

## Využitie internetu pri monitorovaní vrtného standu

*Pavel Horovčák, Dušan Baluch a Igor Leško<sup>1</sup>*

### *Drilling stand monitoring using internet*

*The contribution deals with the design of system for remote monitoring of drilling stand using internet technologies. Paper specifies characteristics of experimental drilling stand and most important monitored parameters in drilling process. Attention is devoted to the design and realization of www monitoring application which is complement by brief description of communication between application' server part (created in Delphi environment in Pascal) and application' client part realized in applet form (language Java). Data transfer is insured on the socket base. There three main areas of utilization of such drilling stand monitoring using internet.*

**Key words:** *monitoring using internet,*

### Úvod

Súčasnú dobu technického rozvoja je obdobím informačných a komunikačných technológií. Jednou z netradičných oblastí, do ktorej prenikajú internetové technológie, je aj proces rozpojovania hornín rotačným vrtaním. Ide o zložitý proces, ktorého popis vychádza z množstva experimentov a hypotéz. Medzi hlavné kritériá hodnotenia procesu vrtania patrí maximálna životnosť nástroja, maximálna rýchlosť vrtania a celkové minimálne náklady, včítane mernej energie rozpojovania. Hodnotenie týchto kritérií je možné vykonávať s využitím monitorovacieho systému pracujúceho v reálnom čase [4]. Využitie technológií internetu pre monitorovanie procesu vrtania možno pokladať za pokračovanie a súčasne aj rozšírenie možností klasického monitorovacieho systému, ktorý musí byť umiestnený priamo alebo veľmi blízko monitorovaného vrtného standu. Základné princípy a prehľad metód monitorovania s využitím web technológií bol publikovaný v práci 0.

### Princíp a realizácia monitorovania s využitím internetu

Pri monitorovaní procesu vrtania je potrebné zobrazit' dynamický priebeh monitorovaných veličín na strane klienta. Prenášané sú pritom iba jednotlivé namerané hodnoty charakterizujúce činnosť vrtného standu, čo podstatne zrýchľuje prenos po sieti. Implementáciu systému monitorovania je možné rozdeliť na tieto čiastkové kroky:

- Vytvorenie apletu na strane klienta, ktorý v pravidelných časových intervaloch dostáva hodnoty sledovaných veličín vrtného standu a zabezpečuje vykreslenie monitorovaných priebehov. Stanovenie časového intervalu je najvhodnejšie na strane servera.
- Vytvorenie vlastného komunikačného kanálu, t.j. spojenia medzi klientom a serverom vo forme soketovej komunikácie. Klasická komunikácia klient - server sa využíva iba na inicializáciu procesu, v rámci ktorej sa príslušný aplet pre monitorovanie nahrá na klienta a vytvorí sa soketová komunikácia medzi serverovou časťou aplikácie (monitorovania, prípadne riadenia) a klientskou časťou (apletom monitorovania).
- Vytvorenie serverovej aplikácie (dátového servera) pre pripojených klientov. Je vhodné, aby bola realizovaná na tom istom počítači, na ktorom pracuje aj web server. Aplikácia je doplnená komunikačnými prvkami (soketami) tak, že sa stáva "serverom" pre klientov v sieti. V časových intervaloch daných periódou vzorkovania prebieha prenos aktuálnych údajov medzi serverom a apletom na strane klienta. Aplet zabezpečuje vykresľovanie priebehu procesu vrtania na strane ľubovoľného počtu klientov, pripojených cez server na monitorovaný stand. Dátový server získava monitorované údaje zo súborového systému, do ktorého sú zapisované monitorovacím a riadiacim systémom. Konfiguráciu dátového servera (pridávanie alebo odoberanie monitorovaných veličín) je možné vykonávať dynamicky v dialógovom režime na strane servera.
- Zapisovanie monitorovaných údajov do súborového systému realizuje monitorovací a riadiaci systém standu. Predpokladom je jeho umiestnenie na tom istom počítači ako dátový server a web server. Musí to byť počítač pripojený do siete s definovaným url, resp. IP adresou. Forma súborového systému je navrhnutá tak, aby zabezpečovala bezproblémovú komunikáciu s dátovým serverom na jednej strane a na druhej strane aby umožňovala prenos žiadaných hodnôt procesu vrtania od klienta cez dátový server a súborový server až na monitorovací a riadiaci systém.

<sup>1</sup> doc., Ing. Pavel Horovčák CSc., Ing. Dušan Baluch a Doc. Ing. Igor Leško, CSc., Department of Applied Informatics and Process Control, Technical University of Košice, Boženy Němcovej 3, 040 00 Košice, Pavel.Horovcak@tuke.sk  
( Recenzovaná a revidovaná verzia dodaná 16.8.2004 )

Uvedená koncepcia komunikácie medzi monitorovacím a riadiacim systémom a internetovým monitorovaním prostredníctvom súborového systému vychádza zo skutočnosti, že proces vŕtania vzorky horniny je pomerne krátky (trvá 30 až 60 sekúnd) a počet nameraných hodnôt sa pohybuje od 1000 až po niekoľko tisíc údajov. Vhodným "spomalením" procesu pri internetovom monitorovaní je možné podrobne prezerať, analyzovať, študovať, identifikovať a skúmať jednotlivé priebehy, ako aj ich vzájomné súvislosti. Všetky tieto postupy nie je možné vykonávať v reálnom čase nielen pre krátkosť samotného procesu vŕtania na vrtnom stande, ale najmä pre jeho technologickú aj finančnú náročnosť.

Realizácia jednotlivých častí systému monitorovania procesu vŕtania je nasledovná: Aplet (klientska časť) je realizovaný v jazyku Java vo forme dvoch navzájom komunikujúcich tried. Prvá má na starosti vykreslenie statickej časti (osi a ich ciachovanie) monitorovaného priebehu, druhá dynamické vykresľovanie jednotlivých monitorovaných hodnôt v čase. V okne klienta sa môže zobrazovať jeden až šesť priebehov v závislosti na konfigurácii dátového servera. Čím väčší je počet grafov, tým je ich výška menšia, lebo celková výška okna sa delí počtom grafov. Pred začiatkom x-ovej osi je zobrazovaná hodnota času [sek], ktorá uplynula od začiatku monitorovania. Grafické priebehy monitorovaných veličín sú zobrazované rôznymi farbami. Dátový server (serverová časť) je zostavený v jazyku Pascal v prostredí Delphi. Zabezpečuje vstup monitorovaných údajov v zmysle konfigurácie zo súborového systému a ich vysielanie na všetkých pripojených klientov. Monitorovací a riadiaci systém je zostavený v jazyku Turbo Pascal [4] tak, že tento systém zabezpečuje riadenie procesu vŕtania v zmysle žiadaných hodnôt a snímanie monitorovaných veličín a ich zápis do súborového systému.

### Popis vrtného standu

Rotačný vrtný stand je experimentálne zariadenie ÚGT SAV určené na realizáciu procesu vŕtania. Toto zariadenie slúži pre štúdium procesu rozpojovania hornín vrtnými nástrojmi, používanými v praxi, do priemeru 80 mm. Pokusy na vrtnom stande sa vykonávajú so vzorkami hornín tvaru hranola s rozmermi 100 x 100 x 300 mm alebo tvaru valca s priemerom do 120 mm a dĺžkou 300 mm.

Najdôležitejšou časťou vrtného standu z predmetného hľadiska je meracia časť, ktorá transformuje mechanické veličiny procesu vŕtania na úmerné elektrické signály a zaznamenáva ich zmeny v závislosti na čase. Otáčky sú nastaviteľné reguláciou elektrického pohonu v rozsahu 0 - 37 ot.s<sup>-1</sup>. Napájanie snímacích elementov, ako aj celej meracej a istiacej časti zariadenia, sa uskutočňuje vlastným zdrojom jednosmerného napätia.

Prítlak vrtného nástroja na horninu je snímaný dynamometrom, ktorý je umiestnený v hydraulickom valci.

### Monitorovanie a riadenie vrtného standu

V laboratórnych podmienkach nie je možné definitívne stanoviť optimálne parametre procesu vŕtania. Podmienky vŕtania sa dynamicky menia a pravdepodobnosť ich opakovania je malá. Vhodným riešením je monitorovanie a riadenie procesu vŕtania v reálnom čase s priamym napojením systému na vrtnú súpravu, v našom prípade na stand. Riadiaci systém získava aktuálne informácie o podmienkach vŕtania a na základe špeciálnych algoritmov koriguje niektoré z týchto vybraných parametrov. Snímanie stavu standu, zobrazovanie tohoto stavu a archiváciu dát zabezpečuje monitorovací podsystem, stabilizáciu prevádzkových parametrov na požadovanej hodnote rieši stabilizačný podsystem, založený na číslicovej regulácii. Na hornej úrovni systému je koncipovaný podsystem optimalizácie. Publikované poznatky potvrdzujú, že optimalizačná úroveň si vyžaduje adaptívne algoritmy [3].

Z hľadiska procesu vŕtania sú najdôležitejšími technologickými veličinami prítlak  $F$  [N], otáčky vŕtania  $n$  [ot/s<sup>-1</sup>], rýchlosť vŕtania  $v$  [m/s<sup>-1</sup>], dĺžka odvrtnutia  $l$  [m] a objemová hustota energie rozpojovania  $w$  [J.m<sup>-3</sup>].

Meranie rýchlosti vŕtania, resp. dĺžky odvrtnutia je riešené pomocou magnetostrikčného snímača polohy (dĺžky) BTL2-P/S50. Tento snímač po inicializácii impulzom vracia dva impulzy za sebou, s časovým posuvom medzi nimi, ktorý je úmerný snímanej polohe. Pre zmeranie tohoto časového posuvu je využitý programovateľný obvod PCT 8254 radu INTEL vo funkcii počítadla. Na jeho hradlovací vstup GATE je privedený impulz so šírkou, rovnajúcou sa časovému odstupu, vytvorený klopným obvodom typu D. Počítadlo je napájané vnútornými hodinami 2,6 MHz. Týmto spôsobom bola dosiahnutá presnosť snímania polohy približne  $\pm 0,2$  mm. Šírka inicializačného impulzu je 1 $\mu$ s, úroveň TTL. Rozdiel medzi počítačovým a konečným stavom počítadla je mierou dĺžky odvrtnutia.

Pre účely exaktnejšieho vyhodnocovania práce standu boli doplnené zariadenia na meranie pracovných charakteristík hnacieho agregátu, pretože tie sú citlivé na reálnu záťaž vrtného nástroja pri rozpojovaní horniny. Zabezpečujú snímanie prúdu a napätia kotvy, prúdu v budiacom vinutí a celkového elektrického príkonu. Zároveň je stand doplnený o možnosť bezkontaktného akustického vyhodnocovania procesu vŕtania. Táto akustická metóda je založená na číslicovom spracovaní signálu z mikrofónu, ktorý slúži na experimentálnu identifikáciu stavu procesu vŕtania.

Monitorovací podsystém je vyvinutý na báze štandardného IBM PC, doplneného o prídavnú vstupno/výstupnú kartu PCL 818L americkej firmy Advantech Co. Karta obsahuje 16xDI, 16xDO, 16xAI (12 bit), 2xAO (12 bit). Všetky digitálne signály sú úrovne TTL.

Špecifický prístup si pri riešení si vyžadovalo spracovanie akustického signálu mikrofónu, ktorý sa vyhodnocuje aj vo frekvenčnej oblasti. Ide hlavne o zabezpečenie dostatočne vysokej a stabilnej frekvencie vzorkovania, čo je predpokladom pre získanie jednotlivých zložiek jeho frekvenčného spektra. Tento proces vzorkovania musí byť zabezpečený súčasne s riadne fungujúcim monitorovaním ostatných veličín a riadením procesu ako celku. To všetko na jednom počítači. Z týchto dôvodov bola pre účel vzorkovania akustického signálu použitá metóda *direct memory access* (DMA), s využitím špeciálneho integrovaného obvodu Intel DMA 8237 [4].

### Využitie monitorovania vrtného standu

Internetové monitorovanie procesu vrtania umožní sledovanie priebehu charakteristických veličín súčasne na viacerých vzdialených pracoviskách. Predpokladom je pripojenie meracieho počítača s web serverom na internet, čo je dnes možné viacerými spôsobmi, dokonca aj v teréne. Využitie internetového monitorovania procesu vrtania predpokladáme v troch smeroch:

- Prvým smerom využitia internetového monitorovania v reálnom čase je zostavenie klientskej aplikácie pre vhodnú vizualizáciu priebehu procesu vrtania. Monitorovanou veličinou môže byť rýchlosť vrtania a dĺžka odvrtu. Je potrebné zostaviť grafickú schému monitorovaného procesu a v závislosti na aktuálnej hodnote monitorovanej veličiny meniť rozmer alebo farbu niektorého grafického objektu.
- Druhým smerom je vykresľovanie priebehu monitorovaných veličín vo forme grafu v reálnom čase. Nezávisle premennou je čas, závisle premennou je jedna alebo viac monitorovaných veličín. Pri zobrazovaní sa po dosiahnutí konca grafu priebeh začne kresliť od začiatku. Starý priebeh sa pritom v malom predstihu maže. Celkový čas monitorovania je indikovaný v ľavej časti grafu. Priebeh nezávisle premennej je rovnaký pre všetky monitorované veličiny. Pre realizáciu monitorovania je potrebné upraviť aplikáciu zberu meraných údajov pre spoluprácu so systémom monitorovania a riadenia standu, stanoviť monitorované veličiny a periódu vzorkovania. Parametre monitorovaných priebehov sú automaticky určované na základe minimálnych a maximálnych hodnôt.
- Tretím smerom využitia internetového monitorovania je štúdium nameraných priebehov off-line. Tu predpokladáme využitie vo vedecko – výskumnej a predovšetkým v pedagogickej oblasti, najmä pre oblasť spracovania signálov, identifikáciu procesov, určovanie parametrov ich regulácie a riadenia, riešenie problémov optimalizácie, úlohy vizualizácie a podobne.

### Záver

Vysoká spoľahlivosť monitorovacieho a riadiaceho systému experimentálneho vrtného standu je základným predpokladom činnosti systému internetového monitorovania. Jeho funkčnosť je overená na laboratórnych objektoch našej katedry [2]. Aplikácia monitorovania s využitím internetových technológií na tento reálny vrtný stand rozširuje podmienky, a možnosti vzdialeného sledovania a tým aj možnosť operatívneho riadenia procesu vrtania. Na druhej strane prináša rad nových úloh a problémov na riešenie, ako je napríklad stanovenie prijateľnej hodnoty periódy vzorkovania dátového servera, problém vhodného prepojenia aplikácie zberu a existujúceho monitorovacieho a riadiaceho systému a v neposlednom rade riešenie úlohy vizualizácie procesu pre podmienky vrtného standu.

### Literatúra - References

- [1] Horovčák, P. 2000 : The possibilities of internet utilization for process monitoring. *Zborník prednášok konferencie Systémová integrácia 2000, MASM Žilina 2000, ISBN 80-85348-47-0, str. 135 – 142*
- [2] Horovčák, P., Baluch, D.: Stanovenie parametrov prenosu dát pri www monitorovaní. *Enviraautom 1/2001 Zborník vedeckých prác environmentalistiky a riadenia procesov, ISBN 80-7099-778-8, EAN: 9788070997789, str. 46 – 53, 2001*
- [3] Petráš, I.-Dorčák, E.-Košťál, I.: Control quality enhancement by fractional order controllers, *Acta Montanistica Slovaca, 2/1998, str.143-148*
- [4] Leššo, I., Baluch, D., Horovčák, P., Futó, J., Budiš, J.: Monitoring system of drilling stand for control. *In Control of Process of Raw Material's Reclaiming and Treatment, The 9th International Mining Conference, F BERG Košice, september 1997, pp. 91-96, ISBN 80-88896-08-8,1997.*

Poznámka: Príspevok bol riešený v rámci projektu KEGA 3/108903.