

Ing. Rudolf S v o b o d a , VÚHU
Ing. Bohumír K u b í k , VÚHU

MODERNÍ METODY POUŽITÉ PŘI PROVOZNÍM MĚŘENÍ A VYHODNOCENÍ VÝKONOVÝCH KŘIVEK TECHNOLOGICKÝCH CELKŮ SHR

1.0 Úvod

Od ledna 1991 vstoupily v platnost nové velkoobchodní ceny elektrické energie pro průmyslové závody dle ceníku VC - 3/2/1991 zveřejněném v cenovém věstníku č. 3/1991 ze dne 9.1.1991. Další zvýšení těchto cen následovalo od 1.4.1991. Tyto úpravy cen mají citelný ekonomický dopad zejména na podniky s vyšší energetickou náročností výroby. V SHD jsou to státní podniky s velkými dobývacími a zakládacími stroji a s dlouhými pásovými dopravními linkami. Z těchto důvodů byl státními podniky Doly a úpravny Komořany, Doly Bílina, Doly Ležáky Most a Palivovým kombinátem Ústí nad Labem v rámci úkolu RVT 7.0 zadán k řešení dílčí úkol 7.2

Sledování výkonových charakteristik vybraných technologických celků ve vztahu ke čtvrt hodinovým maximům odběru elektrické energie .

Zjištěné hodnoty budou sloužit jako vstupy do rozhodovacího procesu, kdy podle velikosti odběru elektrické energie (zatíženosti) důlní napájecí síť bude odstavována či omezován provoz některých technologických celků (TC).

Dále se bude rozhodovat o tom, zda v určité situaci najíždět či nenajíždět prázdný nebo naložený TC a pod. Všechny tyto problémy se budou v nejbližší době týkat všech důlních provozů povrchových dolů. U všech TC bude nezbytností znát jejich energetické poměry (spotřeba při rozběhu, zaplňování a vyprazdňování dopravní linky, chodu naprázdno i při těžbě) a podle těchto odběrových diagramů a podle zatížitelnosti sítě regulovat jejich chod . Na základě zadaného úkolu byla se čtyřmi státními podniky SHR (DÚK, DB, DLM, PK) dojednána provozní měření na vybraných TC v těchto režimech :

- 1) Velikost příkonu při rozběhu TC bez těživa
- 2) Velikost příkonu při zaplňování dopravní linky těživem
- 3) Velikost příkonu při dlouhodobém měření s loženou linkou
- 4) Velikost příkonu při rozběhu TC s těživem
- 5) Velikost příkonu TC při vyprazdňování dopravní linky

U uvedených státních podniků bude nutné s ohledem na ekonomii výroby sledovat ve zvýšené míře odběr elektrické energie a provádět operativně regulaci odběru elektrické energie. Řešení tohoto úkolu bude sloužit jako výchozí podklad pro operativní řízení odběrového diagramu elektrické energie s.p. DÚK, DB, DLM a PK s cílem snížení finančních nákladů na el. energii. Realizačním výstupem řešeného úkolu jsou výkonové charakteristiky jednotlivých režimů a soubor naměřených hodnot příkonů vybraných technologických celků TC 1, TC 2 a TC 3 uvedených státních podniků SHR.

2.0 Metodika měření

Pro řešení úkolu bylo rozhodnuto provést měření průběhů příkonů vybraných technologických celků v hlavních rozvodnách 35 kV na sledovaných státních podnicích. Napájení technologických celků je realizováno z jednoho či několika vývodů 35 kV. V průběhu prováděných sledování a měření bylo napájení TC přechodně upraveno tak, aby počet napájecích vývodů byl maximálně omezen na dva.

Měření TC napájených z jednoho vývodu, například 1.TC 3 s.p. Doly Bílina bylo v počátcích řešení úkolu prováděno klasickým způsobem, a to přístrojem WATTREG II - Metra Blansko. Při měření TC napájených ze dvou vývodů 35 kV bylo již nutno použít nový způsob měření pomocí měřicích převodníků a měřicího systému na bázi PC AT LAPTOP, který umožňoval provést rychlé zpracování a vyhodnocení hodnot příkonů, naměřených současně na dvou vývodech.

Pro měření, vyhodnocení a zhotovení výkonových charakteristik byl využit špičkový software PC - LabDas a Quattro - Pro 2.0 od fy Borland.

Měřicí zařízení sestávalo z převodníků trojfázového činného výkonu NC 290, NCZ 290 a z převodníků trojfázového jalového výkonu NC 300, NCZ 300 Metra Blansko. Vstupy převodníků byly zapojeny na napětí 3 x 100 V a proudové měniče instalované na jednotlivých měřených vývodech rozvodny. Výstupní proudy převodníků byly zavedeny na odporové dekády. Napětové úrovně úměrné příkonům jednotlivých vývodů byly digitalizovány 16kanálovým 14bitovým A/D převodníkem (deska PCL - 714 měřicího systému LAPTOP TL 3240) se vzorkovacím kmitočtem 10 Hz pro rozběhy a 1 Hz pro dlouhodobá měření. Naměřené hodnoty byly uloženy na hard disk měřicího systému, zpracovány a graficky interpretovány. Pro kontrolu měřených signálů sloužil univerzální měřicí přístroj C 4340.

Pro měření spotřeby elektrické energie při dlouhodobých měřeních s ložnou dopravní linkou byly kromě měřicího systému využity také elektroměry instalované v rozvodnách dolů na měřených vývodech, čímž byla ověřena správnost měření.

Dopravované množství těživa u sledovaných TC bylo zjišťováno z údajů váhy vždy na příslušném dispečinku.

3.0 Dosavadní uskutečněná měření

- | | |
|-------------------------------------|--|
| a) Doly Bílina - provoz těžba | : 1. TC 2, 2. TC 2, 3. TC 2, 4. TC 2
a 1. TC 3 |
| b) Doly Ležáky Most - provoz Vršany | : TC 2/11, TC 2/14 |
| provoz Most | : TC 2/15 |
| c) Doly a úpravny Komořany - ČSA | : 1. TC 2, 2. TC 2, 3. TC 2, 4. TC 2
1. TC 1, 2. TC 1, 3. TC 1
čerpadla odvodnění lomu |
| DJŠ | : TC 2, elektrická trakce |

Pro řešení úkolu byla provedena řada provozních měření příkonů výše uvedených technologických celků, vybraných na základě požadavku zadavatele úkolu. Sled provozních měření na jednotlivých TC byl přizpůsoben provozním podmínkám na dolech tak, aby se podařilo změřit a vyhodnotit výkonové charakteristiky v požadovaném termínu řešení úkolu. Při sledování TC a snímání příkonů v jednotlivých režimech jsme spolupracovali s pracovníky velinů příslušných TC, kteří řídili vedoucí pracovníky rýpadel a zakladačů tak, jak bylo nutné pro potřeby měření.

Příklad naměřených výkonových charakteristik

Jako ukázkou uvádíme na obr. 1 a 2 výkonové charakteristiky a v tab. 1 a 2 naměřené a vypočtené hodnoty TC 2/15 s.p. DLM - provoz Most při rozběhu prázdné dopravní linky. Z charakteristiky činného příkonu je zřetelně patrný rozběh zakladače Z 91, S - vozu SV 629, devíti pásových dopravníků a kolesového rýpadla KU 800/15 (K 94). Z charakteristiky jalového příkonu je patrné, že zpočátku je jeho hodnota záporná - je odebírán kapacitní jalový výkon, pak po 200 s je jeho hodnota kladná - je odebírán induktivní jalový výkon vlivem připojených motorů dálkové pásové dopravy, jejichž instalované výkony nejsou zpravidla plně využívány.

4.0 Závěr

Použitím výše uvedené metody měření, která je v porovnání s tradičními způsoby měření výrazně produktivnější a přesnější bylo možno provést poměrně velký požadovaný počet provozních měření včetně vyhodnocení v požadovaném termínu řešení úkolu.

Výsledky měření výkonových křivek vybraných technologických celků na jednotlivých státních podnicích SHR jsou podrobně uvedeny v dílčích podkladových zprávách, které byly postupně vydávány v průběhu řešení úkolu [1] - [10].

Naměřené průběhy a hodnoty příkonů technologických celků při různých režimech budou použity jako výchozí podklad pro operativní řízení odběrového diagramu elektrické energie u státních podniků SHR s cílem snížit náklady na tuto energii.

Po úpravách cen el. energie zmíněných v úvodu tohoto článku je pro všechny velkoobdobě el. energie v ČSFR ekonomicky výhodné snížit co nejvíce odběr této energie v době špičkového tarifu (ŠT), kdy je kromě spotřeby el. energie (kWh) měřena i velikost čtvrt hodinového maxima el. výkonu (kW), která se podílí značnou měrou na vyúčtování elektrické energie - viz tabulka 3.

Na státních podnicích SHR se proto po uvedených cenových úpravách již většinou neprovozují energeticky náročné technologické celky skryvkových provozů v době ŠT.

Při přesné znalosti průběhu odběrového diagramu určitého TC lze sjednat s energetickými závody nižší, ekonomicky nejvýhodnější smluvené čtvrt hodinové maximum výkonu. Například odstavením jednoho TC o příkonu 10 000 kW v době platnosti ŠT (v letním období od 6 h do 10 h) lze snížit smluvené čtvrt hodinové maximum výkonu o 10 000 kW a tím samozřejmě i platbu. Úsporu na měsíčních nákladech za el. energii lze v tomto případě vyčíslit částkou :

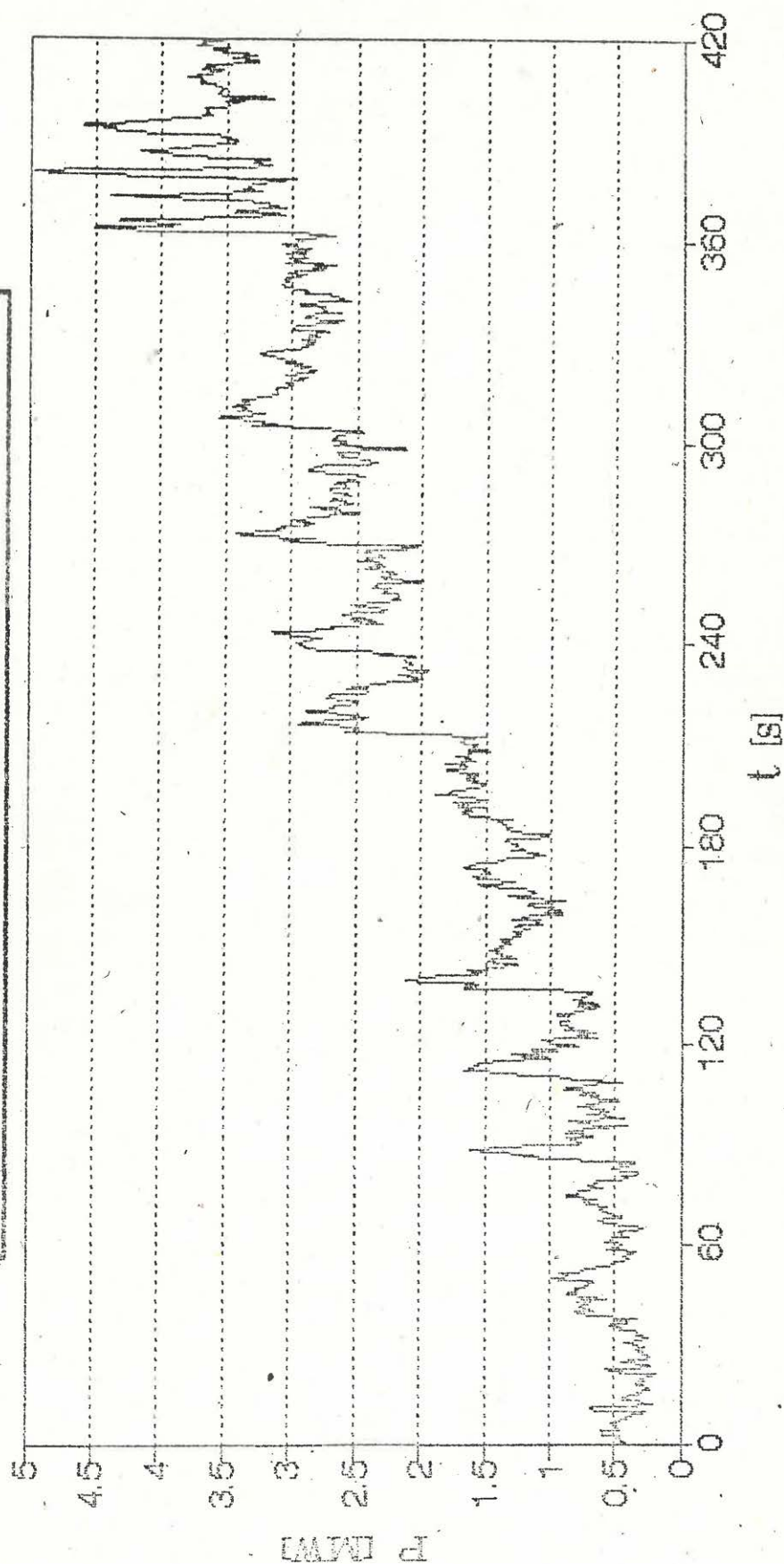
$$10\,000\text{ kW} \cdot 254\text{ Kčs} \cdot \text{kw}^{-1} \cdot \text{h}^{-1} = 2\,540\,000\text{ Kčs} = 2,54\text{ mil Kčs}$$

Na s.p. Doly Bílina, kde bylo zahájeno měření odběrových diagramů příkonu TC již v roce 1990 byly proto nejdříve využity naměřené hodnoty příkonů k regulačním opatřením.

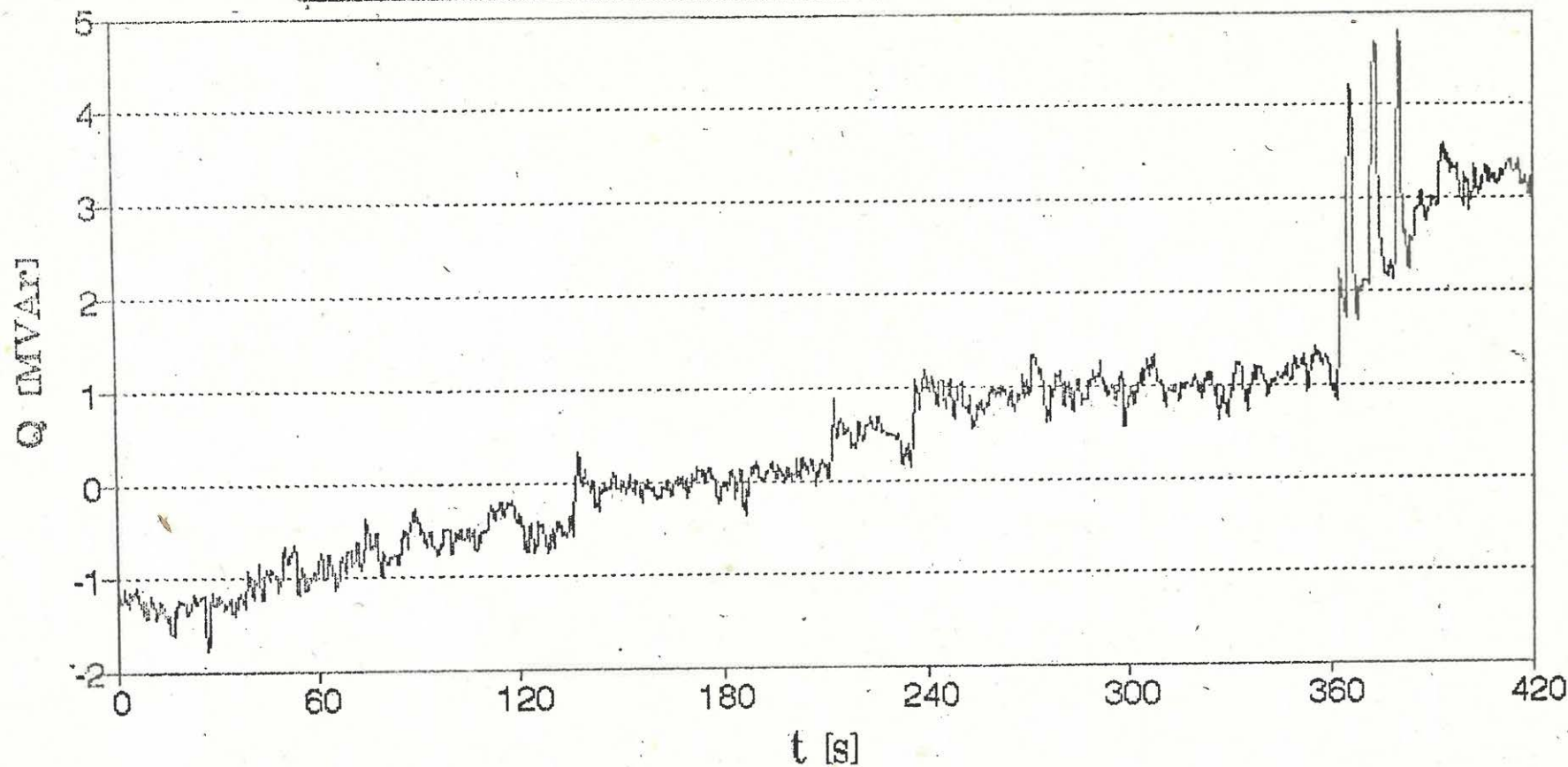
Uvádíme například výkony čtvrt hodinového maxima, které byly v průběhu roku 1991 sjednány mezi s.p. Doly Bílina a Rozvodnými závody :

Leden	- 90 MW, což představuje částku 15,660 mil. Kčs
Únor	- 67 MW, dtto 11,658 mil. Kčs
Březen	- 59 MW, dtto 10,266 mil. Kčs
Duben	- 66 MW, dtto 16,764 mil. Kčs
Květen	- 65 MW, dtto 16,510 mil. Kčs
Červen	- 40 MW, dtto 10,160 mil. Kčs

Rozbeh prazdne dopravní linky - P [MW]
 Lom Most - TC 2/15 - 16.5.1991



Rozbeh prázdné dopravní linky – Q[MVar]
 Lom Most – TC 2/15 – 16.5.1991



Obt. 2

Tabulka c. 1

Hodnoty příkonu v jednotlivých provozních režimech

Doly Lezaky Most - provoz Most TC 2/15

Datum měření : 16. a 20.5.1991

Sledovaný usek činnosti TC	Časový usek t [s]	Maximální hodnoty příkonu		Střední hodnoty příkonu		Spotřeba elektrické energie		Střední hodnota účinnosti	
		[MW]	[MVar]	[MW]	[MVar]	[kWh]	[kVarh]	cos φ	
Rozběh prázdné linky	426	4,961	4,804	1,961	0,506	232,05	59,9	0,97	
Zaplňování linky	1086	6,713	4,019	4,954	3,225	1494,5	972,9	0,84	
Dlouhodobé měření	5435	7,515	4,606	5,801	3,756	8757,9	5670,5	0,84	
Rozběh ložené linky	451	5,881	5,076	3,135	0,843	392,8	105,6	0,97	
Vyprazdňování linky	1141	5,612	3,925	3,828	1,873	1213,3	593,6	0,90	
Odstavení TC 2/15	200	0,472	-1,737	0,192	-1,320	10,7	-73,3	0,14 kap.	

Tabulka c. 2

Odčety z elektroměru při dlouhodobém měření

Cas [h]	Privodní linka V 4 činný jalový	
12,28,17	7363,2	3226,6
13,58,52	7372,1	3232,6

Konstanty elektroměru

k = 1 [MWh, MVarh]

Rozdíl : 1,30,35 h
Spotřeba : 8,9 MWh 6,0 MVarh

Střední
příkony : 5,9 MW 3,97 MW

Střední
účinník : 0,83

