou obnovy.....	36
5.2. Určení důležitosti vedení.....	37
5.2.1. Teoretické stanovení zálohovatelnosti (následku výpadku) vedení	39
5.2.2. Stanovení přenesené energie	41
5.2.3. Hodnocení distribuční oblasti z hlediska důležitostí vedení	42
5.3. Určení technického stavu	44
5.3.1. Zpracování databáze poruch a získání technického stavu.....	44
5.3.2. Hodnocení soustavy z hlediska technického stavu	45
5.4. Určení priority obnovy z důležitosti vedení a technického stavu	48
5.4.1. Vyhodnocení soustavy podle priority obnovy	49
6. Závěr.....	51
Použitá literatura:	53
Seznam příloh	54
Příloha č. I – Seznam vedení podle důležitosti (DV).....	55
Příloha č. II – Seznam údržbových úseků podle technického stavu (TS)	59
Příloha č. III – Seznam údržbových úseků podle priority obnovy (PO)	66

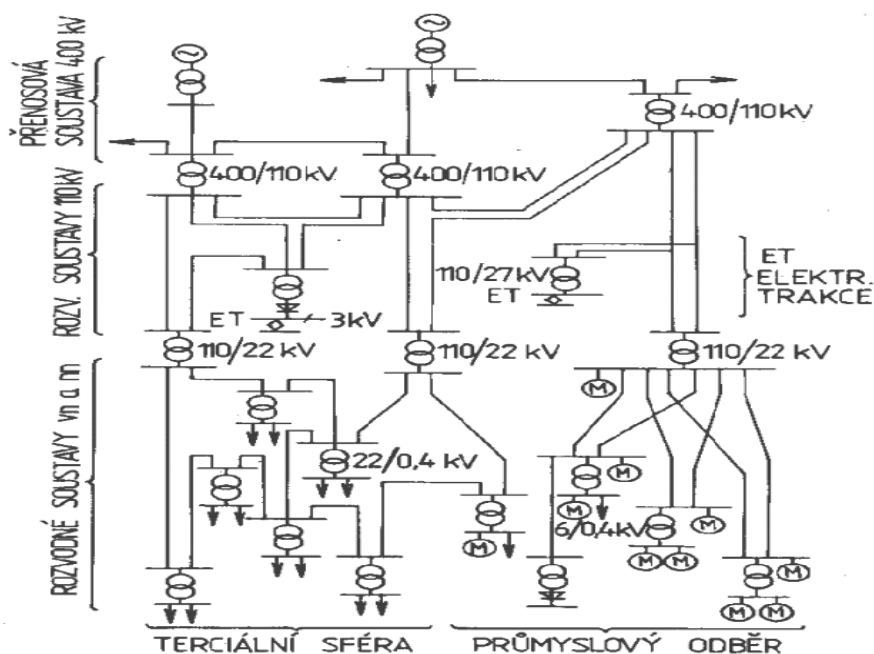
Úvod

V současné době liberalizovaného trhu s elektřinou roste tlak na zefektivnění všech procesů probíhajících v elektrizační soustavě. Tento trend se nevyhýbá ani odvětví údržby a obnovy energetických zařízení, kde je snahou minimalizovat náklady při zachování předepsaných úrovní spolehlivosti a bezpečnosti. Proto se neustále vyvíjejí nové nebo zdokonalují staré metody údržby a obnovy. Práce se bude zabývat právě těmito metodami, zejména vyvíjenou metodikou pro obnovu a údržbu vedení 110 kV, založenou na principech spolehlivostně orientované údržby, kde hraje velkou roli nejen samotný technický stav objektu, ale i jeho postavení (důležitost) v distribuční soustavě. Práce se soustředí na distribuční oblast Morava.

1. Teoretický rozbor vedení elektrických sítí

1.1. Elektrizací soustava

Elektrizací soustavou (ES) rozumíme vzájemně propojený soubor zařízení pro výrobu, přenos, transformaci a distribuci elektřiny, včetně elektrických přípojek a přímých vedení, a systémů měřicí, ochranné, řídicí, zabezpečovací, informační a telekomunikační techniky.



Obr. č. 1.1.1. schéma elektrizační soustavy ČR

Elektrizací soustavu členíme na přenosovou a distribuční soustavu.

Přenosovou soustavou (PS) je vzájemně propojený soubor vedení a zařízení 400 kV, 220 kV a vybraných vedení a zařízení 110 kV, uvedených v příloze Pravidel pro provozování přenosové soustavy, sloužící pro zajištění přenosu elektřiny pro celé území ČR a propojení s elektrizačními soustavami sousedních států, včetně systémů měřicí, ochranné, řídicí, zabezpečovací, informační a telekomunikační techniky; PS je provozována ve veřejném zájmu. [1]

Distribuční soustavou (DS) je vzájemně propojený soubor vedení a zařízení 110 kV, s výjimkou vybraných vedení a zařízení o napětí 110 kV, která jsou součástí přenosové soustavy, a vedení a zařízení o napětí 0,4/0,23 kV, 1,5 kV, 3 kV, 6 kV, 10 kV, 22 kV, 25 kV, nebo 35 kV, sloužící k zajištění distribuce elektřiny na vymezeném území ČR, včetně systémů měřicí, ochranné, řídicí, zabezpečovací, informační a telekomunikační techniky včetně elektrických přípojek ve vlastnictví PDS; DS je provozována ve veřejném zájmu. [1]

Hlavním úkolem ES je spolehlivá dodávka elektrické energie odběratelům v požadovaném množství, dohodnuté kvalitě, v požadovaném čase a s minimálními náklady a dopady na životní prostředí.

1.1.1. Spolehlivost dodávky v ES

Z hlediska spolehlivosti se v ES rozlišují čtyři skupiny odběratelů podle závislosti škod na nedodaném výkonu.

První skupinu tvoří zákazníci, u kterých závisí škoda pouze na nedodaném výkonu. Pro zákazníka to znamená nevyrobení jeho produkce, ale žádné jiné škody mu nevznikají.

Druhá skupina zákazníků představuje podniky, kde přerušení dodávky neznamena pouze přerušení výroby, ale také vyvolá přidané náklady na její znovuoobnovení.

Třetí skupina zahrnuje odběratele, kde výpadek naruší celou technologii a dojde ke zničení produkce.

Čtvrtá skupina je tvořena odběrateli, u kterých přerušení dodávky znamená nenávratné zničení celé technologie a zařízení.

Dále norma ČSN 34 1610 rozděluje odběratele a jejich dodávky do tří stupňů.

První stupeň jsou dodávky, které musí být zajištěny za všech okolností, protože jinak by hrozilo ohrožení lidských životů nebo velké národohospodářské škody. Tyto dodávky jsou zajišťovány ze dvou na sobě nezávislých zdrojů (linky napájené ze dvou transformátorů) nebo musí být přítomen náhradní zdroj energie (motorgenerátor) nebo kombinace obojího.

Druhým stupněm jsou dodávky, které mají být, pokud možno, zajištěny. Přerušení způsobí omezení nebo zastavení výroby, ale zdraví nebo životy osob nejsou ohroženy.

Třetí stupeň jsou dodávky, které nemusí být zajištěny zvláštními opatřeními.

1.1.2. Kvalita elektrické energie

Kvalita elektrické energie je udávána charakteristickými hodnotami elektrické energie zjišťovanými v místě připojení odběratelů k distribuční síti za normálních provozních podmínek. Sledujeme především celosystémový parametr frekvence f (Hz) a parametr napětí U (V), symetrii napájení a výskyt harmonických.

Jmenovitý kmitočet napájecího napětí by měl být 50 Hz. Tato hodnota je ověřována v uzlech soustavy v intervalu 10 s a musí být v mezích podle tab. č. 1.1.1.

Tab.č.1.1.1. Parametry frekvence [3]

	Po 99,5 % roku	Po 100 % roku
Synchronní připojení k systému	50 Hz ± 1% (49,5 – 50,5 Hz)	50 Hz +4%/-6% (47 – 52 Hz)
	Po 99,5 % týdne	Po 100 % roku
Ostrovní napájecí systém	50 Hz ± 2 % (49 – 51 Hz)	50 Hz ± 15 % (42,5 – 57,5 Hz)

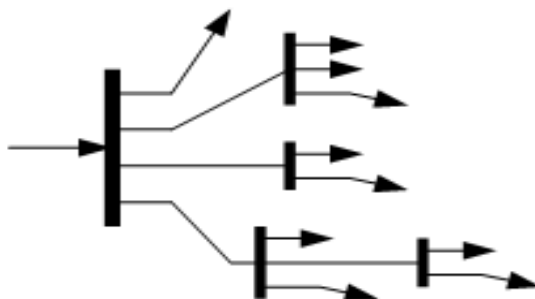
Velikost efektivních hodnot napětí na všech napěťových hladinách musí ležet v toleranci $U_N \pm 10\%$. Výjimku tvoří hladina 400 kV, kde je povolená tolerance $\pm 5\%$.

1.2. Elektrické sítě

Elektrický rozvod je soubor vodivých cest od zdroje energie ke spotřebiči. Netvoří je však pouze vodiče, ale také rozvodná zařízení, jističí, měřicí a spínací zařízení. Sítě mohou mít různé uspořádání, které určuje její vlastnosti a způsob provozu.

1.2.1. Paprsková síť

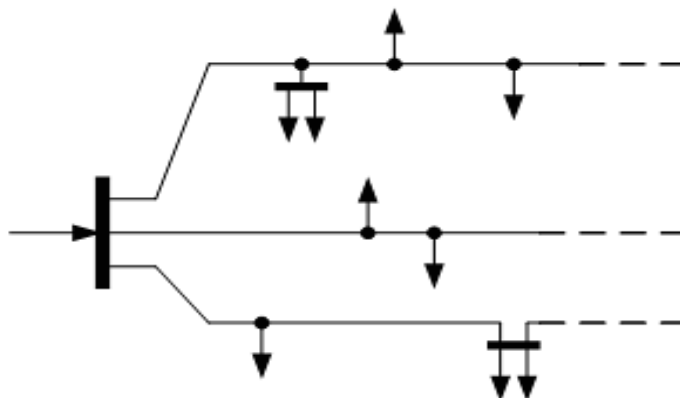
Paprsková síť je nejlevnější a nejjednodušší typ rozvodu elektrické energie. Používá se v distribuci nn nebo v menších průmyslových závodech. Jeho nevýhodou je fakt, že porucha vzniklá na paprsku vyřazuje celý paprsek z provozu, bez možnosti zálohování. Nemohou z něj být zásobovány spotřebiče/spotřebitelé prvního stupně dodávky. Výhodou je snadná lokalizace poruchy a relativně nízké pořizovací náklady



Obr. č. 1.2.1 Schéma paprskové sítě

1.2.2. Průběžná síť

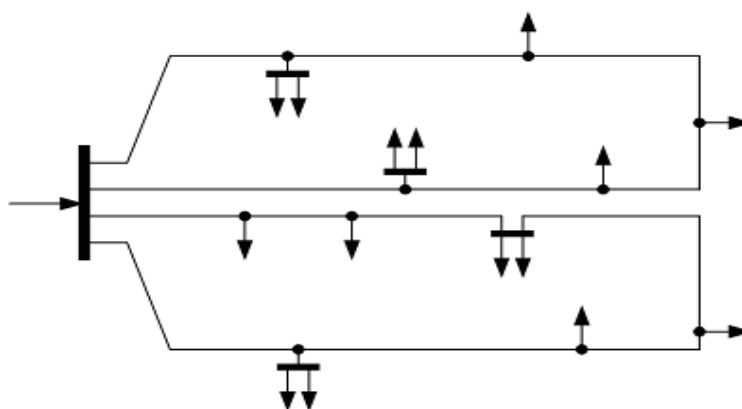
Průběžná síť je typická pro napájení osvětlení a jednotlivých maloodběratelů, nebo průmyslových hal. Je to dlouhé průběžné vedení s napájecími odbočkami. Ty napájí přímo spotřebiče nebo podružné rozvaděče. Důležitá je kontrola úbytku napětí díky poměrně dlouhým délkám. Spolehlivost je stejná jako u paprskové sítě.



Obr. č. 1.2.2. Schéma průběžné sítě

1.2.3. Okružní síť

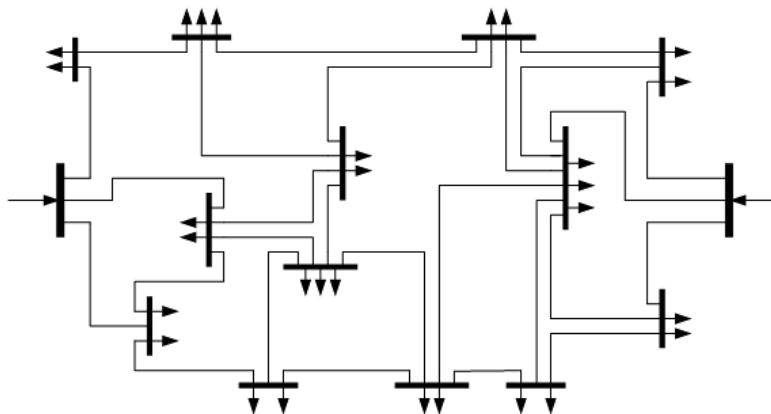
Okružní síť, též nazývaná smyčková, je paprsková síť s možností spojit dva paprsky do smyčky. Je provozována jako jednoduchá paprsková síť a v případě poruchy je zasmyčkována. Výhodou je možnost napájení jednoho místa ze dvou stran, což zvyšuje spolehlivost dodávky. Hodí se pro zásobování náročnějších odběrů vyžadujících právě zvýšenou spolehlivost, jako jsou velké průmyslové závody a městská zástavba.



Obr. č. 1.2.3. Schéma okružní sítě

1.2.4. Mřížová síť

Mřížová síť je tvořená alespoň dvěma napájecími místy s hustou sítí vzájemně propojených větších či menších podružných rozvodných míst. Tato konfigurace nabízí velkou provozní spolehlivost, díky možnosti manipulace s konfigurací sítě, takže případný výpadek postihuje minimum odběrných míst. Na druhé straně leží velké pořizovací náklady a poměrně nízké využití přenosových schopností sítě. Najde uplatnění ve velkých městech, protože dokáže efektivně pokrýt velké plochy.



Obr. č. 1.2.4. Schéma mřížové sítě

Dále je možné síť dělit např. podle:

- *Druhu napětí*
 - stejnosměrné,
 - střídavé.
- *Napěťové hladiny*
 - malé napětí, mn, do 50 V,
 - nízké napětí, nn, 50 V až 1000 V,
 - vysoké napětí, vn, 1000 V až 52 kV,
 - velmi vysoké napětí, vvn 52 kV až 300 kV,
 - zvláště vysoké napětí, zvn 300 kV až 800 kV,
 - ultra vysoké napětí, uvn více než 800 kV.
- *Postavení v rámci ES*
 - přenosové,
 - distribuční.
- *Podle parametrů*
 - se soustředěnými parametry,
 - s rozprostřenými parametry.
- *typu uložení*
 - kabelové,
 - venkovní.
- *podle uzemnění*
 - s izolovaným nulovým bodem,
 - s účinně uzemněným nulovým bodem,
 - s neúčinně uzemněným nulovým bodem (zemněno přes odpor, indukčnost)

2. Dimenzování a údržba vedení 110 kV

Vedení 110 kV slouží k přenosu velkých výkonů mezi transformačními uzly 400(220)/110 kV do uzlů 110/22 kV nebo jako zásobování energií pro velkoodběratele. Většinou se jedná o přenos na velké vzdálenosti a vedení s nutností vyšší spolehlivosti, proto se vedení provozuje jako okružní síť. Tvoří článek pro distribuci energie mezi hlavními uzly ES a odběry v průmyslových oblastech a velkých městech.

2.1. Dimenzování vedení

Hovoříme-li o dimenzování vedení, jde především o navržení takového průřezu vodiče, aby splňoval následující požadavky:

- 1) dovolený úbytek napětí,
- 2) dovolené oteplení,
- 3) mechanickou pevnost,
- 4) hospodárnost průřezu,
- 5) odolnost vůči zkratovým proudům,
- 6) bezpečnost (spolehlivost funkčnosti ochran).

Při řešení jde o nalezení kompromisu z hlediska technicko - ekonomického.

2.1.1. Dovolенý úbytek napětí

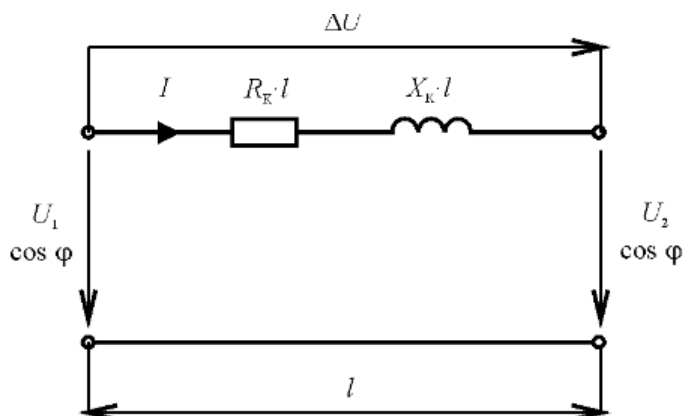
Průchodem proudu vodičem na něm vlivem jeho odporu a reaktance vznikají úbytky napětí, které nepříznivě ovlivňují připojené spotřebiče. Proto je nutné udržet úbytky na vedení ve stanovených mezích. Tyto meze jsou stanoveny na $\pm 10 \%$ pro všechny napěťové hladiny kromě 400 kV, kde je tolerance $\pm 5 \%$.

Tab. č. 2.1.1. Dovolенé tolerance napětí

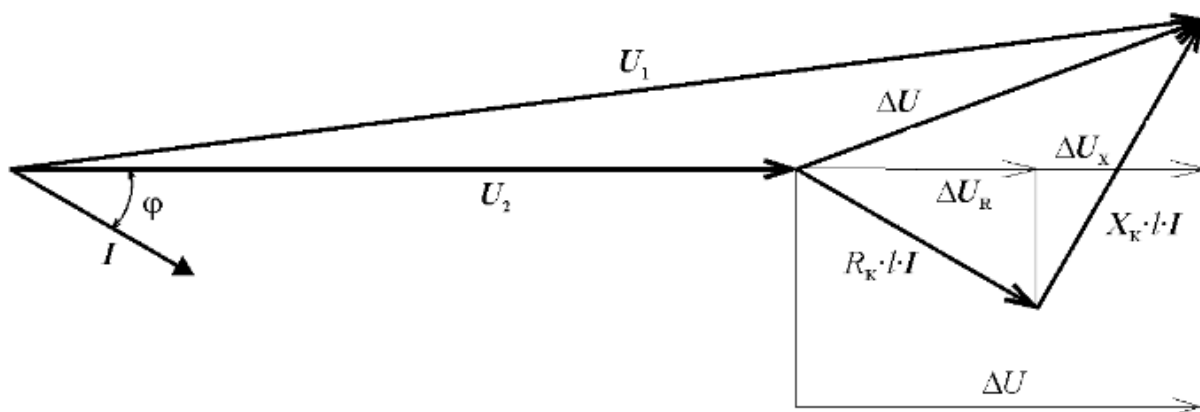
Napěťová hladina	Tolerance	Podle normy
NN	$\pm 10 \%$	ČSN EN 60 038
VN	$\pm 10 \%$	ČSN EN 50 160
110 kV	$\pm 10 \%$	ČSN EN 60 038
220 kV	$\pm 10 \%$	
400 kV	$\pm 5 \%$	

Hodnota úbytku napětí (ΔU) je rovna rozdílu napětí na začátku vedení (U_1) a na jeho konci (U_2).

Pro stanovení velikosti úbytku napětí je nutné znát fázorový diagram úbytku napětí. Dále budeme pracovat s tzv. krátkým vedením, kde nebudeme uvažovat parametry kapacity (C) a vodivost (G), které tvoří příčnou admitanci vedení a připojení inдукtivního spotřebiče. Parametry ovlivňující úbytky napětí na vedení budou tedy jeho činný odpor (R) a reaktance (X) a účinník $\cos \varphi$.



Obr. č. 2.1.1. Náhradní schéma vedení



Obr. č. 2.1.2. Fázorový diagram úbytku napětí

Podle náhradního schématu můžeme psát:

$$\overline{U_{1F}} = \overline{U_{2F}} + \Delta U_F = \overline{U_{2F}} + \vec{Z} \cdot \vec{I} = \overline{U_{2F}} + (R + jX) \cdot (I \cdot \cos \varphi - I \cdot \sin \varphi) \text{ (V)} \quad (2.1.1.)$$

Po roznásobení:

$$\Delta U_F = (R \cdot I_{\xi} + X \cdot I_j) + j(X \cdot I_{\xi} - R \cdot I_j) \text{ (V)} \quad (2.1.2.)$$

V podmínkách elektroenergetiky můžeme počítat s malým úhlem φ a můžeme si tedy dovolit zanedbat imaginární složku úbytku napětí. Vztah se tedy zjednoduší na:

$$\Delta U_F = R \cdot I_\xi + X \cdot I_j = R \cdot I \cdot \cos\varphi + X \cdot I \cdot \sin\varphi \text{ (V)} \quad (2.1.3.)$$

Toto nám rozděljuje úbytek napětí na dvě složky, závislou a nezávislou na průřezu. Složka závislá na průřezu je činný odpor vedení. Reaktance je výlučně závislá na prostorovém uspořádání vodiče a ne na jeho průřezu.

$$R = \frac{\rho \cdot l}{S} \text{ (\Omega)} \quad (2.1.4.)$$

2.1.2. Dovolené oteplení

U vedení je důležité, aby při jeho provozu nedošlo k nadměrnému oteplení a tím ke zhoršení jeho mechanických a elektrických vlastností. Oteplováním se zrychluje také stárnutí a kvalita izolačních materiálů. Provozní teplota vodiče závisí na:

- typu vodiče,
- způsobu provozu,
- charakteru okolního prostředí,
- způsobu uložení (u kabelových vedení).

Při určení minimálního dovoleného průřezu vodiče je nutné vyjít z tepelných ztrát při průchodu proudu:

$$\Delta P = R \cdot I^2 = \frac{\Delta\vartheta}{T} \text{ (W)} \quad (2.1.5.)$$

Teplota vodiče nesmí překročit hodnotu ϑ_m , z toho bude maximální dovolené oteplení vodiče:

$$\Delta\vartheta_m = \vartheta_m - \vartheta_o \text{ (°C)} \quad (2.1.6.)$$

Potom bude maximální zatěžovací proud:

$$I = \sqrt{\frac{\Delta\vartheta_m}{R \cdot T}} \text{ (A)} \quad (2.1.7.)$$

Za odpor R v této rovnici dosazujeme $R = \frac{\rho \cdot l}{S}$, kde už figuruje námi hledaný průřez.

2.1.3. Mechanická pevnost

Po provedení návrhu průřezu z elektrického hlediska se provede kontrola na mechanickou pevnost. Minimální průřez je dán pro jednotlivé druhy vodičů a jejich uložení normou ČSN 34 1610.

Na míru mechanického namáhání má vliv zejména konstrukce vodiče, klimatické podmínky (vítr, námraza) a způsob zavěšení/ uložení.

2.1.4. Hospodárnost průřezu

Hospodárnost průřezu vedení je parametr, který jde svými požadavky proti ostatním. Je nutné průřez dimenzovat tak, aby náklady na vodič byly co nejnižší, tedy požadujeme průřez co nejmenší, to ale znamená např. velké úbytky napětí. Je tedy potřeba nalézt minimum nákladové funkce.

Pro výpočet průřezu je důležitá tzv. doba plných ztrát, to je doba, za kterou maximální odebíraný proud způsobí stejné ztráty jako časově proměnný proud ve sledovaném období. Stanovíme ji takto:

$$T_A = t \cdot \left(0,2 \cdot \frac{A}{P_P \cdot t} + 0,8 \cdot \frac{A^2}{P_P^2 \cdot t^2} \right) \text{ (s)} \quad (2.1.8.)$$

Pokud je $T > 1\,000$ hod. a je předpoklad, že zařízení bude v provozu alespoň 10 let, určí se z grafů v normě ČSN 34 1610 specifická hospodárná hustota proudu nebo lze použít vztahu (2):

$$S = k \cdot I_P \cdot \sqrt{T_A} \quad (2.1.9.)$$

2.1.5. Odolnost proti zkratovým proudům

Zde je možno problematiku rozdělit na dvě oblasti, první zahrnuje dynamické účinky zkratových proudů, druhá jeho tepelné účinky.

Dynamické účinky zkratového proudu:

Při průchodu proudu vodičem tento vyvolává kolem něj elektromagnetické pole, které interaguje s okolními vodiči. Největší síly vyvolává zkratový proud ve své první amplitudě. Nazýváme ho nárazový zkratový proud I_{km} . Tyto síly jsou nebezpečné pevně uloženým/uchyceným vodičům, například zkroucením nebo vytrháním přípojnic, zničením izolátorů atp.

$$I_{km} = K_D \cdot \sqrt{2} \cdot I_k'' \text{ (A)} \quad (2.1.10.)$$

Síla, která působí mezi dvěma vodorovnými vodiči je:

$$F = 2 \cdot k_a \cdot k_b \cdot \frac{I_{km}^2}{a} \cdot l \cdot 10^{-7} \text{ (N} \cdot \text{m}^{-1}\text{)} \quad (2.1.11.)$$

Tato síla vyvozuje ohybové namáhání, kterému musejí odolávat nejen vodiče, ale také všechny konstrukční prvky, na které se síly přenášejí.

Tepelné účinky zkratového proudu

Délka trvání zkratu je velmi krátká. Teplo vyvinuté zkratovým proudem se nestačí odvést do okolí, což vede ke zvýšení teploty vodiče. To může mít negativní dopady na vodič samotný (zhoršení mechanických vlastností) nebo na jeho izolaci (snížení izolační pevnosti). Tepelné účinky zkratového proudu posuzujeme podle tzv. ekvivalentního oteplovacího proudu I_{ke} , což je velikost konstantního proudu, který způsobí stejné oteplení jako sledovaný proměnný zkratový proud.

Průřez vodiče s ohledem na jeho oteplení stanovíme takto:

$$S_{min} = \frac{I_{ke} \cdot \sqrt{t_k}}{K} (mm^2) \quad (2.1.12.)$$

2.1.6 Bezpečnost

Jde především o správné a spolehlivé působení ochran před nebezpečným dotykem.

2.2. Údržba vedení

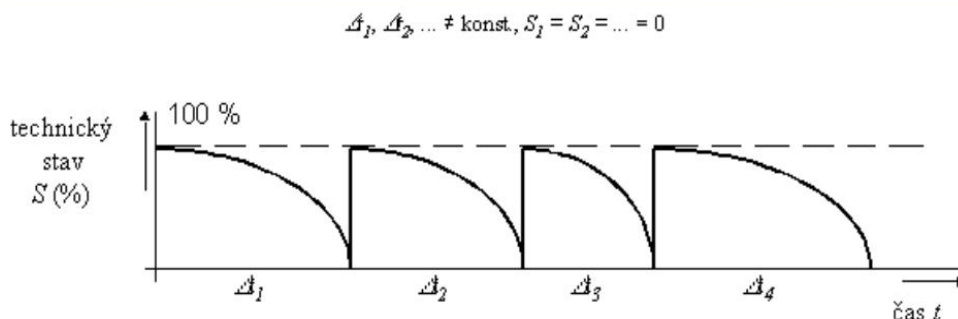
Obecně údržbou rozumíme stav, kdy zařízení není schopno plnit svou funkci, protože se nachází v tzv. údržbovém prostoji a tedy snižuje spolehlivost systému, do kterého je vřazeno. Toto snížení spolehlivosti ale nelze brát jako negativum, protože technicko - ekonomicky optimalizovaná údržba vede k prodloužení životnosti zařízení a z dlouhodobého hlediska ke zvyšování spolehlivostních ukazatelů. Tento technicko - ekonomický přístup v sobě nese tzv. spolehlivostně orientovaná údržba (RCM). Tento systém má za úkol zkrátit údržbové prostoje tak, aby při minimálních nákladech byla zaručena daná spolehlivost systému. Obecně v praxi rozeznáváme několik typů údržby zařízení: [5]

1) Prohlídka zařízení za účelem odhalení vznikající poruchy

Zařízení je v pravidelných intervalech podrobena prohlídce, kdy se stanoví jeho stav a určí se pravděpodobná doba do jeho poruchy. Podle výsledků prohlídky jsou učiněna příslušná opatření (výměna prvku, atd.).

2) Provoz do poruchy, korektivní údržba

Zařízení je provozováno tak dlouho, dokud nedojde k jeho poruše. Poté se buď opraví nebo vymění. Na následujícím obrázku je zachycen vztah technického stavu zařízení a intervalů údržby. Termín „technický stav“ je brán zcela obecně. U každého typu zařízení je nutno brát v úvahu jiná kritéria.

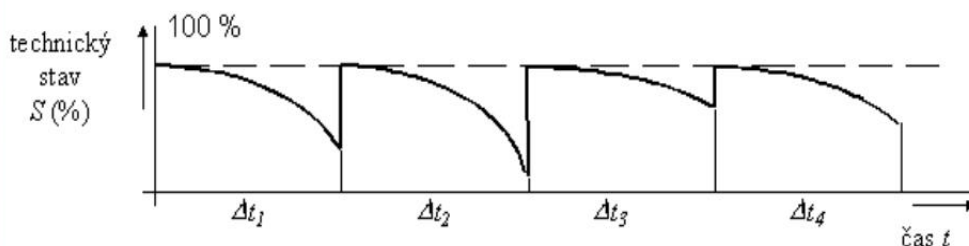


Obr. č. 2.2.1. Korektivní údržba

3) Plánovaná, preventivní údržba

Tento typ údržby nebere ohled na skutečný technický stav zařízení, ale údržba je prováděna v předem stanovených intervalech, které jsou výsledkem kvalifikovaných odhadů, údajů od výrobce nebo optimalizačního výpočtu.

$$\Delta t_1 = \Delta t_2 = \dots = \text{konst.}, S_1, S_2 \dots \neq \text{konst.}$$

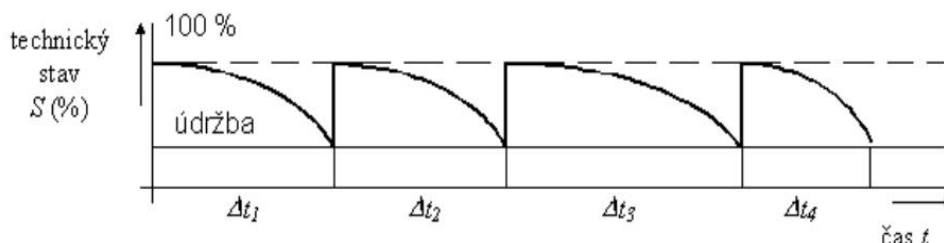


Obr. č. 2.2.2. Preventivní údržba

4) Údržba podmíněná stavem

U zařízení je pomocí diagnostických metod a monitorování zjišťován jeho skutečný stav a určena pravděpodobnost bezporuchového chodu a čas do funkční poruchy. Jedná se o typ údržby, který je nákladný, a proto nalezne uplatnění u drahých a/nebo provozně důležitých částí ES.

$$\Delta t_1, \Delta t_2, \dots \neq \text{konst.}, S_1 = S_2 = \dots = \text{konst.}$$

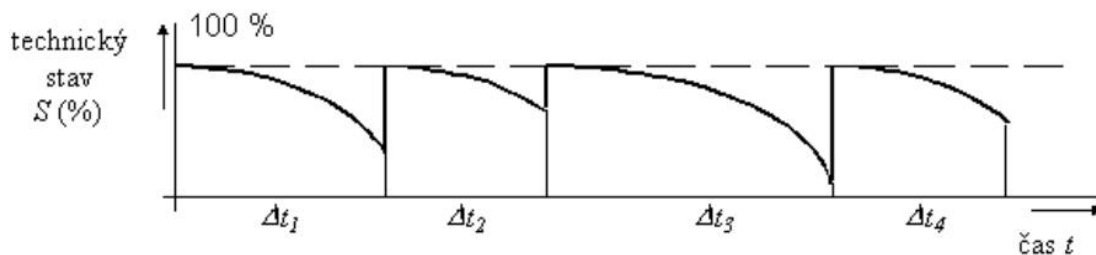


Obr. č. 2.2.3. Údržba podmíněná stavem

5) Spolehlivostně orientovaná údržba (reliability centered maintenance, RCM)

Cílem je zmenšit údržbové prostoje tak, aby byla u prvku zaručena daná spolehlivost. Pomocí matematických modelů se stanoví program údržby tak, aby náklady byly minimální, ale aby byla zachována požadovaná spolehlivost zařízení. Hledáme tedy minimum nákladové funkce.

$$\Delta t_1, \Delta t_2 \dots \neq \text{konst.}, S_1, S_2 \dots \neq \text{konst.}$$



Obr. č. 2.2.4. Spolehlivostně orientovaná údržba

2.2.1. Spolehlivostně orientovaná údržba

Jak již bylo řečeno v úvodu kapitoly, RCM je nástroj pro zefektivnění programu údržby elektroenergetických zařízení. RCM poskytuje podklady pro rozhodnutí v rámci údržby a je aplikován mimo stávající řídicí údržbové systémy.[5]

Rozeznáváme dva možné přístupy v rámci přístupu RCM k prvkům sítě.

První vede k optimalizaci údržbového cyklu pro všechny prvky daného typu, druhý ke stanovení pořadí údržby konkrétních prvků téhož typu. V následující tabulce jsou tyto přístupy přehledně porovnány.

Tab. č. 2.2.1. Srovnání přístupů k RCM [5]

Optimalizace údržbového cyklu	Stanovení pořadí prvků pro údržbu
Počet prvků daného typu je vysoký	Počet prvků daného typu není vysoký
Prvky daného typu mají obecně nízkou důležitost	Prvky daného typu mají obecně vysokou důležitost
Není možno zjistit náklady na prvky daného typu	Musíme stanovit hranici, od kdy má cenu zahájit údržbu
Při analýze události není možno zjistit konkrétní prvek	Při analýze události je možno zjistit konkrétní prvek
	Je možné monitorování zařízení
	Musíme být schopni určit stav a důležitost zařízení

2.2.2 Optimalizace údržbového cyklu

Tato metodika je vhodná zejména pro prvky hladiny nn a vn. Jedná se o distribuční trafostanice, vedení atd. [5]

Prakticky se jedná o stanovení optimální periody údržby. Budeme hledat rovnici celkových provozních nákladů na zařízení jako funkci intenzity údržby a nalezneme její lokální minimum. Tím nalezneme i optimální intervaly údržby. Základní nákladová rovnice má tvar:

$$N_C = N_U + N_O + N_V \quad (\text{Kč} \cdot \text{rok}^{-1}) \quad (2.2.1)$$

Kde

N_U - roční náklady na údržbu v Kč

N_O - roční náklady na opravy v Kč

N_V - roční náklady na výpadek v Kč

Rovnice předpokládá neměnnost položek v čase, nebo jejich stejnoměrný nárůst.

Náklady na údržbu (N_U)

Zahrnují v sobě veškeré výdaje týkající se údržby konkrétního zařízení. Jako limitní případy lze uvést údržbu podmíněnou stavem, která je obecně nejnákladnější, protože zahrnuje provoz a nákup diagnostického vybavení, kterým zjistíme skutečný stav zařízení. Na druhé straně leží způsob provozování do poruchy, kde žádnou údržbu neprovádíme, a tedy neneseme náklady.

Obecně roční náklady na údržbu stanovíme takto:

$$N_U = N_{U1} \cdot \lambda_U \quad (\text{Kč} \cdot \text{rok}^{-1}) \quad (2.2.2)$$

Kde

N_{U1} - náklady na jednu údržbovou činnost (Kč)

λ_U - intenzita údržby (rok^{-1})

Náklady na opravu (N_O)

Sdružují náklady související s opravárenskou činností na zařízení. Jsou to např. náklady na pořízení a skladování náhradních dílů a opravárenského zařízení, náklady na mzdy zaměstnanců a další.

Náklady na opravy stanovíme podle vzorce:

$$N_O = N_{O1} \cdot \lambda_{PK} \quad (\text{Kč} \cdot \text{rok}^{-1}) \quad (2.2.3)$$

Kde

N_{O1} - náklady na jednu opravárenskou činnost (Kč)

λ_{PK} - korigovaná intenzita poruch (rok^{-1})

Intenzita poruch λ_{PK} zde není konstantou, ale je závislá na intenzitě a způsobu údržby, je tedy na této hodnotě závislá. Lze tedy říci, že čím častěji se zařízení udržuje, tím je jeho spolehlivost vyšší a náklady na opravy nižší. Zároveň ale klesá jeho připravenost k plnění úkolů. Za předpokladu exponenciálního rozdělení poruch platí pro λ_{PK} následující vztah:

$$\lambda_{PK} = \lambda_P \cdot \left(1 - e^{-\frac{\lambda_P}{\lambda_U}}\right) \quad (\text{Kč} \cdot \text{rok}^{-1}) \quad (2.2.4)$$

Kde

λ_P - intenzita poruch prvku (rok^{-1})

Náklady na výpadek (N_V)

Zahrnujeme zde náklady na nedodanou energii, náhrady následných škod a pokuty. Tyto náklady lze vyjádřit vztahem:

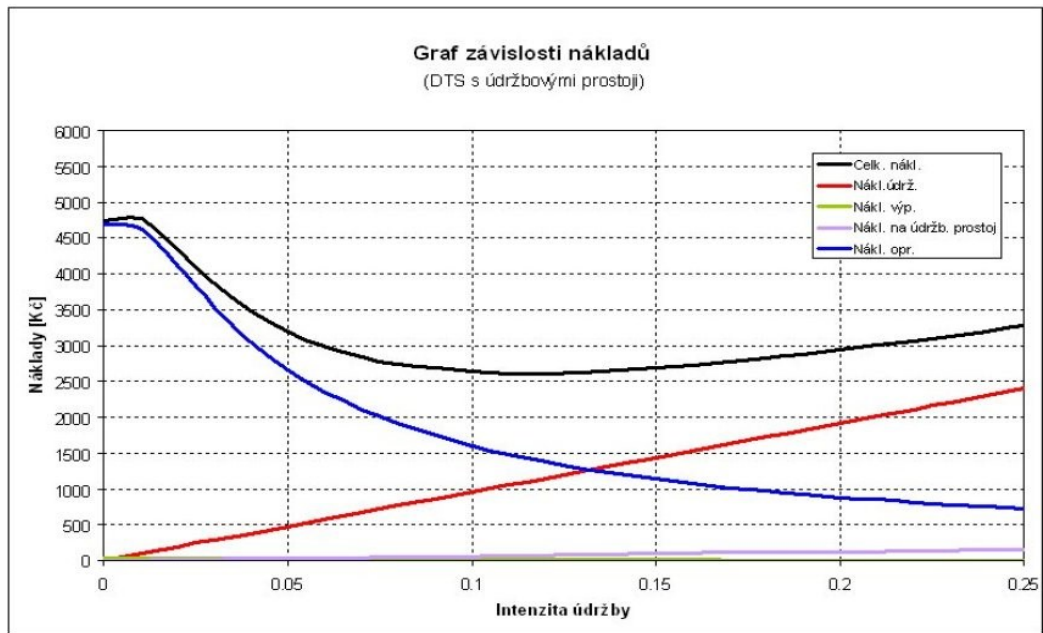
$$N_V = N_P \cdot \lambda_{PK} \cdot P_N \cdot T_V \quad (\text{Kč} \cdot \text{rok}^{-1}) \quad (2.2.5)$$

Kde

N_P - měrné náklady na výpadek ($\text{Kč} \cdot \text{MWh}^{-1}$)

P_N - střední hodnota odebíraného výkonu (MW)

T_V - střední doba trvání výpadku



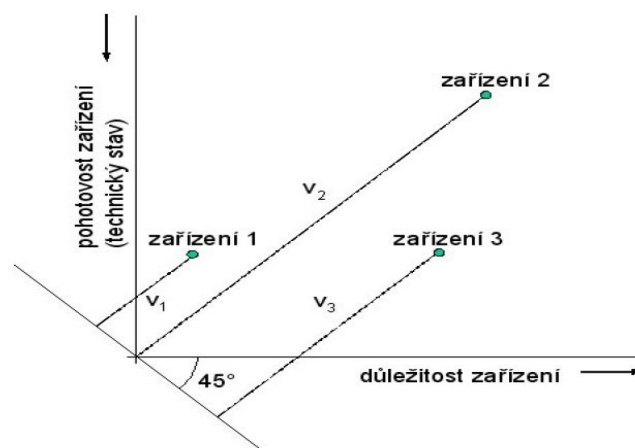
Obr. č. 2.2.5. Graf nákladové funkce

2.2.3. Údržba podmíněná stavem

Tento přístup se užívá hlavně pro prvky napěťové hladiny 110 kV nebo důležité prvky hladiny vn. Jedná se o trafostanice 110 kV/vn, vypínače 110 kV a vedení 110 kV. [5]

Pro hodnocení tohoto systému údržby je důležité znát technický stav prvku a jeho důležitost. Důležitostí se zde rozumí významnost zařízení z hlediska dopadu jeho poruchy na provoz systému. Čím jsou následky větší, tím je zařízení důležitější.

Pomocí příslušných koeficientů je nutno specifikovat důležitost a stav prvku. Tyto hodnoty lze poté zanořit do dvourozměrného grafu a z délek úseček stanovit pořadí prvků do údržby.



Obr. č. 2.2.6. RCM podmíněná stavem

Při zavádění tohoto přístupu je nutné mít podrobnou databázi informací o každém prvku a skupině prvků. Pro vedení 110 kV jsou to tyto údaje:

Vstupní identifikační údaje vedení 110 kV:

- název vedení, číslo vedení, rok uvedení do provozu,
- typ stožáru, typ a průřez vodiče a zemního lana,
- typ izolátoru.

Vstupní údaje důležitosti:

- název vedení, číslo vedení,
- přenesená energie za rok (MWh),
- průměrné vytížení vedení (%).

Vstupní údaje nákladů:

- název vedení, číslo vedení,
- náklady na údržbu vedení,
- náklady na opravu vedení,
- náklady na závady vedení.

Vstupní údaje technického stavu:

- název vedení, číslo vedení,
- datum posledního zásahu,
- vyhodnocení diagnostiky vedení,
- zjištěné závady,
- vyhodnocení prohlídky,
- staří (vodičů, vedení, stožárů),
- klimatické podmínky.

3. Současný stav údržby vedení 110 kV

Provozovaná elektrická rozvodná zařízení přenosové a distribuční soustavy jsou ve smyslu platných zákonných předpisů považována za vyhrazená elektrická zařízení. Proto jejich bezpečnost musí být ověřována revizemi a průběžně musí být prováděna údržba včetně kontrol ve stanovených lhůtách a ve stanoveném rozsahu. Norma ČSN 33 1500 ale říká, že pravidelné revize je možno nahradit kontrolami a údržbou podle schváleného ŘPÚ.

3.1. Řád preventivní údržby (ŘPÚ)

PDS je povinen provádět v DS úkony vedoucí k zajištění jejího spolehlivého a bezpečného provozu. Tyto úkony jsou součástí tzv. řádu preventivní údržby (ŘPÚ), který je v současnosti jediným uceleným nástrojem pro výkon údržby a kontroly na energetických zařízeních. Dle čl. 3.2 Změny 2 ČSN 33 1500 mohou být pravidelné revize nahrazeny průběžně prováděnými údržbovými úkony včetně kontrol stanovených ve vlastním Řádu preventivní údržby. Úkony související s ŘPU mohou podle zákona č. 211/2011 Sb. vykonávat pouze osoby s odbornou způsobilostí podle vyhlášky 50/1978 Sb. ŘPU je zpracován pro všechna elektrická zařízení PS a DS a každý energetický subjekt si zpracovává svůj vlastní. [6]

3.1.1. Obsah ŘPU

Z hlediska formy a náplně rozlišujeme:

1) Prohlídka

Pohledová kontrola prováděna pochůzkou popřípadě dopravním prostředkem (např. letecká kontrola vedení vvn a zvn).

Provádí se na zařízení pod napětím. Obsah a lhůty musí být stanoveny při respektování technického provedení vedení (např. holé nebo izolované vodiče, typ izolátorů atp.) a lokality jeho umístění (např. lesní průsek, zastavené území, volný terén atp.) včetně k přihlídnutí působení vnějších vlivů (např. znečištění, námrazová oblast atp.). Proto mohou být pro jednotlivé úseky trasy jednoho vedení stanoveny různé lhůty.

2) Zkoušení a měření

Porovnání parametrů zařízení měření a zkouškami pro ověření stavu jejich bezpečnosti a provozuschopnosti. Dle charakteru diagnostických zkoušek v návaznosti na přístrojové vybavení měřící a diagnostickou technikou se provádí:

- na zařízení za provozu (pod napětím),
- na zařízení mimo provoz (bez napětí) při provádění běžné údržby.

Obsah a lhůty musí být stanoveny dle stejných zásad jako úkon prohlídky s přihlédnutím k důležitosti jednotlivých bodů (např. křížovatkový stožár, stožár s úsekovým vypínačem, stožár se svodičem přepětí atp.). Proto v příslušném úseku vedení může být rozsah a četnost diagnostických zkoušek pro jednotlivé body rozdílný.

3) Údržba

Obsahuje úkony zajišťující bezpečný a provozuschopný stav zařízení. Dle charakteru a obsahu stanoveného úkonu se provádí:

- na zařízení za provozu (např. čištění prostorů a okolí příslušného zařízení atp.),
- na zařízení mimo provoz zejména v případech, kdy je nezbytná částečná demontáž kontrolovaného zařízení atp.

Doporučuje se, v rámci provádění plánovaného úkonu běžné údržby na zařízení mimo provoz, současně dle technických možností odstranit zjištěné závady při úkonech prohlídky a diagnostických měření.

3.1.2. Lhůty ŘPU

Lhůty úkonů ŘPU pro jednotlivé druhy zařízení v souladu PPDS jsou určovány podle:

- Významu příslušného zařízení na provozní spolehlivost přenosové nebo distribuční soustavy,
- Úrovně smluvně stanovené spolehlivosti dodávky elektřiny odběratelům zásobovaných z příslušného zařízení. (tj. jednotlivého vedení nebo stanice),
- Provozní zkušenosti s jednotlivými druhy zařízení dle jejich konstrukčního a přístrojového vybavení,
- Technických podmínek výrobce příslušného zařízení pro jeho údržbu,
- Vyhodnocení působení vnějších vlivů v příslušné lokalitě, kde je zařízení umístěno.

Tab. č. 3.2.1. Seznam a lhůty činností na vedení 110 kV

Pracovní postup	Lhůta (měsíc)	Činnost
Venkovní vedení vvn - prohlídka	12	Kontrola dodržování ochranného pásma.
		Kontrola stavu lesních průseků a jednotlivých dřevin v ochr. pásmu.
		Kontrola vzdáleností od objektů z hlediska dotykových napětí ve smyslu čl. 5.4.2.5.4 PNE 33 0000-1.
		Kontrola stavu izolátorových řetězců, armatur, tlumičů vibrací, distančních rozpěrek.
		Kontrola fázových vodičů, zemních lan, spojů, KZL včetně spojovacích krabic, příp. závěsného optokabelu.
		Kontrola optických spojovacích krabic, tlumičů vibrací.

		<p>Kontrola celkového stavu stožáru vč. konstrukcí a jeho stability.</p> <p>U stožárů z Atmofixu věnovat mimořádnou pozornost korodování úhelníků a zejména šroubových spojů a místům vetknutí do beton. základů.</p> <p>Kontrola celistvosti základu a stavu okolních dřevin.</p> <p>Kontrola případného poškození nebo vychýlení podpěrných bodů z trasy.</p> <p>Kontrola stavu výstraž. tabulek, číslování stožárů a značení systémů.</p> <p>Kontrola připojených uzemnění a stavu jeho uložení, svorek.</p>
Venkovní vedení vvn - lezecká údržba za provozu	96	<p>Kontrola stavu ocelové konstrukce a základu.</p> <p>Kontrola pevnosti spojů, zejména uvolnění nebo deformace diagonál.</p> <p>Kontrola kritických míst podléhajících zvýšené korozi, zejména vetknutí konstrukce do betonu.</p> <p>Kontrola horních prutů konzol a jejich styků se svislou konstrukcí.</p> <p>Kontrola šroubových spojů, svárů - zda se neobjevují trhliny.</p> <p>U stožárů z Atmofixu věnovat mimořádnou pozornost korodování úhelníků a zejména šroubových spojů a místům vetknutí do betonových základů.</p> <p>Kontrola stavu vodičů a zemního lana.</p> <p>Kontrola upevnění armatur, šroubových spojek, kotevních a nosných armatur.</p> <p>Kontrola izolátorových závěsů, svorek zemního lana.</p> <p>Kontrola vzdálenosti vodičů od konstrukcí, nejmenší vzdálenosti vodičů nad terénem, vzdálenosti od křižujících zařízení a objektů (včetně stromů) v ochranném pásmu vedení.</p> <p>Kontrola, obnova barevného označení systémů.</p> <p>Měření uzemnění stožárů a rezistivity půdy ve smyslu platné ČSN.</p>
Venkovní vedení vvn - měření uzemnění	48	Měření oteplení proudových spojů a vybavení vedení termovizí.
Venkovní vedení vvn - diagnostika - termovize	48	

3.1.3. Záznamy o úkonech provedených podle ŘPÚ

O prováděných revizích a kontrolách musí být provedeny písemné záznamy, které zpracovává provozovatel elektrického zařízení a musí být uloženy u téhož provozovatele až do doby následné revize stejného druhu.

Obsah zprávy o revizi

Zpráva o revizi elektrického zařízení musí obsahovat:

- určení druhu revize (výchozí, pravidelná),
- vymezení rozsahu revidovaného elektrického zařízení,
- soupis použitých přístrojů,
- soupis provedených úkonů (prohlídky, měření, zkoušky),
- soupis zjištěných závad,
- datum zahájení a ukončení revize, vypracování a předání zprávy o revizi,
- jméno a podpis revizního technika s jeho evidenčním číslem,
- naměřené hodnoty, pokud nejsou obsaženy v dokladech použitých pro sestavení zprávy o revizi,
- výsledky (prohlídky a zkoušek, naměřené hodnoty) podstatné z hlediska sledování stavu a bezpečnosti zařízení, pokud nejsou obsaženy v dokladech použitých pro sestavení zprávy o revizi.

Pokud se při sestavení zprávy o revizi využívá písemných dokladů, musí zpráva obsahovat jejich seznam a místo jejich uložení. Při revizi prováděné dodavatelským způsobem musí být všechny tyto doklady součástí zprávy o revizi. V závěru zprávy o revizi musí být uvedeno, zda elektrické zařízení je z hlediska bezpečnosti schopné provozu. V případě, že při revizi byly zjištěny závady, musí být ve zprávě o revizi uvedené, s jakým ustanovením normy nebo jiného předpisu jsou v rozporu, popř. jaké je v důsledku závady riziko ohrožení bezpečnosti.

4. Obnova vedení 110 kV

Vedení 110 kV je důležitý prvek v ES, sloužící k přenosu/distribuci energie mezi velkými uzly a pro zásobování měst a velkých průmyslových oblastí. Je proto důležité, aby tato vedení byla provozována s optimální spolehlivostí, bezpečností a ekonomikou. Tyto důvody vedou k zavádění a dalšímu zdokonalování metodiky jejich obnovy. Cílem této metodiky obnovy vedení 110 kV je stanovit pořadí, podle kterého by byla vedení obnovována tak, abychom zachovali bezpečný a spolehlivý provoz. Výchozími parametry pro toto určení je technický stav a důležitost každého vedení. Stanovení těchto dvou vstupních parametrů je velmi důležité. Výhodou metodiky je využití základních znalostí o provozu konkrétní sítě a stávající záznamy z provozu stejné sítě. Není tedy nutné zavádět další měření, záznamy atd.

4.1. Určení technického stavu

Vychází z databáze závad na vedení. Většina parametrů závady má dvojí značení, jedno slovní a jedno číselné, a vztahuje se na jeden údržbový úsek. Jedno vedení může mít i více údržbových úseků. Nejdůležitějšími parametry identifikujícími závadu jsou:

- datum a čas,
- priorita závady,
- množství,
- technické místo,
- označení vedení,
- příčina,
- distribuční oblast,
- zjištění závady (prohlídka, údržba atd.),
- část objektu, kterého se týká závada (vodič, zemní lano, podpěrný bod atd.).

4.1.1. Priorita závady

Obecným kritériem pro stanovení priorit je skutečnost, do jaké doby lze garantovat bezpečný provoz na základě stavu zařízení a zkušeností s provozováním zařízení DS. Nese v sobě informaci o závažnosti závady a do kdy je nutné jí odstranit. Je popsána slovně a číselným kódem. Pro závady s prioritou 4, 5 se doporučuje termín odstranění naplánovat nebo určit k datu nejbližší plánované běžné údržby na určeném vedení podle ŘPÚ. U priority 4 však nejdéle za jeden rok. Prioritu závady navrhuje zaměstnanec údržbového úseku, který závadu zjistil a zaevidoval a potvrzuje ji příslušný technik řízení podle dodaných podkladů.

Tab.č. 4.1.1. typy priorit

Priorita	Popis	Použití
1	Ihned	Závady ohrožující přímo bezpečnost osob, majetku a věcí, spolehlivost provozu - zhoršení podmínek BOZP, veřejné ohrožení, nebezpečí havárií, častých nebo rozsáhlých poruch, zhoršení technických parametrů přes nepřípustnou mez. Neprodleně informovat dispečink a příslušného technika vn, nn nebo vvn.
2	Týden	Tato priorita byla shledána nadbytečnou a od r. 2012 převedena na prioritu č. 1
3	Měsíc	Závady neohrožující přímo bezpečnost osob, majetku a věcí, spolehlivost - nebezpečí lokálních poruch, zhoršení technických parametrů nebo snížení obvyklé životnosti. Nejpozději do 30 dnů od zjištění zadat do systému.
4	Rok	Závady neohrožující přímo bezpečnost osob, majetku a věcí, spolehlivost – nebezpečí zhoršení technických parametrů nebo snížení obvyklé životnosti. Nejpozději do 30 dnů od zjištění zadat do systému.
5	Kontrola při ŘPÚ (před r. 2012 značeno NESPĚCHÁ)	Závady, které nemají vliv na bezpečnost, spolehlivost, technické parametry, ale mohou mít vliv na životnost zařízení. Nejpozději do 30 dnů od zjištění zadat do systému.

4.1.2. Množství závad

Nejedná se o celkový počet závad na jednom údržbovém úseku, ale o počet zjištěných závad stejného typu při jedné kontrole. Například počet poškozených izolátorů, chybějících výstražných tabulek atd. Zde však dochází k problému, jelikož některé záznamy závad mají množství zapsány v kusech a některé v metrech (délka zasaženého úseku). Podle popisu části vedení, které je uvedeno v záznamu závady, je možné určit, v čem je množství udáno. Jedná-li se o vodič nebo zemní lano je uvedené množství v metrech, pokud se jedná o podpěrný bod, izolátor atd. jedná se o množství v kusech. Pro přesnější stanovení technického stavu je s množstvím počítáno za pomoci kategorizace množství.

Prakticky je místo přesného množství přiděleno číslo (kategorie) množství podle tab. 4.1.2. Celkem se jedná o tři kategorie. Tyto kategorie jsou shodné pro kusy i metry a hodnoty hranic kategorií jsou určeny podle analýzy databáze závad.

Tab.č. 4.1.2. Kategorizace množství

Množství			
Metry		Kusy	
do 25 m	1	do 10 kusů	1
od 26 to 50 m	2	od 11 do 30 kusů	2
nad 51 m	3	nad 31 kusů	3

4.1.3. Stanovení technického stavu

Do rovnice tedy podle předchozích kapitol vstupuje, mimo jiné, prioritita závady a její množství. Samotné určení technického stavu se děje ve dvou krocích. Nejprve jsou zařízení připsány tzv. body technického stavu (BTS) a tyto body jsou podle tab. 4.1.3. převedeny na technický stav (TS). Hranice bodů technického stavu byly později přehodnoceny, avšak princip jejich výpočtu zůstal zachován. Podrobnější informace v kapitole 5.1. Body technické stavu se vypočítají podle rovnice 4.1.1. Vstupními hodnotami do vztahu je celkový počet závad podle priority a množství pro jeden údržbový úsek. Dále pak hodnota váhy pro každou prioritu a koeficienty, které zvyšují celkovou hodnotu BTS při vyšší kategorii množství.

$$BTS = \sum VP_x \cdot \sum (p_{M1x} + k_2 \cdot p_{M2x} + k_3 \cdot p_{M3x}) \quad (4.1.1.)$$

Kde:

VP_x - hodnota váhy pro prioritu x

k_2 a k_3 - jsou koeficienty pro zvýšení celkové hodnoty s ohledem na kategorii množství

p_{M1x} - je celkový počet závad o prioritě závady x v kategorii množství 1, totéž platí pro p_{M2x} a p_{M3x} , ale pro kategorii množství 2 respektive 3.

Tab.č. 4.1.3. Zjištění TS podle BTS

Hranice hodnot BTS pro stanovení technického stavu				
50	100	200	400	>400
Technický stav TS				
95 %	80 %	70 %	60 %	40 %

4.2. Určení důležitosti vedení

Důležitost vedení se stanovuje ze dvou údajů, a to z následku výpadku vedení a přenesené energie po vedení za rok. Důležitost vedení tak není stanovena pro konkrétní údržbový úsek, ale pro celé vedení.

4.2.1. Následky výpadku vedení

Nahrazuje dříve používanou tzv. zálohovatelnost vedení a říká, co se stane v DS, pokud konkrétní vedení vypadne. Následky výpadku se dají shrnout do následujících kategorií:

- 1 – „Nic se nestane“ nejsou nutné manipulace,
- 2 – Záloha po vedení 110 kV přibližně stejné délky,
- 3 – Záloha po vedení 110 kV přibližně stejné délky s omezeným výkonem,
- 4 – Záloha po vedení 110 kV větší délky,
- 5 – Záloha po vedení 110 kV větší délky s omezeným výkonem,
- 6 – Záloha po vedeních vn,
- 7 – Záloha po vedeních vn s omezeným výkonem.

Ze seznamu možných následků výpadku je vidět, že následek 1 je v podstatě horká rezerva. U ostatních typů se jedná o studenou rezervu a v síti je nutné provést manipulaci. Maximální manipulační časy nepřesáhnou 20 minut u záloh pomocí 110 kV vedení a 45 minut u záloh pomocí vn vedení. U některých typů záloh (3, 5, 7) není možné přenášet plný výkon.

4.2.2. Přenesená energie vedením

Druhým vstupním údajem o důležitosti vedení je celková přenesená energie za rok. Celková energie za rok je stanovena na základě standardních měření probíhajících v distribuční síti. Jedná se o každodenní záznam průměrných, minimálních a maximálních hodnot za každou hodinu, pro celou distribuční oblast. Pro stanovení důležitosti není nutné znát přesnou hodnotu přenesené energie, ale orientační hodnotu. Proto je každému vedení určena kategorie, do které dané vedení 110 kV spadá,

podobně jako u následku výpadku vedení. Podobně jako hranice pro BTS byly i hranice pro kategorie přenesené energie v průběhu vývoje metodiky přehodnoceny. Více informací poskytne kapitola 5.1.

Tab.č. 4.2.1. Kategorie přenesené energie

Kategorie	Přenesená energie
1	< 50 GWh
2	50 ÷ 150 GWh
3	150 ÷ 250 GWh
4	> 250 GWh

4.2.3. Stanovení důležitosti vedení

Zde je situace proti určování technického stavu jednodušší, protože máme k dispozici tzv. matici důležitosti, která byla stanovena na základě analýz vstupních parametrů a teoretického rozboru. Nalezením společné buňky odpovídající jak přenesené energii, tak následkům výpadku stanovíme procentní důležitost vedení. Z matice je patrné, že vyšší důležitosti dosahují vedení, která jsou sice zálohovatelná, ale pouze s omezením výkonu. Čím více energie vedení přenáší, tím je vyšší jeho důležitost.

Tab.č. 4.2.2. Matice důležitosti vedení

MATICE		Přenesená energie			
		1	2	3	4
Důležitosti vedení		1	2	3	4
Následek výpadku	1	0 %	5 %	10 %	20 %
	2	5 %	10 %	15 %	25 %
	3	15 %	25 %	30 %	45 %
	4	7 %	12 %	17 %	27 %
	5	25 %	35 %	40 %	50 %
	6	20 %	25 %	30 %	40 %
	7	35 %	45 %	55 %	70 %

4.3. Priorita obnovy

Výsledkem celé metody je veličina zvaná priorita obnovy (*PO*). Priorita obnovy může teoreticky nabývat hodnot od 0 do 100 %, kde hodnota 0 % je nejlepší: to znamená, že vedení má 100 % technický stav (bez závady) a důležitost vedení je 0 % (minimálně přenesené energie, záloha bez nutné manipulace). Čím je tato hodnota vyšší, tím dříve by měla proběhnout obnova. Priorita obnovy se vypočte podle rovnice (4.3.1) a počítá se pro každý údržbový úsek:

$$PO = (100 - TS) \cdot (1 - k_{TSDV}) + DV \cdot k_{TSDV} \quad (4.3.1.)$$

Kde:

TS - technický stav

DV - důležitost vedení

k_{TSDV} - koeficient, který rozděluje vliv jednotlivých parametrů (*TS*, *DV*) na výsledek priority obnovy. Koeficient může nabývat hodnot od 0 do 1. Pokud je hodnota rovna 0,5 je výsledná priorita obnovy rovnoměrně rozdělena mezi *TS* a *DV*, pokud je hodnota nižší než 0,5, je upřednostněn technický stav a naopak.

5. Zpracování a interpretace databází

Hlavním úkolem této práce je získat přehled a na základě dostupných údajů vytvořit posloupnost, ve které by měly jít jednotlivé údržbové úseky vedení 110 kV distribuční oblasti Morava do obnovy. Na základě této posloupnosti bude vytvořen software pro jednoduché a rychlé určení priority obnovy jednotlivých úseků. Údržbovým úsekem se pro potřeby vedení vvn rozumí trasa potahu ze stanice do stanice nebo k odbočnému stožáru a vychází z potřeb údržby [9]. Veškeré hodnoty používané pro stanovení této priority obnovy byly zvoleny především s ohledem na jejich dostupnost a nezatěžují distribuční společnosti dalšími nároky na sledování nových údajů. V průběhu vývoje metodiky však došlo několikrát ke změně způsobu zapisování např. poruch do databáze, což vývoj metodiky výrazně ovlivnilo. V současné době ale platí jednotný systém. Byl zaveden 1. 7. 2009 a je povinný pro všechny DS. První databáze poruch byly zavedeny roku 2002, ale každá DS je vedla podle svých pravidel a nebylo tedy možné vytvořit jednotný systém jejich zpracování.

5.1. Rozdíly mezi starou a novou metodikou obnovy

Výše zmíněné změny v zápisu do databází a zdokonalování metodiky vedly prozatím ke vzniku dvou verzí. První vznikla pouze na základě teoretických rozborů a odhadů, zatímco druhá už využívá poznatky získané při vzniku a využití metodiky první. Hlavním cílem bylo zpřesnění výsledků. Dále je v článku rozebírána pouze druhá metodika. Provedené změny byly:

- Zvýšení množství kategorií přenesené energie ze 4 na 6,

Tab.č. 5.1.1 Nová kategorizace přenesené energie

<i>Kategorie</i>	<i>Přenesená energie</i>
<i>1</i>	<i>< 50 GWh</i>
<i>2</i>	<i>50 ÷ 100 GWh</i>
<i>3</i>	<i>100 ÷ 200 GWh</i>
<i>4</i>	<i>200 ÷ 300 GWh</i>
<i>5</i>	<i>300 ÷ 400 GWh</i>
<i>6</i>	<i>>400 GWh</i>

- Zvětšení rozlišení v kategoriích BTS,

Tab.č. 5.1.2. Nová kategorizace BTS

Hranice BTS na stanovení technického stavu v %						
50	100	150	250	350	500	>500
Příslušná hodnota TS (%)						
95%	80%	70%	60%	50%	40%	30%

- Priorita 2 (odstranit do týdne) převedena na prioritu 1 (odstranit ihned),
- Změna hranic pro posuzování PO (důsledek změny kategorizace BTS),

Tab.č. 5.1.3. Hranice PO pro starou a novou metodiku

PO podle staré metodiky	PO podle nové metodiky
0%	0%
5%	5%
10%	15%
15%	25%
25%	40%
35%	>40%
50%	
>51%	

- Změna koeficientu k_{TSDV} z rovnice 4.3.1. z 0,5 na 0,4 což znamená upřednostnění technického stavu nad důležitostí vedení.

5.2. Určení důležitosti vedení

DV je jedním ze dvou důležitých údajů potřebných pro výpočet priority obnovy. Stanovuje se na základě měřené přenesené energie a následku výpadku vedení. Pokud známe obě tyto hodnoty, praktické stanovení DV se děje na základě matice důležitosti vedení, kde v řádcích jsou

hodnoty následku výpadku a ve sloupcích kategorie přenesené energie. Důležitost hledaného vedení leží v průsečíku těchto hodnot. Jedná se o procentní vyjádření DV, čím vyšší hodnota, tím vyšší důležitost. Z matice plyne, že vyšší důležitost mají vedení hůře zálohovaná, tzn., že po nich lze přenášet pouze omezený výkon. Jsou to následky výpadku č 3, 5 a 7. Naopak následky výpadku 1, 2 a 4 nejsou pro distribuční oblast příliš zatěžující. U následků 6 a 7 vstupují do přenosu navíc dvě transformace napětí 110/22 kV a 22/110 kV. DV s přenesenou energií stoupá přibližně lineárně. Použitá matice důležitosti vedení vypadá následovně.

Tab.č. 5.2.1. Matice důležitosti vedení

Matice důležitosti vedení		Přenesená energie					
		1	2	3	4	5	6
Následek výpadku	1	0%	2%	3%	5%	6%	8%
	2	3%	5%	8%	11%	14%	16%
	3	9%	14%	18%	23%	28%	36%
	4	5%	7%	10%	13%	16%	20%
	5	15%	21%	27%	36%	42%	48%
	6	12%	15%	18%	22%	26%	34%
	7	19%	26%	32%	41%	51%	60%

Aby bylo možno takto zpracovat velké množství dat, byl vytvořen funkční program v tabulkovém procesoru EXCEL. Výřez z obrazovky programu vypadá takto:

Tab.č. 5.2.2. Tabulka stanovení důležitosti vedení

Vedení	Následek výpadku	Přenesená energie - kategorie	Důležitost vedení DV (%)
V551	2	1	3%
V552	2	1	3%
V553	1	3	3%
V554	1	3	3%
V555	1	1	0%
V560	4	1	5%
V561	1	3	3%

Po vyplnění prvních tří sloupců tabulky se poslední sloupec vyplní automaticky podle funkce: **=KDYŽ(NEBO(C13="";D13="");"NEZADÁNO";INDEX(\$IS3:\$NS\$9;C13;D13))** která, pokud jsou buňky C13 (následek výpadku) nebo D13 (přenesená energie) nevyplněny, vrátí hodnotu NEZADÁNO a pokud jsou obě pole vyplněna, vrátí hodnotu z tabulky 5.2.1, na kterou odkazuje funkce INDEX (tato funkce je právě určena na vyhledání hodnoty, podle zadaného řádku a sloupce).

5.2.1. Teoretické stanovení zálohovatelnosti (následku výpadku) vedení

Zálohovatelnost byla nejprve vyhodnocena na základě pravděpodobnosti bezporuchového chodu R (-). Pro výpočet bylo použito metodiky ČEZ 22/80.

$$R = 1 - \frac{\lambda \tau}{8760} \quad (5.2.1.)$$

Ve vzorci je nutné stanovit intenzitu poruch λ (rok⁻¹) a střední dobu poruchy τ (hod). Tyto hodnoty jsou výsledkem dlouhodobého sledování poruch [5].

Tab.č.5.2.3. Tabulka vstupních parametrů

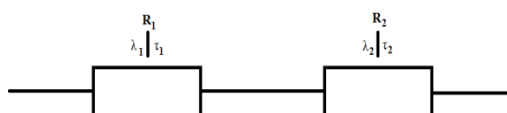
	λ (rok ⁻¹)	τ (hod)
Vedení vvn 100 km	0,282	3,155
Vedení vn 100 km	3,623	18,759
Transformátor vvn/vn	0,048	74,892

Základem metodiky ČEZ 22/80 jsou tři zapojení. Sériové, paralelní (horká rezerva) a paralelní s manipulací (studená rezerva).

- Sériové zapojení,

$$\lambda = \lambda_1 + \lambda_2 \quad (5.2.2.)$$

$$\tau = \frac{\lambda_1 \tau_1 + \lambda_2 \tau_2}{\lambda} \quad (5.2.3.)$$

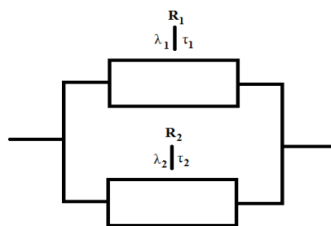


Obr.č. 5.2.1. Sériové zapojení

- Paralelní zapojení,

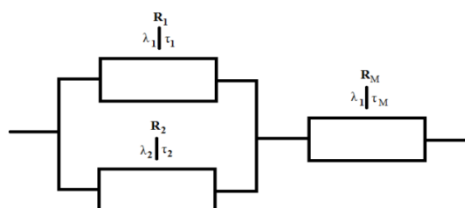
$$\lambda = \frac{1}{8760} \cdot (\lambda_1 \lambda_2 (\tau_1 + \tau_2)) \quad (5.2.4.)$$

$$\tau = \frac{\lambda_1 \lambda_2 \tau_1 \tau_2}{8760 \lambda} \quad (5.2.5.)$$



Obr.č. 5.2.2. Paralelní zapojení

- Paralelní zapojení s manipulací.



Obr.č. 5.2.3. Paralelní zapojení s manipulací

Toto zapojení je řešeno nejprve jako čistě paralelní zapojení prvků R_1 a R_2 a výsledek poté sériově s R_M . Intenzita poruch manipulace je shodná s intenzitou poruch prvního prvku.

Pro řešení bylo vybráno 5 možných zapojení, pomocí kterých určíme DV v dané soustavě:

- bez zálohy,
- záloha vedením vvn o stejné délce,
- záloha vedením vvn o 1,5 násobku délky,
- záloha vedením vn o stejné délce,
- záloha vedením vn o 1,5 násobku délky.

Všechny varianty (kromě první) počítaly s manipulací i bez ní. Tedy horká i studená rezerva. Výpočet obsahoval 9 variant. Manipulační časy pro teoretické výpočty byly zvoleny 7 minut pro zálohu po vedení vvn, respektive 20 minut pro zálohu přes vedení vn. Zálohované vedení je dlouhé 100 km.

Výsledky pro jednotlivá zapojení jsou následující [7]:

- | | |
|--|------------------|
| • záloha vedením vvn o stejné délce, | R= 0,999 999 989 |
| • záloha vedením vvn o 1,5 násobku délky, | R= 0,999 999 985 |
| • záloha vedením vn o stejné délce, | R= 0,999 999 129 |
| • záloha vedením vn o 1,5 násobku délky, | R= 0,999 998 735 |
| • záloha vedením vvn o stejné délce s manipulací, | R= 0,999 996 234 |
| • záloha vedením vvn o 1,5 násobku délky s manipulací, | R= 0,999 996 229 |
| • záloha vedením vn o stejné délce s manipulací, | R= 0,999 988 398 |
| • záloha vedením vn o 1,5 násobku délky s manipulací, | R= 0,999 988 004 |
| • bez zálohy. | R= 0,999 898 434 |

Z výsledků vyplývá že, pomíneme-li vedení bez zálohy, nejhorší pravděpodobnost bezporuchového chodu mají zálohy po vedeních vn, protože do přenosu vstupují dvě transformace. Dále je pravděpodobnost výrazně ovlivňována nutností manipulace. Naopak délka vedení do výsledků zasahuje minimálně.

Po konzultaci výsledků s techniky distribuční společnosti byly tyto pravděpodobnosti bezporuchového chodu převedeny na následek výpadku vedení, který už se přímo použije v matici důležitosti vedení. Tyto následky jsou vyjmenovány v kapitole 4.3.1. Při práci na nejnovější verzi metodiky je, pro stanovení hodnot v matici důležitosti vedení, využíván program SPOLEH.

5.2.2. Stanovení přenesené energie

Pro výpočet byla použita data z roku 2010, která byla k dispozici. Jedná se o 365 souborů EXCEL o celkové velikosti přibližně 7 GB. Jeden soubor obsahuje kompletní měření za celý den v celé distribuční oblasti. Hodnoty jsou odečítány hodinově a zaznamenána jsou minima, maxima a průměrné hodnoty. Výpočet celkové energie probíhal v několika fázích. První fází bylo vypočtení celkové energie za jeden den a uložení do dalšího nového souboru. Do stejného souboru se následně na následující sloupec zapsala energie z dalšího dne atd. Jelikož bylo nutné provádět i kontrolu hodnot, bylo vyhodnocení rozděleno na dvě půlroční období. Ty byly následně sečteny. Všechny tyto operace byly naprogramovány jako makro v tabulkovém procesoru MS EXCEL. Při všech součtech se sčítala absolutní hodnota, protože na některých vedeních se mění tok směru výkonu. Výpočet proběhl pro všechny měřené položky, tedy napětí, proud atd. Správná hodnota energie se vyskytuje u položky, kde je měřen činný výkon [8].

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	dbaze	adr	ind	nazev	rez_01	rez_02	rez_03	rez_04	rez_05	rez_06	rez_07	rez_08
2	452	800	0	[452] [800] ***	0	0	0	0	0	0	0	0
3	1691	210	0	Albrech.22 22 D 791 I vývodu	0	0	0	0	0	0	30,8557	30,4804
4	1691	131	0	Albrech.22 22 Mereni 1 Uf - L1 - A	13,2928	13,2996	13,3202	13,3379	13,3557	13,3678	13,3088	13,3769
5	1691	132	0	Albrech.22 22 Mereni 1 Uf - L2 - A	12,9196	12,9286	12,9576	12,9343	12,9619	12,9712	12,9051	12,9639
6	1691	133	0	Albrech.22 22 Mereni 1 Uf - L3 - A	12,8651	12,9367	12,9385	12,9055	12,8924	12,8612	12,7981	12,8568
7	1691	130	0	Albrech.22 22 Mereni 1 Us - A	22,6271	22,6724	22,7045	22,7051	22,6958	22,6973	22,564	22,6803
8	1691	141	0	Albrech.22 22 Mereni 2 Uf - L1 - A	13,303	13,3135	13,3379	13,3509	13,3697	13,384	13,3178	13,3656
71	1467	369	0	Albrechti.110 V 601 Q dopočet přes P	1,72591	1,83191	0	0	0	0	2,47787	0
72	1467	361	0	Albrechti.110 V 601 Us vývodu	119,758	119,371	119,793	119,738	119,833	119,665	119,793	119,567
73	1467	340	0	Albrechti.110 V 602 I vývodu	17,0503	16,5636	0	0	0	0	22,3838	0
74	1467	348	0	Albrechti.110 V 602 P dopočet přes P	-3,1573	-2,8747	0	0	0	0	-3,6446	0

Obr.č. 5.2.4. Ukázka měřených dat

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2	Jméno souboru				Plachty_plachtypl100101_p	Plachty_plachtypl100701	plachtypl101231
3	dbaze	adr	ind	nazev	energie 1	energie 2	Celkem
4	452	800	0	[452] [800] ***	0	0	0
5	1691	210	0	Albrech.22 22 D 791 I vývodu	48985,28369	52325,68016	101310,9638
117	1467	39	0	Albrechti.110 V 668 Q dopočet přes P	-6220,94851	-3455,442862	-9676,391372
118	1467	31	0	Albrechti.110 V 668 Us vývodu	516053,5497	523792,5766	1039846,126
119	1467	330	0	Albrechti.110 V 671 I vývodu	224864,8173	260181,5586	485046,3759
120	1467	338	0	Albrechti.110 V 671 P dopočet přes P	3094,602961	-62,49452652	3032,108434
121	1467	339	0	Albrechti.110 V 671 Q dopočet přes P	-8982,231685	-10781,5109	-19763,74258
122	1467	331	0	Albrechti.110 V 671 Us vývodu	438478,5568	506405,9745	944884,5314
123	1467	70	0	Albrechti.110 V 677 I vývodu	374845,7687	272898,7017	647744,4703
124	1467	78	0	Albrechti.110 V 677 P dopočet přes P	-33700,97354	-32371,36916	-66072,34269
125	1467	79	0	Albrechti.110 V 677 Q dopočet přes P	-46355,01823	-22033,31344	-68388,33167
126	1467	71	0	Albrechti.110 V 677 Us vývodu	512976,7427	514158,6526	1027135,395

Obr.č. 5.2.5. Vypočtená přenesená energie za rok

Přenesená energie se poté, pro lepší přehlednost, zapsala do nového souboru EXCEL, kde pomocí jednoduché funkce došlo k přiřazení hodnoty energie v MWh ke stupni (1 – 6, podle tab. 5.1.1.). Příklad obrazovky programu vypadá takto:

Tab.č. 5.2.3. Tabulka stanovení přenesené energie

Důležitost vedení				
Vedení	Přenesená energie (MWh)	PND	stav	Energie (1-6)
V551	38 101	72	OK	1
V552	7 603	140	OK	1
V553	181 814	0	OK	3
V554	178 762	0	OK	3
V555	20 080	242	OK	1
V560	43 668	114	OK	1
V561	182 645	0	OK	3

PND znamená počet nulových dní na vedení. Stav OK nám říká, že proběhla kontrola z obou stran vedení a energie si odpovídaly. V posledním sloupci je samotné přiřazení energie stupni podle funkce:

=KDYŽ((F3<50000);1;KDYŽ((F3<100000);2;KDYŽ((F3<200000);3;KDYŽ(F3<300000;4;(KDYŽ(F3<400000;5;6)))))).

5.2.3. Hodnocení distribuční oblasti z hlediska důležitostí vedení

První tabulka se bude týkat rozdělení vedení podle následku výpadku:

Tab.č. 5.2.4. Tabulka následku výpadku

Následek výpadku	Počet vedení (ks)	Počet vedení (%)
1	95	55,5
2	52	30,5
3	1	0,6
4	12	7,6
5	1	0,6
6	9	5,2
7	0	0

Z tabulky plyne, že naprostá většina (81 %) vedení na Moravě je provozována v horké rezervě nebo je zálohována vedením přibližně stejné délky se stejnou přenosovou schopností. Zároveň neexistují vedení, která by byla zálohovaná přes vn se sníženým výkonem. Toto byl také hlavní důvod, proč se změnila původní hodnota k_{TSDV} z rovnice 4.3.1. z 0,5 na 0,4. Tato změna znamená, že následky výpadku jsou v oblasti mírné a dobře zvládnuté a je tedy možné upřednostnit technický stav bez obav, že by tato změna znehodnotila výsledky.

Hodnocení z hlediska přenesené energie obsahuje následující tabulka:

Tab.č. 5.2.5. Tabulka přenesené energie

Stupeň přenesené energie	Počet vedení (ks)	Počet vedení (%)
1	48	28,1
2	44	25,7
3	40	23,4
4	28	16,4
5	7	4,1
6	4	2,3

Zde spadá přibližně 77 % všech vedení do kategorie vedení, které přenášejí do 200 GWh energie za rok, což opět vede k upřednostnění technického stavu. V kategorii 6 jsou vedení z elektrárny Dětmárovice a dá se u nich očekávat vysoká přenášená energie, podobně jako u vedeních v kategorii 5, které propojují velké rozvodny (Hranice, Krasíkov) nebo zásobují velké odběratele, například ArcelorMittal a.s.

Poslední tabulka shrnuje samotnou důležitost vedení:

Tab.č. 5.2.6. Tabulka důležitosti vedení

Důležitost vedení	Počet vedení (ks)	Počet vedení (%)
0 – 5 %	127	74,3
5 – 10 %	18	10,5
10 – 15 %	19	11,1
15 – 20 %	5	3
22 %	1	0,6
42 %	1	0,6

Zde se opět ukazuje poměrně nízká důležitost vedení v distribuční oblasti Morava. To znamená, že se příliš nevyskytují vedení, jejichž výpadek by postihl velké oblasti nebo by bylo těžké jej odstranit pomocí záložního vedení. Maximální dosažitelná hodnota DV je 60 %, ta se v oblasti nevyskytuje. Nejvyšší DV (42 %) má vedení V696 – Albrechtice – Doubrava. Vedení s DV 22 % je V5003 – Vratimov – Arcelor Mittal.

Kompletní tabulky obsahuje příloha č. I.

5.3. Určení technického stavu

Určení technického stavu vedení se provádí na základě databáze poruch. Společností ČEZ byla dodána databáze z celé ČR, která obsahovala 22 687 záznamů od roku 2009. Z nich byly nejprve vyčleněny záznamy týkající se distribuční oblasti Morava podle značení jednotlivých údržbových úseků, např. DS-VVN-20000-UU2401, kde číslo 20 000 značí právě Moravu. Tímto se množství prvků v databázi snížilo na 5 352. Ke každé poruše je možné získat velké množství informací, konkrétně 214, ale většina údajů slouží k internímu použití ve společnosti. Pro určení priority obnovy je důležité především označení vedení, označení údržbového úseku, skupina kódů označujících místo závady, množství, kategorie množství a priorita. V databázi byly dále ponechány další zpřesňující informace o závadě.

5.3.1. Zpracování databáze poruch a získání technického stavu

Nejprve bylo třeba převést skutečné kusové nebo metrové množství závad na kategorii množství. Bylo to nutné, protože se vyskytují závady, u kterých se množství počítá v metrech (vodiče, zemnicí lana) a kde se zaznamenává v kusech (podpěrné body, izolátory, vstroj a jiné). Toto bylo provedeno podle tab. 4.1.2., v programu EXCEL konkrétně podle funkce =KDYŽ((G3<25);1;KDYŽ((G3<51);2;KDYŽ((G3>51);3))) pro množství v metrech a podle funkce =KDYŽ((G2<11);1;KDYŽ((G2<31);2;KDYŽ((G2>=31);3))) pro množství v kusech. Takto jsme získali u každé závady její kategorii množství 1, 2 nebo 3.

Dále je třeba brát v úvahu prioritu závady, kterou stanoví pracovník, který ji zjistil po konzultaci s techniky. Priorita nabývá hodnot 1, 3, 4, 5, podle Tab. 4.1.1. V databázi se vyskytovaly i poruchy s prioritou 2, ale ta byla, z důvodu nadbytečnosti, převedena na prioritu 1. Jednalo se o 135 poruchových záznamů.

Hlavním nástrojem pro uspořádání a práci s tak rozsáhlou databází o mnoha prvcích byla kontingenční tabulka. Do kontingenční tabulky byly navedeny řádky s popisem technického místa. Sloupce obsahovaly počty závad podle priority a množství.

Tab.č. 5.3.1. Kontingenční tabulka

Údržbový úsek	Priorita											
	1			3			4			5		
	Množství			Množství			Množství			Množství		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
DS-VVN-20000-UU2001	1			1			4	1		4	1	
DS-VVN-20000-UU2003	2						21			2		
DS-VVN-20000-UU2004							5		2	1		
DS-VVN-20000-UU2005							9	1	9	3	1	
DS-VVN-20000-UU2008							3			2		
DS-VVN-20000-UU2009							4	1		3		
DS-VVN-20000-UU2010							7	1		1	3	

Z této kontingenční tabulky jsou nejprve podle rovnice 4.1.1. vypočteny body technického stavu. Koeficienty VP_x , k_2 a k_3 byly stanoveny tak, aby při výpočtu došlo k upřednostnění (zvýšení bodů technického stavu) údržbových úseků, kde se vyskytují závady o vysoké prioritě a/nebo zvýšeném množství. Tyto koeficienty ukazuje následující tabulka.

Tab.č. 5.3.2. Váhy pro výpočet BTS

Váhy pro vztah na výpočet BTS			
VP_1	100	k_2	1,2
VP_3	40	k_3	1,4
VP_4	15		
VP_5	10		

Po vypočtení bodů technického stavu jsou tyto automaticky přepočteny podle tab.č. 5.1.2. Technický stav může nabývat hodnot od 95 % do 30 %.

Technický stav všech úseků je uveden v příloze č. II.

5.3.2. Hodnocení soustavy z hlediska technického stavu

Nejprve budeme soustavu hodnotit podle priorit jednotlivých závad. Z tabulky č. 5.3.3. vidíme, že 87,7 % veškerých závad je v prioritě 4 nebo 5, což jsou závady, které přímo neohrožují bezpečnost osob nebo majetku a jejich odstranění je naplánováno při další kontrole podle ŘPÚ nejdéle však za jeden rok. Jedná se o 4 692 závadových záznamů, z nichž přibližně 50 % jsou závady v označení (poškozené, zničené výstražné tabulky) nebo závady k ochrannému pásmu. Z těchto 50 %

připadá 30 % na závadu podpěrného bodu (zarostlé základy, chybějící označení) a zbylých 70 % se týká zásahu větví stromů do ochranného pásma vodičů údržbového úseku. Zbylé závady v prioritě 1 a 3 (660) jsou vážnější a příčinou bývá nejčastěji poškození povětrnostními vlivy, cizími osobami a stárnutím materiálu.

Tab.č. 5.3.3 Počty vedení podle priority závady

Priorita závady	Počet závad (ks)	Počet závad (%)
1	327	6,1
3	333	6,2
4	3219	60,2
5	1473	27,5

Pokud se podíváme na situaci z hlediska rozdělení podle kategorie množství zjistíme, že každá priorita má v kategorii množství 1 podle tab.č. 4.1.2. průměrně 92 % všech záznamů. Vyskytují se tedy převážně závady postihující menší úseky vedení.

Tabulka č. 5.3.4. obsahuje údaje o technickém stavu jednotlivých údržbových úseků a ukazuje, rovnoměrné rozložení technického stavu ve všech kategoriích. Původní hranice určení procentního technického stavu podle tab. č. 5.1.2. byly upraveny a vzhledem k výši dosažených BTS u některých úseků rozšířeny o kategorie 500 – 1 250 a 1 250 a více a přiřadit jí hodnotu 20 %. Jsou to úseky s extrémním počtem závad. Těchto úseků je v celé oblasti pouze 14, ale jejich stav si žádá speciální vyhodnocení. Vliv těchto změn bude vyhodnocen dále. Těchto vysokých hodnot BTS dosahují úseky se vysokým množstvím závad v prioritě jedna (koroze podpěrných bodů, poškozené izolátory...) a/nebo se závada vyskytuje na dlouhém úseku nebo ve velkém množství. Právě těmto stavům (vysoká priorita, velké množství) přiřazuje metodika nejvíce BTS a posunuje je tak na první místa v hodnocení technického stavu. Souhrn takových úseků ukazuje tabulka č. 5.3.5.

Tab.č. 5.3.4 Technický stav údržbových úseků

Hranice BTS	Hodnota TS (%)	Počet údržbových úseků (ks)	Počet údržbových úseků (%)
Do 50	95	49	15,3
50 – 100	80	44	13,7
100 – 150	70	41	12,8
150 – 250	60	47	14,6
250 – 350	50	38	11,8
350 – 500	40	33	10,3
500 – 1 250	30	55	17,1
1 250 a více	20	14	4,4

Tab. č. 5.3.5. Úseky s největším množstvím BTS

Údržbový úsek	Priorita												Body technického stavu BTS
	1			3			4			5			
	Množství			Množství			Množství			Množství			
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
DS-VVN-20000-UU2110	34						4	2	1	3			3 547
DS-VVN-20000-UU2167							136	1		15			2 208
DS-VVN-20000-UU2111	22												2 200
DS-VVN-20000-UU2105	13			2		2	26	2		8	1		2 010
DS-VVN-20000-UU2129	5			5	1		62		2	15	1		1 882
DS-VVN-20000-UU2265	8	1		14			12	4		8			1 812
DS-VVN-20000-UU2106	1			3			91			2			1 605
DS-VVN-20000-UU2102	6			2			22	2	10	34			1 596
DS-VVN-20000-UU2090				29			18	1	1	7			1 539
DS-VVN-20000-UU2306				4		2	65	4	3	13	2		1 536
DS-VVN-20000-UU2166							89		2	10	3		1 513
DS-VVN-20000-UU2103	2			4			62	3		12			1 464
DS-VVN-20000-UU2323	14												1 400
DS-VVN-20000-UU2152							81	2		11			1 361

Údržbový úsek UU2110, který získal 3 547 BTS je součástí vedení V605 z Kunčic do Vratimova a závady na něm se týkají porušení funkce výstroje, pohybu půdy vlivem důlní činnosti, ale také závadám vzniklým už v projekční fázi výstavby.

5.4. Určení priority obnovy z důležitosti vedení a technického stavu

Priorita obnovy je procentní údaj, který nám říká, v jakém pořadí by měly jednotlivé údržbové úseky jít do obnovy. Čím vyšší číslo, tím vyšší priorita. Stanovuje se z důležitosti vedení a technického stavu jednotlivých údržbových úseků, tak jak to bylo popsáno v předchozích kapitolách. Z toho vyplývá, že je nutné rozdělit jednotlivá vedení na údržbové úseky a připsat jim odpovídající důležitosti vedení. Dále se priorita obnovy počítá podle rovnice č. 4.3.1. Opět se tak děje automaticky ve funkčním souboru v programu EXCEL. Příklad obrazovky v tomto programu ukazuje Obr.č. 5.4.1. Po provedení výpočtu pro všechny údržbové úseky a seřazení od nejvyšší priority obnovy po nejnižší dostáváme kompletní posloupnost, podle které by měly jít jednotlivé úseky do obnovy, nebo by se měl prověřit jejich skutečný stav a měly by být nadále sledovány, protože mají nejvyšší potenciál ohrožit bezpečnou a spolehlivou dodávku elektrické energie koncovým zákazníkům.

Program pro stanovení PRIORITY OBNOVY PO (%)				
Program na základě hodnot technického stavu <i>TS</i> a důležitosti vedení <i>DV</i> stanoví hodnotu priority obnovy <i>PO</i> . Pomocí koeficientu K_{TSDV} lze vzájemně vyvážit rozdělení mezi <i>TS</i> a <i>DV</i> . Součástí je program pro vypočítání <i>TS</i> a <i>DV</i> .				
$(100-TS)*(1-K_{TSDV})+DV*K_{TSDV}$				
Koeficient K_{TSDV}		0,4	Koeficient rozdělující poměr <i>TS</i> a <i>DV</i>	
Výsledná priorita obnovy upřednostňuje technický stav <i>TS</i>				
Údržbový úsek	TS	DV	PO	Poznámka
	(%)	(%)	(%)	
DS-VVN-20000-UU2046	40%	42%	52,8	
DS-VVN-20000-UU2044	30%	20%	50	
DS-VVN-20000-UU2336	30%	20%	50	
DS-VVN-20000-UU2337	30%	20%	50	
DS-VVN-20000-UU2103	30%	15%	48	
DS-VVN-20000-UU2059	30%	11%	46,4	
DS-VVN-20000-UU2100	30%	11%	46,4	
DS-VVN-20000-UU2226	30%	11%	46,4	
DS-VVN-20000-UU2227	30%	11%	46,4	
DS-VVN-20000-UU2302	30%	11%	46,4	

Obr.č. 5.4.1. Obrazovka programu pro stanovení priority obnovy

Pro lepší uspořádání a přehlednost jsou výsledky priority obnovy z programu zařazeny do kategorií podle tab.č. 5.1.3.

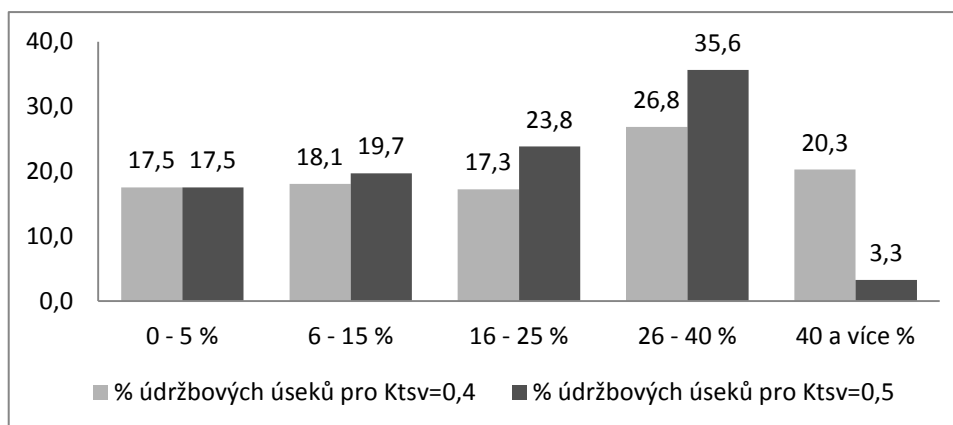
5.4.1. Vyhodnocení soustavy podle priority obnovy

Přesné pořadí úseků, ve kterém by měly jít do obnovy, ukazuje vzhledem k rozsáhlosti, příloha č. III. Následující tabulka uvádí počty vedení v jednotlivých kategoriích pro priority obnovy. Tabulka také ukazuje, jak se změnilo rozložení počtu vedení v kategoriích po změně koeficientu K_{TSDV} z 0,5 na 0,4.

Tab.č. 5.4.1. Počty úseků podle kategorií PO a koeficientu K_{TSDV}

Kategorie PO	$K_{TSDV} = 0,4$		$K_{TSD} = 0,5$	
	Počet úseků (ks)	Počet úseků (%)	Počet úseků (ks)	Počet úseků (%)
0 - 5 %	64	17,5	64	17,5
6 - 15 %	66	18,1	72	19,7
16 - 25 %	62	17,3	87	23,8
26 - 40 %	98	26,8	130	35,6
40 a více %	74	20,3	12	3,3

Z tabulky vidíme, že změna koeficientu K_{TSDV} z 0,5 na 0,4 měla za následek zejména změny v posledních dvou kategoriích. Především navýšení počtu úseků v kategorii poslední, a to o 62 údržbových úseků. Jelikož je v celé oblasti poměrně nízký ukazatel důležitosti vedení, je dobré jeho důležitost mírně potlačit a upřednostnit vedení v horším technickém stavu. Je možné, že hodnota tohoto koeficientu se bude lišit v různých distribučních soustavách v závislosti na jejich uspořádání. Dále je patrné, že 20 % ze všech úseků jsou v poslední kategorii priority obnovy a budou vyžadovat urychlené vyřešení závad na nich vzniklých.



Obr.č. 5.4.2. Porovnání počtu úseků podle K_{TSDV}

Pokud bychom se chtěli zaměřit na úseky, které dostaly nejvíce bodů technického stavu, viz. Tab. č. 5.3.5., máme dvě možnosti. První možností by bylo rozšíření hranic pro určení technického stavu o kategorie 500 – 1 250 a 1 250 a více bodů. Kategorie 500 – 1 250 bodů by si zachovala procentní hodnotu TS 30 % a kategorie 1 250 bodů a výše by byla hodnocena technickým stavem 20 %. Toto snížení TS u nejvíce poškozených úseků by se projevilo v jejich celkovém pořadí v hodnocení priority obnovy. Konkrétně to znamenalo, že těchto 14 úseků se posunulo mezi prvních 18 úseků s nejvyšší PO. To znamená, že tato změna velmi výrazně ovlivnila celé fungování metodiky.

Prozatím nebude zahrnuta do hodnocení. Druhou možností je zaznamenání úseků s vysokými hodnotami BTS a jejich samostatné a na metodice nezávislé objektivní vyšetření.

O tom, která možnost je nejlepší, se bude dát rozhodnout, až budou k dispozici výsledky podobných analýz z ostatních distribučních oblastí a bude tedy možné stanovit hranice BTS tak, aby se daly aplikovat plošně ve všech oblastech. Prozatím jsou veškeré hranice přizpůsobeny pro distribuční oblast Morava.

6. Závěr

Práce se věnuje problematice údržby vedení 110 kV v distribuční oblasti Morava. K uvedení do problematiky slouží v úvodu teoretický rozbor, zabývající se typy elektroenergetických sítí a jejich uspořádáním a dimenzováním vedení z hlediska jeho průřezu. V dalších kapitolách práce pojednává o údržbě a systémech, podle kterých ji je možné provádět. Jedná se o údržbu korektivní, preventivní, podle technického stavu a podle systému spolehlivostně orientované údržby. Spolehlivostně orientovaná údržba je systém, který využívá poznatků z provozování elektrických zařízení a snaží se matematicky vyjádřit vztahy mezi jednotlivými jeho částmi v závislosti na čase. Tyto rovnice lze poté použít pro zjištění technického stavu zařízení v kterémkoli okamžiku a přizpůsobit tomu plán údržby a obnovy. Jednoduše řečeno, dokážeme s vysokou pravděpodobností předpovědět poruchu dříve, než k ní dojde, a zasáhnout. Jelikož je ale tento systém spolehlivostně orientované údržby stále ve vývoji, distribuční společnosti v současné době provádějí údržbu svých zařízení podle plánu preventivní údržby.

V současnosti vyvíjená metodika bude pracovat na principu spolehlivostně orientované údržby. To znamená, že respektuje jak technický stav vedení, tak jeho důležitost v soustavě. A tím umožní soustředit pozornost a finanční prostředky na vedení, která ji vyžadují nejvíce. Určení technického stavu vedení se provádí na základě analýzy databáze poruch a závad. Pro správné určení technického stavu je nutné znát několik informací o závadě, především její prioritu, množství, kde vznikla a podobně. Z těchto dat je poté stanoven technický stav. Důležitost vedení se stanovuje na základě následku výpadku daného vedení a na množství jím přenesené energie. Výsledkem této metodiky je stanovení tzv. priority obnovy. Podle této procentní hodnoty se seřadí všechny údržbové úseky v oblasti a v tomto pořadí by měly jít do obnovy. Během několika let vývoje doznala metodika řadu změn. Nyní se pracuje na její třetí verzi a ani ta nemusí být konečná. Následujícím krokem by mělo být vytvoření programu s grafickým rozhraním a zautomatizovanými některými funkcemi, aby bylo možno provádět výpočty priority obnovy okamžitě a reagovat tak na vznik nových závad. Další komplikací je, že metodika může být maximálně tak spolehlivá, jak spolehlivé budou dodávané informace. Proto je třeba věnovat pozornost i stavu a zápisu záznamů do databáze poruch.

Vzhledem k rozsáhlosti databází a výsledků práce podle této metodiky jsou veškeré výsledky, to znamená tabulky technického stavu, důležitosti vedení a především samotné priority obnovy, uvedeny v příslušných přílohách na konci této práce. Pokud se podíváme na hodnocení soustavy z některých dílčích hledisek, zjistíme, že následky výpadku v distribuční oblasti Morava jsou málo významné. To znamená, že většinu výpadků je možné zvládnout jednoduchou manipulací pomocí záložního vedení o stejné délce a přenosové schopnosti, nebo má vedení přímo horkou rezervu a manipulace nejsou potřeba žádné. Konkrétně je takovýchto vedení 147, což je 86 %. Z tabulek přenesené energie je patrné, že 77 % vedení přenáší energii do 200 GWh za rok. Nejzatěžovanějšími vedeními jsou vedení z elektrárny Dětmorovice. Z těchto dvou údajů vyplývá poměrně nízká celková důležitost vedení v oblasti Morava. Například v kategorii do 5 % je obsaženo 75 % všech vedení 110 kV. Nejvyšší důležitosti dosáhlo vedení V 696 Albrechtice – Doubrava. Právě tyto nízké ukazatele důležitosti vedly k rozhodnutí, zvýšit význam technického stavu oproti důležitosti vedení.

Z hodnocení podle priority závad vyplývá, že přibližně 88 % závad je v prioritě 4 nebo 5. To znamená, že přímo neohrožují bezpečnost a fungování vedení a jejich odstranění je tedy naplánováno při údržbě podle ŘPÚ nebo maximálně po uplynutí roční lhůty. Podle priority závad a jejich množství lze stanovit úroveň technického stavu jednotlivých údržbových úseků. Počet úseků v každé kategorii podle bodů technického stavu je rozdělen rovnoměrně. Vyskytují se ale jednotlivé úseky, které dosahují velmi vysokého množství bodů technického stavu. V tomto ohledu nejhůře hodnoceným úsekem je DS-VVN-20000-UU2110, který je součástí vedení V605 z Kunčic do Vratimova, a získal 3 547 bodů. Výsledkem celé práce je vyhodnocení soustavy podle priority obnovy.

Kompletní hodnocení je obsaženo v přílohách, ale lze konstatovat, že rozdělení v prvních třech kategoriích, tedy do 25 % je rovnoměrné a spadá tam 53 % všech údržbových úseků. Nejvíce úseků obsahuje kategorie od 26 % do 40 %, a to 27 %. Celá pětina úseků je v páté kategorii, tedy nejvyšší, a budou jako první vyžadovat pozornost techniků distribuční společnosti.

Použitá literatura:

Pravidla provozování distribučních soustav [1]

ČSN 34 1610 - *Elektrotechnické předpisy. Elektrický silnoproudý rozvod v průmyslových provozovnách* [2]

ČSN EN 50 160 - *Charakteristiky napětí elektrické energie dodávané z veřejné distribuční sítě* [3]

<http://www.tzb-info.cz> [4]

Jiří TUMA, Stanislav RUSEK, Zbyněk MARTÍNEK, Igor Chemišinec, Radomír GOŇO, *Spolehlivost v elektroenergetice*, ČVUT Praha, ISBN 80-239-6483-6 [5]

Revize a kontroly elektrických zařízení přenosové a distribuční soustavy, PNE 33 0000-3 [6]

Vít HOUDEK, Stanislav RUSEK, Radomír GOŇO, *Backup Alternatives for 110 kV Lines*, ISSN 1336-1376, DOI: 10.15598/aece.v11i3.796 [7]

Vít HOUDEK, Stanislav RUSEK, Radomír GOŇO, Vladimír KRÁL, *Analýza vstupních údajů a návrh metodiky pro obnovu vedení 110 kV*, ISBN 978-80-248-2988-3 [8]

Metodika systému jednotného značení ČEZ distribuce, ID DSO_ME_0064r006 [9]

Zdeněk HRADÍLEK, *Elektroenergetika distribučních a průmyslových zařízení*, ISBN 978-80-7225-291-6 [10]

Miroslav KUBÍN, *Přenosy elektrické energie ČR*, ČEPS, a.s. Praha, 2006, ISBN 80-239-7272-3 [11]

Vít HOUDEK, Stanislav RUSEK, Radomír GOŇO, Tadeusz SIKORA, *Metodika pro obnovu vedení 110 kV*, ISBN 978-80-905014-2-3. [12]

Vít HOUDEK, Stanislav RUSEK, Radomír GOŇO, Vladimír KRÁL, *Reliability of 110 kV Lines*, ELNET 2012. 2012, Ostrava, 1 – 6, ISBN 978-80-248-2926-5. [13]

Seznam příloh

Příloha č. I – Seznam vedení podle důležitosti (DV)

Příloha č. II – Seznam údržbových úseků podle technického stavu (TS)

Příloha č. III – Seznam údržbových úseků podle priority obnovy (PO)

Příloha č. I – Seznam vedení podle důležitosti (DV)

Vedení	Následek výpadku	Přenesená energie - kategorie	Důležitost vedení DV (%)
V696	5	5	42%
V5003	6	4	22%
V691	4	6	20%
V692	4	6	20%
V693	4	6	20%
V694	4	6	20%
V699	3	3	18%
V598	6	2	15%
V5001	6	2	15%
V621	6	2	15%
V622	6	2	15%
V643	6	2	15%
V671	4	4	13%
V569	6	1	12%
V5002	6	1	12%
V644	6	1	12%
V595	2	4	11%
V596	2	4	11%
V5661	2	4	11%
V5662	2	4	11%
V604	2	4	11%
V626	2	4	11%
V637	2	4	11%
V638	2	4	11%
V688	2	4	11%
V689	2	4	11%
V600	4	3	10%
V682	4	3	10%
V584	2	3	8%
V603	2	3	8%
V652	2	3	8%
V659	2	3	8%
V660	2	3	8%
V666	2	3	8%
V687	2	3	8%
V674	4	2	7%
V683	4	2	7%
V625	4	2	7%
V577	1	5	6%
V578	1	5	6%
V593	1	5	6%
V594	1	5	6%
V641	1	5	6%
V642	1	5	6%
V560	4	1	5%
V565	4	1	5%
V566	4	1	5%

Vedení	Následek výpadku	Přenesená energie - kategorie	Důležitost vedení <i>DV</i> (%)
V583	2	2	5%
V587	1	4	5%
V588	1	4	5%
V591	1	4	5%
V592	1	4	5%
V5601	2	2	5%
V5602	2	2	5%
V5641	2	2	5%
V5647	2	2	5%
V5648	2	2	5%
V5655	1	4	5%
V5680	2	2	5%
V601	1	4	5%
V602	1	4	5%
V607	2	2	5%
V608	2	2	5%
V615	1	4	5%
V616	1	4	5%
V617	2	2	5%
V619	2	2	5%
V631	1	4	5%
V632	1	4	5%
V633	1	4	5%
V634	1	4	5%
V649	1	4	5%
V650	1	4	5%
V651	2	2	5%
V656	2	2	5%
V668	2	2	5%
V679	1	4	5%
V551	2	1	3%
V552	2	1	3%
V553	1	3	3%
V554	1	3	3%
V561	1	3	3%
V562	1	3	3%
V572	1	3	3%
V579	2	1	3%
V580	2	1	3%
V581	1	3	3%
V582	1	3	3%
V586	1	3	3%
V589	2	1	3%
V590	2	1	3%
V5606	1	3	3%
V5609	1	3	3%
V5619	1	3	3%
V5620	1	3	3%
V5642	2	1	3%
V5656	1	3	3%

Vedení	Následek výpadku	Přenesená energie - kategorie	Důležitost vedení DV (%)
V5657	2	1	3%
V5658	2	1	3%
V5659	1	3	3%
V5660	1	3	3%
V5679	2	1	3%
V5691	1	3	3%
V5692	1	3	3%
V605	1	3	3%
V606	1	3	3%
V613	1	3	3%
V620	2	1	3%
V624	2	1	3%
V627	2	1	3%
V628	2	1	3%
V629	1	3	3%
V645	1	3	3%
V646	1	3	3%
V647	1	3	3%
V648	1	3	3%
V655	2	1	3%
V657	2	1	3%
V658	2	1	3%
V665	2	1	3%
V667	2	1	3%
V670	1	3	3%
V673	1	3	3%
V675	2	1	3%
V676	2	1	3%
V678	1	3	3%
V680	1	3	3%
V681	1	3	3%
V567	1	2	2%
V575	1	2	2%
V576	1	2	2%
V585	1	2	2%
V5610	1	2	2%
V609	1	2	2%
V610	1	2	2%
V614	1	2	2%
V630	1	2	2%
V635	1	2	2%
V636	1	2	2%
V640	1	2	2%
V653	1	2	2%
V654	1	2	2%
V661	1	2	2%
V662	1	2	2%
V677	1	2	2%
V685	1	2	2%
V686	1	2	2%

Vedení		Následek výpadku	Přenesená energie - kategorie	Důležitost vedení <i>DV</i> (%)
V695		1	2	2%
V5640		1	2	2%
V623		1	2	2%
V555		1	1	0%
V563		1	1	0%
V564		1	1	0%
V568		1	1	0%
V570		1	1	0%
V571		1	1	0%
V597		1	1	0%
V599		1	1	0%
V5605		1	1	0%
V5608		1	1	0%
V5653		1	1	0%
V5665		1	1	0%
V611		1	1	0%
V612		1	1	0%
V618		1	1	0%
V663		1	1	0%
V664		1	1	0%
V669		1	1	0%
V697		1	1	0%
V698		1	1	0%
V7778		1	1	0%

Příloha č. II – Seznam údržbových úseků podle technického stavu (TS)

Údržbový úsek	Body technického stavu	Technický stav (%)	Údržbový úsek	Body technického stavu	Technický stav (%)
	BTS	TS		BTS	TS
DS-VVN-20000-UU2110	3547	30%	DS-VVN-20000-UU2337	840	30%
DS-VVN-20000-UU2167	2208	30%	DS-VVN-20000-UU2162	824	30%
DS-VVN-20000-UU2111	2200	30%	DS-VVN-20000-UU2104	817	30%
DS-VVN-20000-UU2105	2010	30%	DS-VVN-20000-UU2304	817	30%
DS-VVN-20000-UU2129	1882	30%	DS-VVN-20000-UU2080	812	30%
DS-VVN-20000-UU2265	1812	30%	DS-VVN-20000-UU2336	773	30%
DS-VVN-20000-UU2106	1605	30%	DS-VVN-20000-UU2083	744	30%
DS-VVN-20000-UU2102	1596	30%	DS-VVN-20000-UU2272	741	30%
DS-VVN-20000-UU2090	1539	30%	DS-VVN-20000-UU2123	740	30%
DS-VVN-20000-UU2306	1536	30%	DS-VVN-20000-UU2094	735	30%
DS-VVN-20000-UU2166	1513	30%	DS-VVN-20000-UU2100	732	30%
DS-VVN-20000-UU2103	1464	30%	DS-VVN-20000-UU2303	725	30%
DS-VVN-20000-UU2323	1400	30%	DS-VVN-20000-UU2122	715	30%
DS-VVN-20000-UU2152	1361	30%	DS-VVN-20000-UU2184	695	30%
DS-VVN-20000-UU2059	1075	30%	DS-VVN-20000-UU2302	694	30%
DS-VVN-20000-UU2226	1052	30%	DS-VVN-20000-UU2053	691	30%
DS-VVN-20000-UU2092	1014	30%	DS-VVN-20000-UU2171	690	30%
DS-VVN-20000-UU2228	1010	30%	DS-VVN-20000-UU2227	690	30%
DS-VVN-20000-UU2149	981	30%	DS-VVN-20000-UU2058	685	30%
DS-VVN-20000-UU2153	979	30%	DS-VVN-20000-UU2292	678	30%
DS-VVN-20000-UU2155	962	30%	DS-VVN-20000-UU2163	670	30%
DS-VVN-20000-UU2082	955	30%	DS-VVN-20000-UU2156	659	30%
DS-VVN-20000-UU2235	940	30%	DS-VVN-20000-UU2199	658	30%
DS-VVN-20000-UU2117	935	30%	DS-VVN-20000-UU2128	655	30%
DS-VVN-20000-UU2076	924	30%	DS-VVN-20000-UU2196	645	30%

Údržbový úsek	Body technického stavu	Technický stav (%)	Údržbový úsek	Body technického stavu	Technický stav (%)
	BTS	TS		BTS	TS
DS-VVN-20000-UU2084	628	30%	DS-VVN-20000-UU2186	437	40%
DS-VVN-20000-UU2342	617	30%	DS-VVN-20000-UU2112	435	40%
DS-VVN-20000-UU2187	615	30%	DS-VVN-20000-UU2313	422	40%
DS-VVN-20000-UU2251	615	30%	DS-VVN-20000-UU2116	418	40%
DS-VVN-20000-UU2088	608	30%	DS-VVN-20000-UU2224	418	40%
DS-VVN-20000-UU2288	604	30%	DS-VVN-20000-UU2028	415	40%
DS-VVN-20000-UU2159	596	30%	DS-VVN-20000-UU2120	412	40%
DS-VVN-20000-UU2289	593	30%	DS-VVN-20000-UU2312	406	40%
DS-VVN-20000-UU2016	585	30%	DS-VVN-20000-UU2190	405	40%
DS-VVN-20000-UU2294	585	30%	DS-VVN-20000-UU2031	403	40%
DS-VVN-20000-UU2286	567	30%	DS-VVN-20000-UU2154	400	40%
DS-VVN-20000-UU2044	566	30%	DS-VVN-20000-UU2287	399	40%
DS-VVN-20000-UU2118	565	30%	DS-VVN-20000-UU2046	390	40%
DS-VVN-20000-UU2271	560	30%	DS-VVN-20000-UU2237	390	40%
DS-VVN-20000-UU2234	544	30%	DS-VVN-20000-UU2253	390	40%
DS-VVN-20000-UU2003	535	30%	DS-VVN-20000-UU2169	389	40%
DS-VVN-20000-UU2077	535	30%	DS-VVN-20000-UU2064	386	40%
DS-VVN-20000-UU2285	526	30%	DS-VVN-20000-UU2005	384	40%
DS-VVN-20000-UU2343	506	30%	DS-VVN-20000-UU2188	380	40%
DS-VVN-20000-UU2233	490	40%	DS-VVN-20000-UU2043	375	40%
DS-VVN-20000-UU2098	482	40%	DS-VVN-20000-UU2189	370	40%
DS-VVN-20000-UU2229	480	40%	DS-VVN-20000-UU2054	368	40%
DS-VVN-20000-UU2322	465	40%	DS-VVN-20000-UU2096	367	40%
DS-VVN-20000-UU2062	441	40%	DS-VVN-20000-UU2081	366	40%
DS-VVN-20000-UU2231	438	40%	DS-VVN-20000-UU2263	362	40%

Údržbový úsek	Body technického stavu	Technický stav (%)	Údržbový úsek	Body technického stavu	Technický stav (%)
	BTS	TS		BTS	TS
DS-VVN-20000-UU2207	360	40%	DS-VVN-20000-UU2256	292	50%
DS-VVN-20000-UU2066	358	40%	DS-VVN-20000-UU2026	290	50%
DS-VVN-20000-UU2283	350	50%	DS-VVN-20000-UU2270	290	50%
DS-VVN-20000-UU2308	350	50%	DS-VVN-20000-UU2124	288	50%
DS-VVN-20000-UU2070	348	50%	DS-VVN-20000-UU2213	280	50%
DS-VVN-20000-UU2185	347	50%	DS-VVN-20000-UU2310	280	50%
DS-VVN-20000-UU2247	346	50%	DS-VVN-20000-UU2368	280	50%
DS-VVN-20000-UU2297	346	50%	DS-VVN-20000-UU2332	279	50%
DS-VVN-20000-UU2034	342	50%	DS-VVN-20000-UU2384	278	50%
DS-VVN-20000-UU2250	341	50%	DS-VVN-20000-UU2236	275	50%
DS-VVN-20000-UU2277	338	50%	DS-VVN-20000-UU2001	270	50%
DS-VVN-20000-UU2191	336	50%	DS-VVN-20000-UU2299	270	50%
DS-VVN-20000-UU2222	335	50%	DS-VVN-20000-UU2013	260	50%
DS-VVN-20000-UU2072	333	50%	DS-VVN-20000-UU2210	260	50%
DS-VVN-20000-UU2060	331	50%	DS-VVN-20000-UU2211	255	50%
DS-VVN-20000-UU2078	330	50%	DS-VVN-20000-UU2200	250	60%
DS-VVN-20000-UU2206	330	50%	DS-VVN-20000-UU2311	250	60%
DS-VVN-20000-UU2279	330	50%	DS-VVN-20000-UU2038	240	60%
DS-VVN-20000-UU2017	325	50%	DS-VVN-20000-UU2137	240	60%
DS-VVN-20000-UU2151	324	50%	DS-VVN-20000-UU2086	239	60%
DS-VVN-20000-UU2232	315	50%	DS-VVN-20000-UU2052	236	60%
DS-VVN-20000-UU2158	311	50%	DS-VVN-20000-UU2405	235	60%
DS-VVN-20000-UU2175	305	50%	DS-VVN-20000-UU2101	234	60%
DS-VVN-20000-UU2305	300	50%	DS-VVN-20000-UU2266	231	60%
DS-VVN-20000-UU2029	298	50%	DS-VVN-20000-UU2248	223	60%

Údržbový úsek	Body technického stavu	Technický stav (%)	Údržbový úsek	Body technického stavu	Technický stav (%)
	BTS	TS		BTS	TS
DS-VVN-20000-UU2374	220	60%	DS-VVN-20000-UU2010	169	60%
DS-VVN-20000-UU2407	220	60%	DS-VVN-20000-UU2023	168	60%
DS-VVN-20000-UU2114	216	60%	DS-VVN-20000-UU2107	168	60%
DS-VVN-20000-UU2147	216	60%	DS-VVN-20000-UU2204	168	60%
DS-VVN-20000-UU2161	215	60%	DS-VVN-20000-UU2326	166	60%
DS-VVN-20000-UU2063	210	60%	DS-VVN-20000-UU2377	160	60%
DS-VVN-20000-UU2108	210	60%	DS-VVN-20000-UU2093	159	60%
DS-VVN-20000-UU2085	206	60%	DS-VVN-20000-UU2244	157	60%
DS-VVN-20000-UU2249	205	60%	DS-VVN-20000-UU2307	156	60%
DS-VVN-20000-UU2157	202	60%	DS-VVN-20000-UU2032	153	60%
DS-VVN-20000-UU2040	201	60%	DS-VVN-20000-UU2328	153	60%
DS-VVN-20000-UU2089	200	60%	DS-VVN-20000-UU2264	152	60%
DS-VVN-20000-UU2255	200	60%	DS-VVN-20000-UU2223	150	70%
DS-VVN-20000-UU2401	198	60%	DS-VVN-20000-UU2238	150	70%
DS-VVN-20000-UU2293	197	60%	DS-VVN-20000-UU2246	149	70%
DS-VVN-20000-UU2035	195	60%	DS-VVN-20000-UU2334	148	70%
DS-VVN-20000-UU2290	195	60%	DS-VVN-20000-UU2012	146	70%
DS-VVN-20000-UU2325	190	60%	DS-VVN-20000-UU2042	145	70%
DS-VVN-20000-UU2276	189	60%	DS-VVN-20000-UU2091	145	70%
DS-VVN-20000-UU2037	185	60%	DS-VVN-20000-UU2341	145	70%
DS-VVN-20000-UU2370	181	60%	DS-VVN-20000-UU2183	144	70%
DS-VVN-20000-UU2225	177	60%	DS-VVN-20000-UU2036	140	70%
DS-VVN-20000-UU2011	175	60%	DS-VVN-20000-UU2333	140	70%
DS-VVN-20000-UU2019	173	60%	DS-VVN-20000-UU2099	135	70%
DS-VVN-20000-UU2193	170	60%	DS-VVN-20000-UU2125	135	70%

Údržbový úsek	Body technického stavu	Technický stav (%)	Údržbový úsek	Body technického stavu	Technický stav (%)
	BTS	TS		BTS	TS
DS-VVN-20000-UU2217	135	70%	DS-VVN-20000-UU2202	106	70%
DS-VVN-20000-UU2220	135	70%	DS-VVN-20000-UU2301	105	70%
DS-VVN-20000-UU2316	135	70%	DS-VVN-20000-UU2269	103	70%
DS-VVN-20000-UU2045	133	70%	DS-VVN-20000-UU2075	100	80%
DS-VVN-20000-UU2197	131	70%	DS-VVN-20000-UU2121	100	80%
DS-VVN-20000-UU2109	130	70%	DS-VVN-20000-UU2387	100	80%
DS-VVN-20000-UU2411	130	70%	DS-VVN-20000-UU2412	100	80%
DS-VVN-20000-UU2004	127	70%	DS-VVN-20000-UU2057	97	80%
DS-VVN-20000-UU2212	125	70%	DS-VVN-20000-UU2148	95	80%
DS-VVN-20000-UU2216	125	70%	DS-VVN-20000-UU2221	95	80%
DS-VVN-20000-UU2113	121	70%	DS-VVN-20000-UU2385	95	80%
DS-VVN-20000-UU2330	120	70%	DS-VVN-20000-UU2214	90	80%
DS-VVN-20000-UU2201	118	70%	DS-VVN-20000-UU2280	90	80%
DS-VVN-20000-UU2061	115	70%	DS-VVN-20000-UU2119	88	80%
DS-VVN-20000-UU2218	115	70%	DS-VVN-20000-UU2243	86	80%
DS-VVN-20000-UU2284	115	70%	DS-VVN-20000-UU2252	85	80%
DS-VVN-20000-UU2314	115	70%	DS-VVN-20000-UU2087	83	80%
DS-VVN-20000-UU2329	115	70%	DS-VVN-20000-UU2020	80	80%
DS-VVN-20000-UU2033	114	70%	DS-VVN-20000-UU2025	80	80%
DS-VVN-20000-UU2268	113	70%	DS-VVN-20000-UU2027	80	80%
DS-VVN-20000-UU2097	111	70%	DS-VVN-20000-UU2168	80	80%
DS-VVN-20000-UU2399	111	70%	DS-VVN-20000-UU2315	80	80%
DS-VVN-20000-UU2209	110	70%	DS-VVN-20000-UU2278	78	80%
DS-VVN-20000-UU2009	108	70%	DS-VVN-20000-UU2335	78	80%
DS-VVN-20000-UU2041	106	70%	DS-VVN-20000-UU2170	75	80%

Údržbový úsek	Body technického stavu	Technický stav (%)	Údržbový úsek	Body technického stavu	Technický stav (%)
	BTS	TS		BTS	TS
DS-VVN-20000-UU2273	75	80%	DS-VVN-20000-UU2245	50	95%
DS-VVN-20000-UU2049	73	80%	DS-VVN-20000-UU2309	50	95%
DS-VVN-20000-UU2254	72	80%	DS-VVN-20000-UU2340	50	95%
DS-VVN-20000-UU2219	70	80%	DS-VVN-20000-UU2345	50	95%
DS-VVN-20000-UU2281	70	80%	DS-VVN-20000-UU2073	48	95%
DS-VVN-20000-UU2331	70	80%	DS-VVN-20000-UU2198	48	95%
DS-VVN-20000-UU2347	68	80%	DS-VVN-20000-UU2024	45	95%
DS-VVN-20000-UU2160	66	80%	DS-VVN-20000-UU2030	45	95%
DS-VVN-20000-UU2262	66	80%	DS-VVN-20000-UU2095	45	95%
DS-VVN-20000-UU2327	66	80%	DS-VVN-20000-UU2047	42	95%
DS-VVN-20000-UU2357	66	80%	DS-VVN-20000-UU2014	40	95%
DS-VVN-20000-UU2008	65	80%	DS-VVN-20000-UU2039	40	95%
DS-VVN-20000-UU2242	61	80%	DS-VVN-20000-UU2195	40	95%
DS-VVN-20000-UU2079	60	80%	DS-VVN-20000-UU2261	40	95%
DS-VVN-20000-UU2173	60	80%	DS-VVN-20000-UU2282	40	95%
DS-VVN-20000-UU2215	60	80%	DS-VVN-20000-UU2205	38	95%
DS-VVN-20000-UU2382	58	80%	DS-VVN-20000-UU2300	36	95%
DS-VVN-20000-UU2291	55	80%	DS-VVN-20000-UU2208	35	95%
DS-VVN-20000-UU2408	55	80%	DS-VVN-20000-UU2241	35	95%
DS-VVN-20000-UU2319	54	80%	DS-VVN-20000-UU2383	33	95%
DS-VVN-20000-UU2267	53	80%	DS-VVN-20000-UU2150	30	95%
DS-VVN-20000-UU2022	52	80%	DS-VVN-20000-UU2165	30	95%
DS-VVN-20000-UU2021	50	95%	DS-VVN-20000-UU2230	30	95%
DS-VVN-20000-UU2192	50	95%	DS-VVN-20000-UU2351	30	95%
DS-VVN-20000-UU2194	50	95%	DS-VVN-20000-UU2353	30	95%

Údržbový úsek	Body technického stavu	Technický stav (%)
	BTS	TS
DS-VVN-20000-UU2365	30	95%
DS-VVN-20000-UU2371	30	95%
DS-VVN-20000-UU2067	28	95%
DS-VVN-20000-UU2065	25	95%
DS-VVN-20000-UU2115	25	95%
DS-VVN-20000-UU2369	25	95%
DS-VVN-20000-UU2071	20	95%
DS-VVN-20000-UU2203	20	95%
DS-VVN-20000-UU2240	20	95%
DS-VVN-20000-UU2260	20	95%
DS-VVN-20000-UU2298	20	95%
DS-VVN-20000-UU2339	20	95%
DS-VVN-20000-UU2348	20	95%
DS-VVN-20000-UU2364	20	95%
DS-VVN-20000-UU2400	18	95%
DS-VVN-20000-UU2055	15	95%
DS-VVN-20000-UU2056	15	95%
DS-VVN-20000-UU2398	15	95%
DS-VVN-20000-UU2403	15	95%
DS-VVN-20000-UU2406	15	95%
DS-VVN-20000-UU2018	10	95%

Příloha č. III – Seznam údržbových úseků podle priority obnovy (PO)

Údržbový úsek	Technický stav (%)	Důležitost vedení (%)	Priorita obnovy (%)
DS-VVN-20000-UU2046	40%	42%	52,8
DS-VVN-20000-UU2044	30%	20%	50
DS-VVN-20000-UU2336	30%	20%	50
DS-VVN-20000-UU2337	30%	20%	50
DS-VVN-20000-UU2103	30%	15%	48
DS-VVN-20000-UU2059	30%	11%	46,4
DS-VVN-20000-UU2100	30%	11%	46,4
DS-VVN-20000-UU2226	30%	11%	46,4
DS-VVN-20000-UU2227	30%	11%	46,4
DS-VVN-20000-UU2302	30%	11%	46,4
DS-VVN-20000-UU2303	30%	11%	46,4
DS-VVN-20000-UU2304	30%	11%	46,4
DS-VVN-20000-UU2105	30%	10%	46
DS-VVN-20000-UU2234	30%	10%	46
DS-VVN-20000-UU2251	30%	10%	46
DS-VVN-20000-UU2083	30%	8%	45,2
DS-VVN-20000-UU2090	30%	8%	45,2
DS-VVN-20000-UU2265	30%	8%	45,2
DS-VVN-20000-UU2058	30%	7%	44,8
DS-VVN-20000-UU2235	30%	7%	44,8
DS-VVN-20000-UU2167	30%	6%	44,4
DS-VVN-20000-UU2053	30%	5%	44
DS-VVN-20000-UU2080	30%	5%	44
DS-VVN-20000-UU2082	30%	5%	44
DS-VVN-20000-UU2092	30%	5%	44
DS-VVN-20000-UU2106	30%	5%	44
DS-VVN-20000-UU2122	30%	5%	44
DS-VVN-20000-UU2152	30%	5%	44
DS-VVN-20000-UU2271	30%	5%	44
DS-VVN-20000-UU2306	30%	5%	44
DS-VVN-20000-UU2342	30%	5%	44
DS-VVN-20000-UU2043	40%	20%	44
DS-VVN-20000-UU2190	40%	20%	44
DS-VVN-20000-UU2003	30%	3%	43,2
DS-VVN-20000-UU2016	30%	3%	43,2
DS-VVN-20000-UU2076	30%	3%	43,2
DS-VVN-20000-UU2077	30%	3%	43,2
DS-VVN-20000-UU2088	30%	3%	43,2
DS-VVN-20000-UU2094	30%	3%	43,2
DS-VVN-20000-UU2110	30%	3%	43,2
DS-VVN-20000-UU2111	30%	3%	43,2
DS-VVN-20000-UU2118	30%	3%	43,2
DS-VVN-20000-UU2129	30%	3%	43,2
DS-VVN-20000-UU2149	30%	3%	43,2
DS-VVN-20000-UU2153	30%	3%	43,2
DS-VVN-20000-UU2163	30%	3%	43,2
DS-VVN-20000-UU2171	30%	3%	43,2
DS-VVN-20000-UU2187	30%	3%	43,2
DS-VVN-20000-UU2196	30%	3%	43,2

Údržbový úsek	Technický stav (%)	Důležitost vedení (%)	Priorita obnovy (%)
DS-VVN-20000-UU2228	30%	3%	43,2
DS-VVN-20000-UU2272	30%	3%	43,2
DS-VVN-20000-UU2285	30%	3%	43,2
DS-VVN-20000-UU2288	30%	3%	43,2
DS-VVN-20000-UU2292	30%	3%	43,2
DS-VVN-20000-UU2294	30%	3%	43,2
DS-VVN-20000-UU2323	30%	3%	43,2
DS-VVN-20000-UU2343	30%	3%	43,2
DS-VVN-20000-UU2084	30%	2%	42,8
DS-VVN-20000-UU2128	30%	2%	42,8
DS-VVN-20000-UU2159	30%	2%	42,8
DS-VVN-20000-UU2166	30%	2%	42,8
DS-VVN-20000-UU2184	30%	2%	42,8
DS-VVN-20000-UU2286	30%	2%	42,8
DS-VVN-20000-UU2289	30%	2%	42,8
DS-VVN-20000-UU2102	30%	0%	42
DS-VVN-20000-UU2104	30%	0%	42
DS-VVN-20000-UU2117	30%	0%	42
DS-VVN-20000-UU2123	30%	0%	42
DS-VVN-20000-UU2155	30%	0%	42
DS-VVN-20000-UU2156	30%	0%	42
DS-VVN-20000-UU2162	30%	0%	42
DS-VVN-20000-UU2199	30%	0%	42
DS-VVN-20000-UU2028	40%	13%	41,2
DS-VVN-20000-UU2046	40%	42%	41
DS-VVN-20000-UU2224	40%	11%	40,4
DS-VVN-20000-UU2207	40%	8%	39,2
DS-VVN-20000-UU2233	40%	7%	38,8
DS-VVN-20000-UU2237	40%	7%	38,8
DS-VVN-20000-UU2098	40%	6%	38,4
DS-VVN-20000-UU2054	40%	5%	38
DS-VVN-20000-UU2064	40%	5%	38
DS-VVN-20000-UU2066	40%	5%	38
DS-VVN-20000-UU2081	40%	5%	38
DS-VVN-20000-UU2096	40%	5%	38
DS-VVN-20000-UU2112	40%	5%	38
DS-VVN-20000-UU2120	40%	5%	38
DS-VVN-20000-UU2253	40%	5%	38
DS-VVN-20000-UU2263	40%	5%	38
DS-VVN-20000-UU2312	40%	5%	38
DS-VVN-20000-UU2005	40%	3%	37,2
DS-VVN-20000-UU2031	40%	3%	37,2
DS-VVN-20000-UU2062	40%	3%	37,2
DS-VVN-20000-UU2154	40%	3%	37,2
DS-VVN-20000-UU2169	40%	3%	37,2
DS-VVN-20000-UU2186	40%	3%	37,2
DS-VVN-20000-UU2188	40%	3%	37,2
DS-VVN-20000-UU2189	40%	3%	37,2
DS-VVN-20000-UU2231	40%	3%	37,2
DS-VVN-20000-UU2287	40%	3%	37,2
DS-VVN-20000-UU2322	40%	3%	37,2

Údržbový úsek	Technický stav (%)	Důležitost vedení (%)	Priorita obnovy (%)
DS-VVN-20000-UU2229	40%	2%	36,8
DS-VVN-20000-UU2313	40%	2%	36,8
DS-VVN-20000-UU2116	40%	0%	36
DS-VVN-20000-UU2210	50%	13%	35,2
DS-VVN-20000-UU2213	50%	13%	35,2
DS-VVN-20000-UU2070	50%	11%	34,4
DS-VVN-20000-UU2305	50%	11%	34,4
DS-VVN-20000-UU2368	50%	11%	34,4
DS-VVN-20000-UU2232	50%	10%	34
DS-VVN-20000-UU2236	50%	10%	34
DS-VVN-20000-UU2206	50%	8%	33,2
DS-VVN-20000-UU2211	50%	7%	32,8
DS-VVN-20000-UU2222	50%	7%	32,8
DS-VVN-20000-UU2052	60%	22%	32,8
DS-VVN-20000-UU2072	50%	6%	32,4
DS-VVN-20000-UU2332	50%	6%	32,4
DS-VVN-20000-UU2124	50%	5%	32
DS-VVN-20000-UU2158	50%	5%	32
DS-VVN-20000-UU2277	50%	5%	32
DS-VVN-20000-UU2279	50%	5%	32
DS-VVN-20000-UU2283	50%	5%	32
DS-VVN-20000-UU2297	50%	5%	32
DS-VVN-20000-UU2308	50%	5%	32
DS-VVN-20000-UU2001	50%	3%	31,2
DS-VVN-20000-UU2013	50%	3%	31,2
DS-VVN-20000-UU2026	50%	3%	31,2
DS-VVN-20000-UU2029	50%	3%	31,2
DS-VVN-20000-UU2034	50%	3%	31,2
DS-VVN-20000-UU2060	50%	3%	31,2
DS-VVN-20000-UU2078	50%	3%	31,2
DS-VVN-20000-UU2191	50%	3%	31,2
DS-VVN-20000-UU2250	50%	3%	31,2
DS-VVN-20000-UU2270	50%	3%	31,2
DS-VVN-20000-UU2310	50%	3%	31,2
DS-VVN-20000-UU2384	50%	3%	31,2
DS-VVN-20000-UU2175	50%	2%	30,8
DS-VVN-20000-UU2185	50%	2%	30,8
DS-VVN-20000-UU2247	50%	2%	30,8
DS-VVN-20000-UU2017	50%	0%	30
DS-VVN-20000-UU2151	50%	0%	30
DS-VVN-20000-UU2256	50%	0%	30
DS-VVN-20000-UU2299	50%	0%	30
DS-VVN-20000-UU2161	60%	12%	28,8
DS-VVN-20000-UU2040	60%	11%	28,4
DS-VVN-20000-UU2101	60%	11%	28,4
DS-VVN-20000-UU2204	60%	11%	28,4
DS-VVN-20000-UU2225	60%	11%	28,4
DS-VVN-20000-UU2035	60%	10%	28
DS-VVN-20000-UU2019	60%	8%	27,2
DS-VVN-20000-UU2108	60%	8%	27,2
DS-VVN-20000-UU2255	60%	8%	27,2

Údržbový úsek	Technický stav (%)	Důležitost vedení (%)	Priorita obnovy (%)
DS-VVN-20000-UU2264	60%	8%	27,2
DS-VVN-20000-UU2266	60%	8%	27,2
DS-VVN-20000-UU2374	60%	8%	27,2
DS-VVN-20000-UU2328	60%	6%	26,4
DS-VVN-20000-UU2010	60%	5%	26
DS-VVN-20000-UU2011	60%	5%	26
DS-VVN-20000-UU2093	60%	5%	26
DS-VVN-20000-UU2107	60%	5%	26
DS-VVN-20000-UU2157	60%	5%	26
DS-VVN-20000-UU2307	60%	5%	26
DS-VVN-20000-UU2326	60%	5%	26
DS-VVN-20000-UU2377	60%	5%	26
DS-VVN-20000-UU2042	70%	20%	26
DS-VVN-20000-UU2045	70%	20%	26
DS-VVN-20000-UU2032	60%	3%	25,2
DS-VVN-20000-UU2086	60%	3%	25,2
DS-VVN-20000-UU2089	60%	3%	25,2
DS-VVN-20000-UU2147	60%	3%	25,2
DS-VVN-20000-UU2200	60%	3%	25,2
DS-VVN-20000-UU2290	60%	3%	25,2
DS-VVN-20000-UU2293	60%	3%	25,2
DS-VVN-20000-UU2311	60%	3%	25,2
DS-VVN-20000-UU2037	60%	2%	24,8
DS-VVN-20000-UU2038	60%	2%	24,8
DS-VVN-20000-UU2085	60%	2%	24,8
DS-VVN-20000-UU2114	60%	2%	24,8
DS-VVN-20000-UU2193	60%	2%	24,8
DS-VVN-20000-UU2244	60%	2%	24,8
DS-VVN-20000-UU2248	60%	2%	24,8
DS-VVN-20000-UU2325	60%	2%	24,8
DS-VVN-20000-UU2370	60%	2%	24,8
DS-VVN-20000-UU2023	60%	0%	24
DS-VVN-20000-UU2063	60%	0%	24
DS-VVN-20000-UU2137	60%	0%	24
DS-VVN-20000-UU2249	60%	0%	24
DS-VVN-20000-UU2276	60%	0%	24
DS-VVN-20000-UU2401	60%	0%	24
DS-VVN-20000-UU2405	60%	0%	24
DS-VVN-20000-UU2407	60%	0%	24
DS-VVN-20000-UU2217	70%	13%	23,2
DS-VVN-20000-UU2220	70%	13%	23,2
DS-VVN-20000-UU2041	70%	11%	22,4
DS-VVN-20000-UU2109	70%	11%	22,4
DS-VVN-20000-UU2238	70%	11%	22,4
DS-VVN-20000-UU2268	70%	8%	21,2
DS-VVN-20000-UU2316	70%	8%	21,2
DS-VVN-20000-UU2036	70%	7%	20,8
DS-VVN-20000-UU2212	70%	7%	20,8
DS-VVN-20000-UU2216	70%	7%	20,8
DS-VVN-20000-UU2218	70%	7%	20,8
DS-VVN-20000-UU2223	70%	7%	20,8

Údržbový úsek	Technický stav (%)	Důležitost vedení (%)	Priorita obnovy (%)
DS-VVN-20000-UU2099	70%	6%	20,4
DS-VVN-20000-UU2329	70%	6%	20,4
DS-VVN-20000-UU2333	70%	6%	20,4
DS-VVN-20000-UU2012	70%	5%	20
DS-VVN-20000-UU2097	70%	5%	20
DS-VVN-20000-UU2113	70%	5%	20
DS-VVN-20000-UU2269	70%	5%	20
DS-VVN-20000-UU2284	70%	5%	20
DS-VVN-20000-UU2301	70%	5%	20
DS-VVN-20000-UU2314	70%	5%	20
DS-VVN-20000-UU2330	70%	5%	20
DS-VVN-20000-UU2334	70%	5%	20
DS-VVN-20000-UU2341	70%	5%	20
DS-VVN-20000-UU2009	70%	3%	19,2
DS-VVN-20000-UU2061	70%	3%	19,2
DS-VVN-20000-UU2091	70%	3%	19,2
DS-VVN-20000-UU2125	70%	3%	19,2
DS-VVN-20000-UU2201	70%	3%	19,2
DS-VVN-20000-UU2209	70%	3%	19,2
DS-VVN-20000-UU2049	80%	18%	19,2
DS-VVN-20000-UU2004	70%	2%	18,8
DS-VVN-20000-UU2033	70%	2%	18,8
DS-VVN-20000-UU2183	70%	2%	18,8
DS-VVN-20000-UU2202	70%	2%	18,8
DS-VVN-20000-UU2197	70%	0%	18
DS-VVN-20000-UU2246	70%	0%	18
DS-VVN-20000-UU2399	70%	0%	18
DS-VVN-20000-UU2411	70%	0%	18
DS-VVN-20000-UU2215	80%	13%	17,2
DS-VVN-20000-UU2219	80%	13%	17,2
DS-VVN-20000-UU2075	80%	12%	16,8
DS-VVN-20000-UU2382	80%	11%	16,4
DS-VVN-20000-UU2025	80%	8%	15,2
DS-VVN-20000-UU2267	80%	8%	15,2
DS-VVN-20000-UU2214	80%	7%	14,8
DS-VVN-20000-UU2221	80%	7%	14,8
DS-VVN-20000-UU2168	80%	6%	14,4
DS-VVN-20000-UU2008	80%	5%	14
DS-VVN-20000-UU2027	80%	5%	14
DS-VVN-20000-UU2087	80%	5%	14
DS-VVN-20000-UU2121	80%	5%	14
DS-VVN-20000-UU2254	80%	5%	14
DS-VVN-20000-UU2262	80%	5%	14
DS-VVN-20000-UU2273	80%	5%	14
DS-VVN-20000-UU2278	80%	5%	14
DS-VVN-20000-UU2281	80%	5%	14
DS-VVN-20000-UU2315	80%	5%	14
DS-VVN-20000-UU2319	80%	5%	14
DS-VVN-20000-UU2327	80%	5%	14
DS-VVN-20000-UU2331	80%	5%	14
DS-VVN-20000-UU2335	80%	5%	14

Údržbový úsek	Technický stav (%)	Důležitost vedení (%)	Priorita obnovy (%)
DS-VVN-20000-UU2079	80%	3%	13,2
DS-VVN-20000-UU2148	80%	3%	13,2
DS-VVN-20000-UU2170	80%	3%	13,2
DS-VVN-20000-UU2291	80%	3%	13,2
DS-VVN-20000-UU2347	80%	3%	13,2
DS-VVN-20000-UU2357	80%	3%	13,2
DS-VVN-20000-UU2385	80%	3%	13,2
DS-VVN-20000-UU2020	80%	2%	12,8
DS-VVN-20000-UU2119	80%	2%	12,8
DS-VVN-20000-UU2022	80%	0%	12
DS-VVN-20000-UU2057	80%	0%	12
DS-VVN-20000-UU2160	80%	0%	12
DS-VVN-20000-UU2173	80%	0%	12
DS-VVN-20000-UU2242	80%	0%	12
DS-VVN-20000-UU2243	80%	0%	12
DS-VVN-20000-UU2252	80%	0%	12
DS-VVN-20000-UU2280	80%	0%	12
DS-VVN-20000-UU2387	80%	0%	12
DS-VVN-20000-UU2408	80%	0%	12
DS-VVN-20000-UU2412	80%	0%	12
DS-VVN-20000-UU2352	95%	18%	10,2
DS-VVN-20000-UU2050	95%	15%	9
DS-VVN-20000-UU2074	95%	15%	9
DS-VVN-20000-UU2126	95%	15%	9
DS-VVN-20000-UU2127	95%	15%	9
DS-VVN-20000-UU2354	95%	15%	9
DS-VVN-20000-UU2051	95%	12%	7,8
DS-VVN-20000-UU2355	95%	12%	7,8
DS-VVN-20000-UU2071	95%	11%	7,4
DS-VVN-20000-UU2203	95%	11%	7,4
DS-VVN-20000-UU2208	95%	11%	7,4
DS-VVN-20000-UU2239	95%	11%	7,4
DS-VVN-20000-UU2317	95%	11%	7,4
DS-VVN-20000-UU2363	95%	11%	7,4
DS-VVN-20000-UU2364	95%	11%	7,4
DS-VVN-20000-UU2365	95%	11%	7,4
DS-VVN-20000-UU2366	95%	11%	7,4
DS-VVN-20000-UU2367	95%	11%	7,4
DS-VVN-20000-UU2039	95%	8%	6,2
DS-VVN-20000-UU2174	95%	8%	6,2
DS-VVN-20000-UU2205	95%	8%	6,2
DS-VVN-20000-UU2240	95%	8%	6,2
DS-VVN-20000-UU2295	95%	8%	6,2
DS-VVN-20000-UU2318	95%	8%	6,2
DS-VVN-20000-UU2362	95%	8%	6,2
DS-VVN-20000-UU2369	95%	8%	6,2
DS-VVN-20000-UU2376	95%	8%	6,2
DS-VVN-20000-UU2030	95%	7%	5,8
DS-VVN-20000-UU2073	95%	6%	5,4
DS-VVN-20000-UU2015	95%	5%	5
DS-VVN-20000-UU2065	95%	5%	5

Údržbový úsek	Technický stav (%)	Důležitost vedení (%)	Priorita obnovy (%)
DS-VVN-20000-UU2067	95%	5%	5
DS-VVN-20000-UU2178	95%	5%	5
DS-VVN-20000-UU2192	95%	5%	5
DS-VVN-20000-UU2282	95%	5%	5
DS-VVN-20000-UU2300	95%	5%	5
DS-VVN-20000-UU2309	95%	5%	5
DS-VVN-20000-UU2321	95%	5%	5
DS-VVN-20000-UU2358	95%	5%	5
DS-VVN-20000-UU2375	95%	5%	5
DS-VVN-20000-UU2014	95%	3%	4,2
DS-VVN-20000-UU2024	95%	3%	4,2
DS-VVN-20000-UU2095	95%	3%	4,2
DS-VVN-20000-UU2150	95%	3%	4,2
DS-VVN-20000-UU2172	95%	3%	4,2
DS-VVN-20000-UU2177	95%	3%	4,2
DS-VVN-20000-UU2179	95%	3%	4,2
DS-VVN-20000-UU2194	95%	3%	4,2
DS-VVN-20000-UU2195	95%	3%	4,2
DS-VVN-20000-UU2320	95%	3%	4,2
DS-VVN-20000-UU2324	95%	3%	4,2
DS-VVN-20000-UU2345	95%	3%	4,2
DS-VVN-20000-UU2348	95%	3%	4,2
DS-VVN-20000-UU2350	95%	3%	4,2
DS-VVN-20000-UU2359	95%	3%	4,2
DS-VVN-20000-UU2383	95%	3%	4,2
DS-VVN-20000-UU2021	95%	2%	3,8
DS-VVN-20000-UU2068	95%	2%	3,8
DS-VVN-20000-UU2069	95%	2%	3,8
DS-VVN-20000-UU2115	95%	2%	3,8
DS-VVN-20000-UU2181	95%	2%	3,8
DS-VVN-20000-UU2230	95%	2%	3,8
DS-VVN-20000-UU2349	95%	2%	3,8
DS-VVN-20000-UU2351	95%	2%	3,8
DS-VVN-20000-UU2353	95%	2%	3,8
DS-VVN-20000-UU2371	95%	2%	3,8
DS-VVN-20000-UU2002	95%	0%	3
DS-VVN-20000-UU2006	95%	0%	3
DS-VVN-20000-UU2007	95%	0%	3
DS-VVN-20000-UU2018	95%	0%	3
DS-VVN-20000-UU2047	95%	0%	3
DS-VVN-20000-UU2048	95%	0%	3
DS-VVN-20000-UU2055	95%	0%	3
DS-VVN-20000-UU2056	95%	0%	3
DS-VVN-20000-UU2164	95%	0%	3
DS-VVN-20000-UU2165	95%	0%	3
DS-VVN-20000-UU2176	95%	0%	3
DS-VVN-20000-UU2180	95%	0%	3
DS-VVN-20000-UU2182	95%	0%	3
DS-VVN-20000-UU2198	95%	0%	3
DS-VVN-20000-UU2241	95%	0%	3
DS-VVN-20000-UU2245	95%	0%	3

Údržbový úsek	Technický stav (%)	Důležitost vedení (%)	Priorita obnovy (%)
DS-VVN-20000-UU2260	95%	0%	3
DS-VVN-20000-UU2261	95%	0%	3
DS-VVN-20000-UU2296	95%	0%	3
DS-VVN-20000-UU2298	95%	0%	3
DS-VVN-20000-UU2339	95%	0%	3
DS-VVN-20000-UU2340	95%	0%	3
DS-VVN-20000-UU2360	95%	0%	3
DS-VVN-20000-UU2398	95%	0%	3
DS-VVN-20000-UU2400	95%	0%	3
DS-VVN-20000-UU2403	95%	0%	3
DS-VVN-20000-UU2406	95%	0%	3