

Diagnostika dolních vrat plavebních komor VD Gabčíkovo

Miroslav Varner

Úvod

ČKD Blansko a.s. se na výstavbě vodního díla (VD) Gabčíkovo podílelo jako generální dodavatel vodních turbin a jejich příslušenství. Technologii plavebních komor (PK) dodávali jiní výrobci. V roce 1994 se ukázala jako nedostatečná životnost stávající svařované konstrukce dolních vrat PK [1]. Bylo rozhodnuto vrata obou PK přestavět a vyměnit.

Po dobu výroby nových vrat bylo třeba zajistit plavbu přes pravou PK s původními vraty. Pro zvýšení spolehlivosti původních vrat firma ČKD Blansko, a.s. navrhla a realizovala zesílení hlavních nosníků vrat přídatnou ocelovou konstrukcí. Přídatná konstrukce byla s původní konstrukcí spojena cca 7000 šrouby M 24, přičemž 50 % šroubových spojů bylo nutné, včetně vrtání děr a utažení šroubů na předepsaný moment, realizovat potápěči pod vodou. Vzhledem k technickým parametrům zesílené konstrukce a s ohledem na zajištění bezpečnosti plavby lodí PK bylo rozhodnuto instalovat na zesílená vrata diagnostické zařízení s výstupy do informačního a řídicího systému PK. Požadavky na bezpečnost plavby a zkušenosti s diagnostikovaním dolních vrat pravé PK byly důvodem nasazení diagnostického zařízení na nová vrata levé PK, která byla navržena a dodána firmou ČKD Blansko, a.s.

V příspěvku jsou uvedeny cíle diagnostikování, popis diagnostického zařízení a některé dosažené výsledky.

Cíle diagnostikování

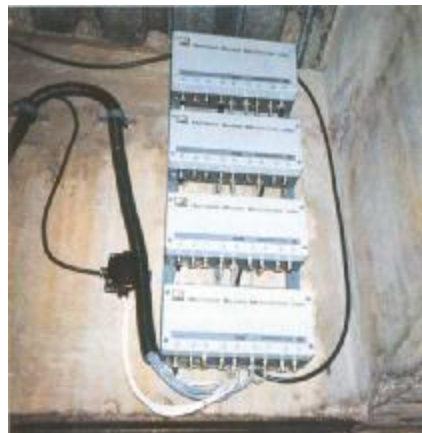
Včas informovat pracovníky řízení plavby o možnosti přetížení vrat před zahájením plnění PK a o překročení povolených odchylek vypočtených a měřených vrat při plnění, případně při naplněné PK. Tyto cíle byly dosaženy v zásadě:

- výpočtem očekávaných napětí v hlavních nosnících vrat v závislosti na okamžitých hodnotách úrovní hladin vody v odpadním kanále, v přívodním kanále a v komoře,
- měřením napětí ve vybraných nosnících vrat během plnění komory a při plné komoře.
- srovnáním vypočtených a naměřených hodnot napětí,
- zobrazením resp. výpisem hlášení na obrazovce resp. na tiskárně obsluhy PK.

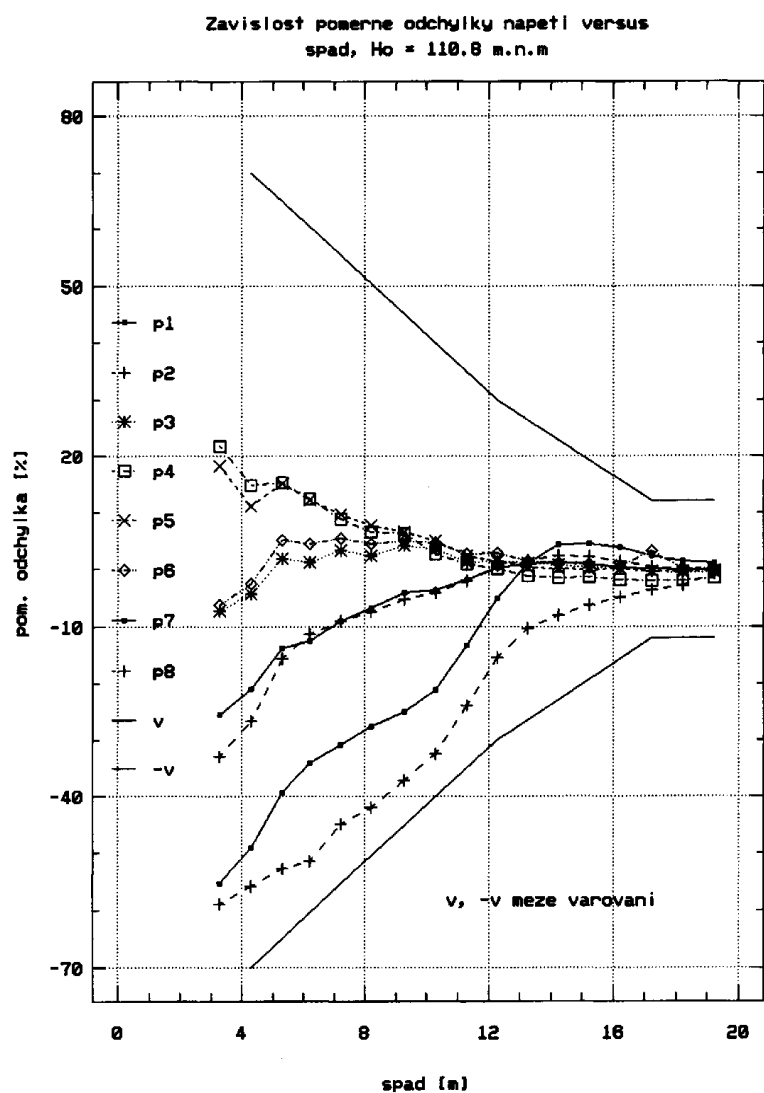
Technické vybavení

Technické vybavení diagnostikování vrat PK sestává z měřících řetězců firmy Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH a stávajícího technického vybavení informačního a řídicího systému PK firmy SAT Bratislava, s. r.o.

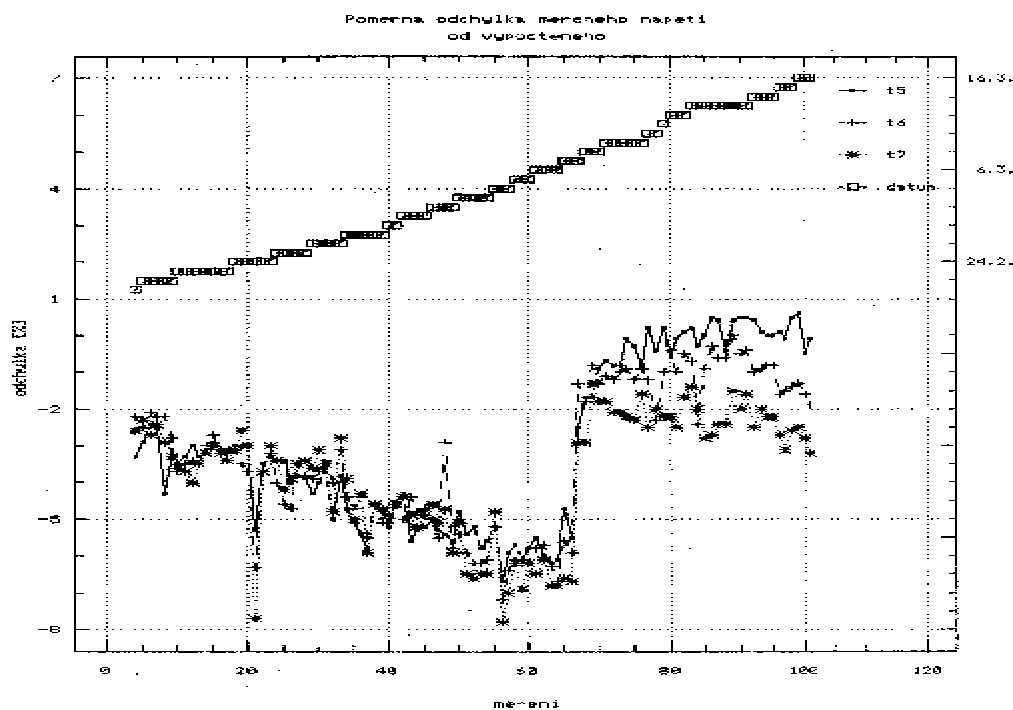
Na vratech pravé i levé PK bylo instalováno celkem 8 měřících řetězců. Každý řetězec je tvořen systémem tenzometrických snímačů LY 120, kabely a zesilovači IG 30 1 EM. Krabice se zesilovači jsou umístěny ve výklenku servomotoru ovládání vrat – viz. obr. 1. Zvýšení mechanické odolnosti kabeláže je dosaženo jejím uložením do



obr.1



obr. 2



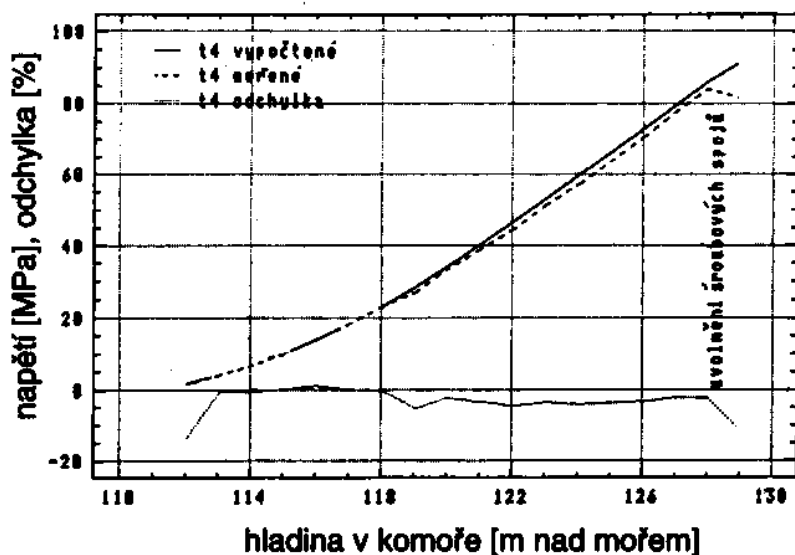
obr. 3

ohebných případně tuhých trubek. Zesilovače jsou napájeny z běžného rozvodu el. energie 220 V. Výstup ze zesilovačů je 4-20 mA.

Programové vybavení

Program pro monitorování a diagnostikování napětí na hlavních nosnících vrat pravé a levé PK byl zpracován pracovníky fy SAT v rámci systému SAT-CAE podle algoritmu popsaného v projektech diagnostiky [2] a [3]. Podklady pro stanovení algoritmu nových vrat levé PK byly získány simulací plnění komory nelineárním výpočtem napětí metodou konečných prvků [3]. Součástí simulace bylo studium vlivu odchylek skutečné konstrukce vrat na napjatost vrat.

Závislost měřeného a vypočteného napětí a poměrné odchylky měř. a vypoč. napětí na hladině v komoře



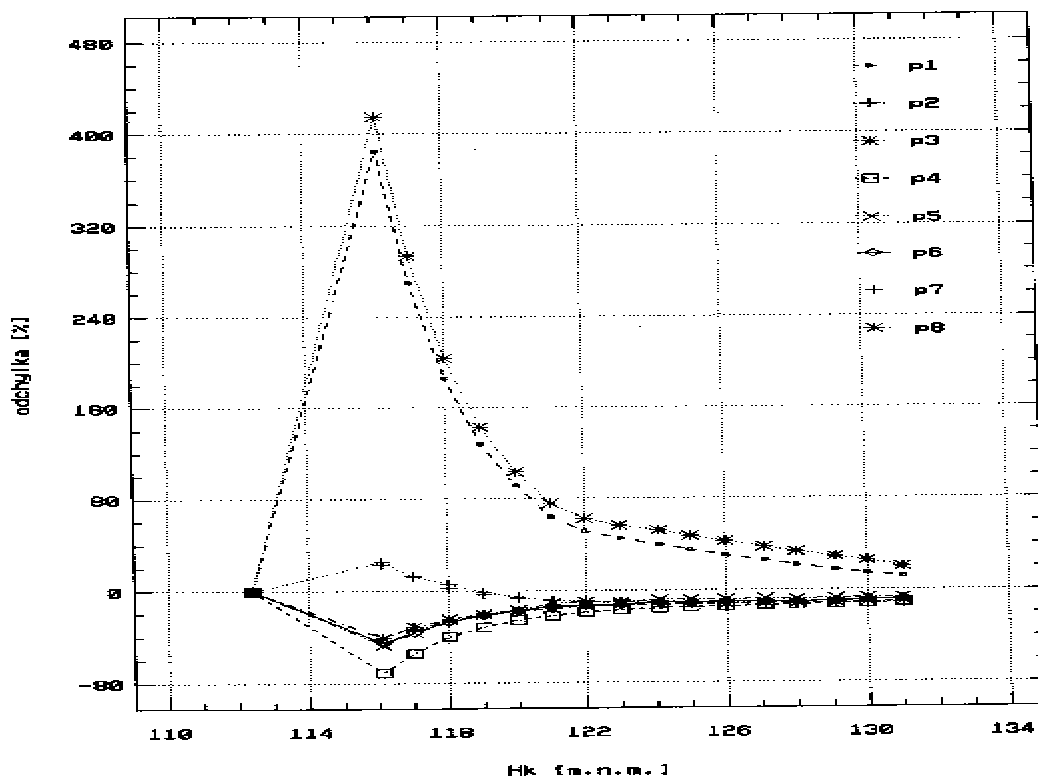
obr.4

Výsledky ukazují na možnost diagnostikovat např.: nerovnoměrný pokles podpor (prahů vrat) a nefunkčnost podepření pantové roury (pyramid).

Dosažené výsledky

Při diagnostikování se testuje, zda poměrné odchylky měřeného a vypočteného napětí nepřekračují předem definované meze [4]. Odchylky napětí s vyznačenými mezemi v závislosti na spádu (rozdíl hladin v komoře a odpadním kanále) zjištěné při zkušebním provozu [5] jsou na

Závislost poměrné odchylky vypočteného a měřeného napětí na hladině v komoře Hk



obr. 2. Z obrázku je patrné zmenšování rozptylu odchylek napětí s rostoucím spádem. Tato skutečnost je způsobena obdobnou závislostí rozptylu měřených úrovní hladin a napětí na spádu. Větší rozptyl odchylek napětí se vyskytuje při malém zatížení vrat a není tedy významný z hlediska zanedbání nebezpečného přetížení vrat.

Účinnost diagnostikování je dokumentována grafy na obr. 3 a 4. Na obr. 3 je možno sledovat vliv mazání horního prahu na odchylky napětí nosníků při plné komoře. Po namazání prahu se napětí přibližuje k teoretickým hodnotám a rozptyl napětí jednotlivých měřených místech se zmenší. Na obr. 4 je závislost měřených a vypočtených napětí a jejich odchylek na hladině v komoře při uvolnění šroubových spojů původní konstrukce a zpevňující přídavné konstrukce. Při uvolnění spojů dochází v souladu s očekáváním k poklesu měřeného napětí na přídavné konstrukci.

K neočekávanému průběhu odchylek poměrných napětí, viz. obr. 5, došlo při nestandardní obsluze PK – při zahájení otevírání vtoků byla vrata částečně otevřena (0,1), komora byla plněna při pootevřených vratech a při rozdílu kladin v komoře a v odpadním kanálu cca 2,2 m došlo k samovolnému zavření vrat tlakem vody v komoře. Největší odchylka měřených napětí od vypočítaných hodnot napětí byla zjištěna snímači T1 a T2 umístěných nejbližší pantových rour.

Závěr

- Dosažené výsledky diagnostikování potvrzují oprávněnost předpokladů použitého výpočtového modelu při simulaci provozního chování vrat, správnost algoritmu diagnostikování a spolehlivost diagnostického zařízení.
- Přínosy z použití diagnostiky vrat plavebních komor VD Gabčíkovo jsou ve včasném odhalení jevů snižujících bezpečnost plavby lodí přes plavební komoru.
- Lze diagnostikovat změny vlastností konstrukce vrat, nežádoucí změny podpor a nestandardní obsluhu PK.
- Investiční náročnost diagnostického zařízení je vyvážena zcela zanedbatelnými provozními náklady – po dobu 10 let diagnostické zařízení pracuje zcela spolehlivě.
- Nepřetržité diagnostikování stavu vrat PK VD Gabčíkovo lze označit za optimální nástroj technického bezpečnostního dozoru jejich provozu.

Použité podklady

1. ČÍRTEK, P.: Zatrolená vrata, Magazín RP, 14. 5. 1994
2. VARNER, M.: Projekt, Diagnostika opravených vrat plavební komory Gabčíkovo, ,4 VYU 9962 – 378, ČKD Blansko, a.s., 5/1994,
3. KANICKÝ, V. – VARNER, M.: Diagnostika vrat levé plavební komory VD Gabčíkovo – Algoritmus diagnostikování, KDV Brno, Brno 5/1994
4. Zápis o instalaci, komplexních zkouškách a předání diagnostického systému vrat levé PK Gabčíkovo, VV Bratislava a ČKD Blansko, Gabčíkovo, 24. 1. 1995
5. VARNER, M.: Dolní vrata levé plavební komory VD Gabčíkovo, Výsledky sledování od 3. 2. 1995 do 2. 4. 1995. 4 OAM 9962 -406, ČKD Blansko, a.s., 1995,

Ing. Miroslav Varner, Pod Javory 26, 67801 Blansko, e-mail: varner@wo.cz
ČKD Blansko Strojírny a.s., tel.: +420 516 402 023, e-mail: miroslav.varner@ckdblansko.cz