

Jozef NAGY*

Monitorovanie a riadenie technologických objektov pomocou ekonomicky výhodných GSM riešení

V roku 1999 vznikla myšlienka využitia verejnej GSM siete na prenos údajov z plynárenských technologických objektov (PTO) pre divíziu distribúcie SPP, a. s., ktorá sa začala realizovať v rámci úlohy technického rozvoja (UTR) v bývalom odštepnom závode Nové Mesto nad Váhom. Riešiteľskou firmou pre celú UTR bola firma Soft & Control Technology, s. r. o., Košice (SCT, s.r.o.). Pri zrode úlohy bolo potrebné zdefinovať, čo všetko je potrebné zrealizovať a overiť v rámci úlohy tak, aby bolo možné využiť verejnú dátovú sieť na prenos údajov z plynárenských technologických objektov. Z väčšiny PTO je zabezpečovaný prenos údajov privátnou rádiovou sieťou RDS. Pre objekty menšej dôležitosti, v ktorých nie je potrebné on-line riadenie, postačuje za určitých okolností na prenos informácií v štandardných prípadoch niekoľkokrát denne, využiť aj verejnú GSM sieť. Cieľom nebolo zrealizovať štandardný spôsob dátového prenosu, ale vytvoriť GSM SIM programy, ktoré by boli ekonomicky a technicky výhodné pre SPP a v spolupráci s prevádzkovateľmi GSM sietí na Slovensku ich overiť na vybranej vzorke staníc. Výsledkom mali byť riešenia, ktoré by zabezpečili pre SPP z prevádzkového hľadiska ekonomicky porovnateľný systém s vlastnou rádiovou sieťou a pritom investičné náklady by mali byť oveľa nižšie. Vývoj a

overovanie GSM riešení trvalo približne dva roky a k dnešnému dňu je k dispozícii ekonomicky výhodný systém zabezpečujúci monitorovanie a riadenie PTO s využitím verejnej GSM siete a možnosťou prenosu informácií až po fakturačné systémy.

Základné časti riešenia

Z hľadiska celkového priebehu riešenia možno rozdeliť úlohu do štyroch základných častí:

- vývoj komunikačného serveru, ktorý bude zabezpečovať zber údajov a celé riadenie GSM komunikácie so zabezpečením vstupu údajov z technológie až po ich prenos do už existujúcich nadradených systémov (SCADA, GMS, AS400 a pod.),
- výber vhodnej a ekonomicky výhodnej RTU a vývoj programového vybavenia, ktoré zabezpečí zber a prenos údajov pomocou GSM siete z rôznych druhov PTO (RS, VO, SKAO a iných),
- definícia GSM programov a ich dlhodobé overenie v spolupráci s prevádzkovateľmi sietí na Slovensku (využíva sa klasický GSM prenos dát - tzv. CSD prenos, nie GPRS),
- overenie celého riešenia na vybranej vzorke staníc.

Požiadavky na GSM prenos

Základné požiadavky, ktoré boli definované

na GSM prenos:

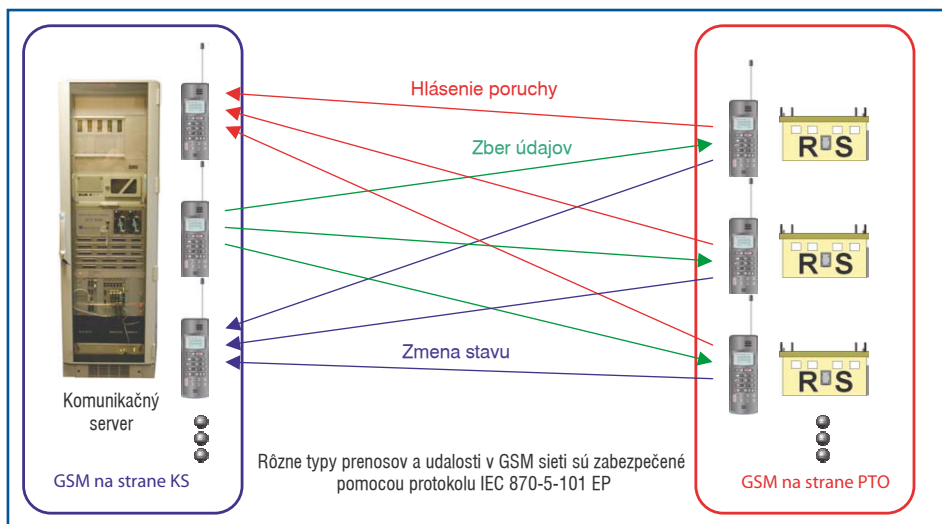
- nízka cena za prenesené údaje,
- informácia o fungovaní prenosovej GSM trasy a jej pravidelné monitorovanie,
- informácia o výpadku prenosovej trasy zo strany prevádzkovateľa GSM siete,
- technické parametre zabezpečujúce čo najkvalitnejší a najrýchlejší prenos údajov.

Na realizáciu uvedených požiadaviek bolo z hľadiska komunikácie zadaných niekoľko typov GSM modemov, t. j. GSM spojení, z ktorých každé zabezpečuje určitú časť funkcií a spoločne tvoria jeden celok pracujúci paralelne. Napríklad jeden GSM modem slúži na hlásenie o poruchách a havarijných stavoch na stanici (prijíma hlásenia z PTO), druhý modem zabezpečuje pravidelný zber údajov, tretí zabezpečuje pravidelnú kontrolu spojenia a podobne. Celkovo ich môže byť použitých v jednej skupine až sedem základných typov. Počet sa líši podľa požiadaviek užívateľa, ako aj podľa druhu technologického objektu. Iný počet je na zber údajov od veľkoodberateľov plynu a iný na monitorovanie regulačných staníc. Celú GSM komunikáciu na hornej úrovni zabezpečuje na tento účel vytvorený komunikačný server. Princípálna možnosť využitia viacerých GSM modemov na strane komunikačného serveru je uvedená na obr. 1.

Komunikačný server

S cieľom zabezpečiť GSM komunikáciu a prenos údajov do nadradených systémov bol vyvinutý komunikačný server, ktorý plní tieto najdôležitejšie funkcie:

- tvorí komunikačný interface medzi technológiou a systémom SCADA a udržiava aktuálny obraz technológie pre nadradené systémy (v prípade RDS prenosu údajov),
- zabezpečuje komunikáciu v GSM sieti a prenos údajov z PTO do nadradených systémov,
- zabezpečuje „spontánny prenos“ údajov v RDS sieti SPP a odľahčuje tak podstatne komunikáciu v celej RDS sieti,



Obr. 1 Náčrt princípu funkčnosti a využitia rôznych typov GSM programov a skupín modemov pre GSM prenos dát



Obr. 2 Komunikačný server SCT (zostava SCT3530 aj so systémom FEP)

- zabezpečuje prenos údajov do systému MaIS (Leonardo),
- zabezpečuje prenos údajov (preklad protokolu) do systému SCADA TG8000 (preklad protokolu IEC870-5-101 PCMBA implementovaného na RTU a systéme SCADA TG8020 na protokol IEC870-5-104 implementovaného v systéme SCADA TG8000),
- zabezpečuje paralelný chod systémov SCADA TG8020 a TG8000,
- tvorí kontrolný a diagnostický nástroj nad prevádzkou GSM siete pri prenose údajov z PTO.

Po skončení vývoja komunikačných serverov boli v rokoch 2002 až 2003 inštalované na všetkých OZ divízie distribúcie SPP a SPD SPP. Foto jedného z realizovaných komunikačných serverov je na **obr. 2**.

RTU na zabezpečenie GSM prenosu

Aby bolo možné zabezpečiť GSM prenos údajov aj na strane technologických objektov DD SPP, vybral a upravil riešiteľ úlohy (SCT, s.r.o.) vlastný typ RTU, ktorá spĺňa všetky základné technické požiadavky na monitorovanie PTO v SPP, a v rámci UTR vyvinul na tento účel špeciálne programové vybavenie, ktoré zabezpečuje monitorovanie, resp. riadenie, vybraných typov technologických objektov:

- monitorovanie regulačných staníc (RS),

- monitorovanie veľkoodberateľov plynu (VO),

- monitorovanie a riadenie staníc SKAO, EPD, B.O.D. a pod.

RTU má označenie SCT3030 (UKI-3) a disponuje nasledujúcimi rozhraniami:

- RS232 pre GSM/GPRS modem,
- riadený napájací výstup pre GSM modem,
- 2 x RS232 s galvanickým oddelením na prepočítavače plynu s elektronickým odpináčom pre Notebook (možnosť ručného vyčítania dát z prepočítavača),
- RS485 pre snímače a svorkovnice (inteligentné snímače tlaku, teploty, vstupu do objektu a podobne),
- RS232 pre servis a iné zariadenia s rozhraním RS232,
- 8 x galvanicky oddelený digitálny vstup,
- 8 x galvanicky oddelený digitálny výstup,
- 2 x digitálny vstup pre vyhodnotenie stavu zdroja.

Rozhrania sú prístupné prostredníctvom svorkovnice, ktorá nie je fyzicky súčasťou SCT3030 a je dostupná prostredníctvom prepojovacieho kábla. Svorkovnicu je možné v prípade potreby rozšíriť o nasledujúce parametre:

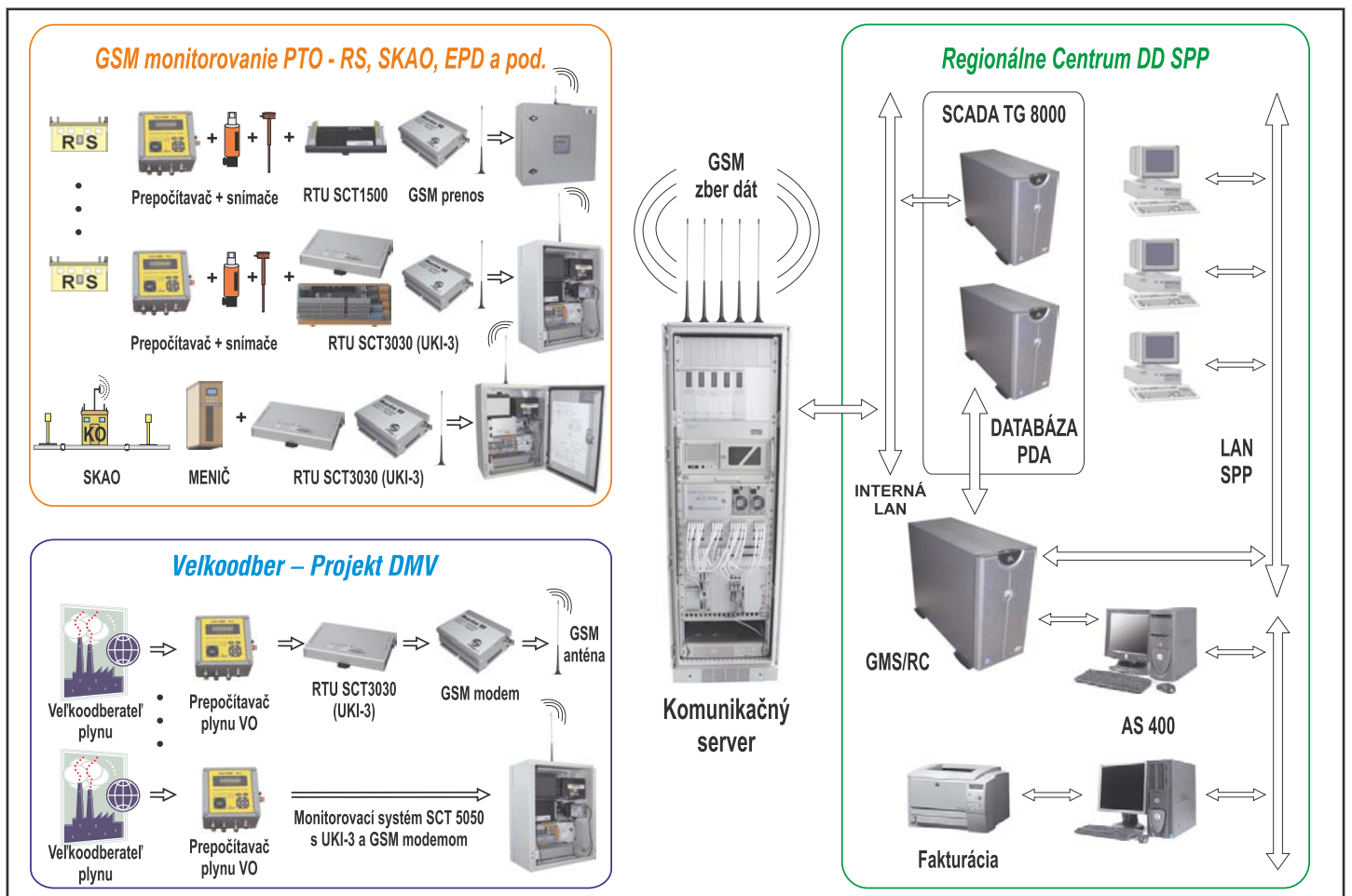
- 8 x analógový vstup prúd 0 až 20 mA alebo napätie ± 100 mV až ± 100 V s automatickým prepínaním rozsahov a galvanickým oddelením,
- 8 x digitálny vstup,



Obr. 3 Monitorovací počítač RTU - SCT3030 (UKI-3)

- programovateľný digitálny výstup (taktovač),
- mikroprocesor na jednoduché predspracovanie údajov,
- zvuková indikácia chýb.

Architektúra pamäťového systému SCT3030 umožňuje zmenu programového vybavenia bez zásahu do hardvéru. Zmenu je možné vykonať cez niektoré sériové rozhranie alebo diaľkovo prostredníctvom GSM modemu. Súčasťou SCT3030 je aj WATCHDOG a RTC (reálny čas) a časovač so zálohovaním. K systému je možné pripojiť aj GPS modul na zabezpečenie presnej časovej synchronizácie. Celá RTU je vo vyhotovení „industrial“, t. j. pracuje v teplotných podmienkach od -20°C do $+60^{\circ}\text{C}$. Foto RTU s



Obr. 4 Prenosová trasa pre GSM monitorovanie a riadenie objektov PTO v DD SPP

pohľadom dovnútra je uvedené na obr. 3.

Z hľadiska programového vybavenia zabezpečuje RTU monitorovanie, resp. riadenie nasledujúcich typov plynárenských objektov:

- monitorovanie regulačných staníc s možnosťou pripojenia snímačov s prúdovým vstupom 4 až 20 mA alebo inteligentnými snímačmi s výstupom RS485 a protokolom MODBUS vrátane dvoch prepočítavačov plynu a odorizačného zariadenia,
- monitorovanie veľkoodberateľov plynu so sledovaním až štyroch prepočítavačov a s možnosťou doplniť aj snímače,
- monitorovanie a riadenie staníc SKAO (ovládanie meničov prúdu firmy NES), monitorovanie EPD, monitorovanie bezpečných odpojovačov drenáže (B.O.D.) a pod.

GSM programy na prenos údajov z PTO v DD SPP

Po overení GSM programov v rámci skúšobnej prevádzky, ktorá trvala približne jeden rok, bol vybraný prevádzkovateľ GSM siete - firma EuroTel, a. s., Bratislava, s ktorou podpísal SPP rámcovú zmluvu, na základe ktorej môže tieto nové programy využívať na prenos údajov z plynárenských technologických objektov.

Principiálne boli vytvorené dva GSM SIM programy (pre CSD prenos dát), a to program typu „STANICA“ a program typu „SERVER“. Programy sú poskytované aj so službami monitorovania výpadkov BTS a ďalšími službami potrebnými na dátovú prevádzku v DD SPP.

Overenie riešenia GSM komunikácie v rámci DD SPP

Na realizáciu vývoja jednotlivých častí úlohy, ako aj testovanie a overovanie riešení boli postupne nasadzované nové výstupy UTR v rámci bývalých OZ, a to v SPP OZ Nové Mesto nad Váhom, SPP OZ Bratislava,

CPKO OZ Košice a SPD SPP.

K dnešnému dňu je už v prevádzke 250 objektov PTO (RS, VO a SKAO), ktorých funkčnosť je priebežne sledovaná a vyhodnocovaná.

Celé riešenie bolo zaintegrované do SCADA a IT štruktúr SPP v divízii distribúcie a zabezpečuje zber údajov a ich prenos cez systém SCADA až do systému AS400 na fakturáciu.

Princíp celej prenosovej trasy je znázornený na obr. 4.

Okrem vyriešenia GSM prenosu dát pomocou štandardných dátových - CSD riešení, bol overený v rámci UTR aj spôsob GPRS prenosu dát a vybrané stanice pracujú dlhodobo aj v testovacej GPRS prevádzke.

Záver

Na monitorovanie objektov, v ktorých nie je nutné stále spojenie a stačí prenášať informáciu iba v prípade potreby, je postačujúce použiť GSM prenos údajov a riešenia vyvinuté v rámci tejto predmetnej UTR.

Pre tieto objekty nižšej dôležitosti je to veľmi vhodné a ekonomicky rýchlo návratné riešenie (návratnosť investícií je zhruba do dvoch rokov). Z hľadiska prevádzkových nákladov je výsledok celého riešenia taktiež dobrý a náklady za poplatky sú porovnateľné s nákladmi pre privátnu sieť (celkové náklady na stanicu a rok sú závislé od počtu prenosov a pohybujú sa v rozmedzí 300 Sk až 1 500 Sk, podľa druhu PTO a počtu prenosov za deň).

Lektor: Ing. Rastislav Prelec, vedúci oddelenia technologických riadiacich systémov, divízia distribúcie, SPP, a. s.

Peter Kijašev, vedúci oddelenia telemetrie, divízia tranzitu, SPP, a. s.

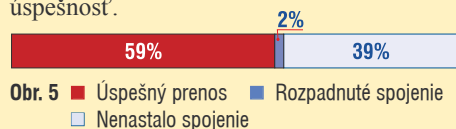
*Ing. Jozef Nagy, riaditeľ, Soft & Control Technology, s. r. o., Košice
nagy@sct.sk

Použité skratky	
AS400	počítačový systém IBM zabezpečujúci fakturáciu v DD SPP
B.O.D.	bezpečný odpojovač drenáže
BTS	Base Transceiver Station - základňová stanica je zariadenie, ktoré slúži na plošné pokrytie určitého územia signálom verejnej mobilnej telekomunikačnej GSM siete
CPKO	Centrum protikorózneho ochrany SPP (Košice)
CSD	Circuit Switched Data - štandardný GSM prenos dát
DD	divízia distribúcie
EPD	elektrická polarizovaná drenáž
GMS	Gas Management System
GSM	Global System for Mobile Communication - je to digitálny bunkový rádiový systém pracujúci vo frekvenčnom pásme 900 MHz, resp. 1800 MHz
GPRS	paketový prenos dát v GSM sieti
GPS	satelitný systém na zisťovanie polohy
IT	informačné technológie
MaIS	marketingový informačný systém (obchodný názov Leonardo)
MOD-BUS	štandardný komunikačný protokol určený na riadenie a monitorovanie zariadení
OZ	odštepny závod
PDA	procesný dátový archív
PKO	protikorózna ochrana
PTO	plynárenský technologický objekt
RC	regionálne centrum
RDS	rádiová dátová sieť (pre SCADA)
RS	regulačná stanica
RTC	obvod na vytváranie reálneho času - dátumu aj času
RTU	Remote Terminal Unit (technologický počítač)
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition
SIM	Subscriber Identification Modul - karta zabezpečujúca prenos v GSM sieti
SKAO	stanica katódovej ochrany
SPD	Slovenský plynárenský dispečing
spon-tánný prenos	prenos vyvolaný zariadením pri zistení chyby alebo požiadavky na prenos údajov z technológie
SPP	Slovenský plynárenský priemysel
TG8000	nový SCADA systém zavádzaný v DD SPP
TG8020	existujúci (starý) SCADA systém v DD SPP
UTR	úloha technického rozvoja
VO	veľkoodberateľ zemného plynu
WATCH-DOG	obvod na stráženie funkčnosti priemyselných systémov

Výber zo štatistických informácií

Na záver niekoľko zaujímavých informácií získaných z prevádzky 50 staníc s GSM prenosom v regióne Bratislava. Upozorňujeme, že ide o štatistické informácie za vybrané časové obdobie jeden mesiac a nemožno to považovať za pravidlo ani za celkové hodnotenie GSM siete.

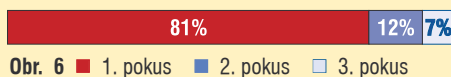
Graf na obr. 5 ukazuje štatistiku všetkých pokusov o spojenie so stanicami na strane komunikačného serveru v reálnej prevádzke pri započatej GSM sieti a ich výslednú úspešnosť.



Obr. 5 ■ Úspešný prenos ■ Rozpadnuté spojenie
□ Nenastalo spojenie
Čím je vyššia záťaž v GSM sieti (silná prevádzka), tým vzniká viac problémov

pri nadväzovaní spojenia, a teda aj percento (39%), že nenastane spojenie je väčšie (obladené, preťažená sieť a iné).

V prípade, keď už je spojenie na dátový prenos vytvorené, neznamená to, že dáta budú prenesené bez chýb, prípadne že nedôjde k rozpadu samotného GSM spojenia. Keď sa pozrieme na všetky prenosy, pri ktorých sa nám podarilo vytvoriť spojenie (teda časť 59% + 2%), môžeme štatisticky ukázať (pozri graf na obr. 6), že väčšina prenosov sa zrealizuje na prvý pokus, menej na druhý pokus a iba časť na tretí pokus. V prípade neúspešnosti prenosu dát na tretí pokus sa celý prenos opakuje.



Obr. 6 ■ 1. pokus ■ 2. pokus ■ 3. pokus

A ešte niekoľko zaujímavostí

• Prenos informácie o havarijnom stave zo stanice sa do systému SCADA TG8000 dostane v priemere za 1 až 5 minút v závislosti od počtu súčasne alarmujúcich staníc a od momentálneho stavu GSM siete.

• Priemerný čas prenosu základných informácií zo stanice trvá v rozsahu 30 až 40 sekúnd pri použití štandardného protokolu podľa normy IEC870-5-101 (verzia implementovaná pre GSM).

• Cena za jeden takýto prenos dát v súčasne používaných programoch pre DD SPP je v rozmedzí 80 halierov až 1,10 Sk.

• Cena za 100 bytov prenesených dát, ktoré sú vzájomne potvrdzované na obidvoch prenosových stranách v rámci protokolu IEC, je približne 10 halierov.