

Ing. Vladimír K r á l , VÚHU

Rádiový telemetrický systém Tesla RADOM v SHD

1.0. Úvod

Významnou oblastí elektronizace provozů v SHD je aplikace přenosových systémů. K přenosu povelů, informací a dat se užívá převážně systémů ve spojení s metalickým vedením např. malodrát, DIAMO, mikrosips, alsthon apod.

Dlouholetý problém, jak zabezpečit sběr informací z míst, která se nacházejí mimo dosah metalických vedení, tj. rýpadel, zakladačů, lokomotiv, přesuvných rozvodů apod., byl po některých neúspěšných pokusech v 60. letech, vyřešen aplikací rádiové telemetrické soupravy Tesla RADOM, vyvíjené v Tesle Pardubice od roku 1961.

Tento bezdrátový přenosový systém byl původně řešen jako dispečerská telemetrická souprava pro použití u dispečerských sítí ve vodárenství. Vzhledem k výraznému tlaku pracovníků Dolu Jan Šverma na zajištění přenosu informací z míst, kde zřízení linkového vedení by bylo neekonomické anebo obtížně proveditelné, však došlo k prvnímu provoznímu nasazení právě vyvíjeného systému RADOM v SHD. Systém byl zprovozněn v roce 1965.

Od té doby bylo v provozech povrchových dolů a úpraven uhlí postupně v SHD nasazeno celkem 10 autonomních sítí systému RADOM. Jsou použity pro dálkové ovládání elektrických lokomotiv, pro přenos informací a ovládání elektrických rozvodů a v neposlední řadě jako součást informačního systému technologických celků.

2.0. Rádiový telemetrický systém Tesla RADOM

Tesla RADOM umožňuje tři druhy použití:

- dispečerská telemetrická souprava
- telemetrický směr pro přenos informací
- retranslaci

Všechny uvedené možnosti jsou využity v SHD.

2.1. Dispečerská telemetrická souprava

Sestává z ústřední stanice a libovolného počtu podřízených stanic (nedoporučuje se víc než 20 podřízených stanic) /1/.

Umožňuje fonický přenos, který je však využíván minimálně a přenos telemetrický. Provoz telemetrie lze ovládat ručně, z tabla, programem a z počítače.

Ústřední stanice RADOM je složena z řídicí jednotky, paměťového bloku (sestavá z dekodéru, binární a analogové paměti a jednotky pro automatické ovládání) a rádiového bloku (vysílač, přijímač, zdroj).

Podřízená stanice RADOM je tvořena rádiovým blokem a blokem logických obvodů.

Celá síť je řízena ústřední stanicí /2/. Řídicí instrukce má 9 bitů, tj. $2^9 = 512$ instrukcí. Pro provozy lze využít 511 instrukcí, z toho:

- 127 instrukcí jako dotaz na 8 signálů
- 128 instrukcí jako dotaz na dvouciferné číslo
- 128 instrukcí jako dotaz na šesticiferné číslo
- 128 instrukcí jako povel.

Odpověď podřízené stanice má délku 8 bitů nebo 2 dekadické číslice. Odpověď může být až 3krát za sebou, takže lze umístit až 6 dekadických čísel (3×8 bitů).

S ohledem na možnost rušení rádiového přenosu se u RADOMu zajišťuje každé slovo (instrukce i odpověď) opakováním. Na 2. straně se vyhodnotí zda obě hlášení byla shodná.

Každému bitu je v RADOMu přidělen 1 tón (kmítočet), přičemž jsou vysílány jen bity s hodnotou 1. Pro přenos řady tónů v duplexním provozu je využito pásmo 300 MHz s duplexním odstupem 36 MHz. Výkon vysílačů činí 1 W, citlivost přijímače 0,5 V, dosah je dle členitosti terénu 2 až 30 km, v příznivých podmínkách i přes 50 km. Jmenovitý dosah je udáván 20 km.

Řídicí stanice má vysílací kmítočet o 8 MHz vyšší než podřízená stanice.

2.2. Telemetrický směr pro přenos informací

Je určen pro přenos informací mezi dvěma objekty /3/. Může přenášet binární signály a hodnoty plynule se měnících veličin a to pouze jedním směrem. Přenos probíhá trvale.

Pro přenos jsou použita dvě devítibitová slova, která se v nepřetržitém sledu střídají. Osm bitů každého slova je určeno pro přenos informace v binárním tvaru, devátým bitem jsou slova rozlišena. Analogové hodnoty se pro přenos převádějí vestavěnými převodníky na binární tvar (BCD kód).

Telemetrický směr pro přenos informací sestává z vysílacího bloku (vysílač 1 W, logika pro vysílač, zdroj) a přijímacího bloku (přijímač, logika, zdroj).

Vysílací i přijímací blok se vyrábí v různých provedeních, odlišných zejména deskami v jednotce logických obvodů.

Vysílací blok je dodáván v pěti provedeních:

1. Pro přenos 16 signálů "ano - ne"
2. Pro přenos 2 analogových hodnot z napěťových čidel 0 až 10 V
3. Pro přenos 8 binárních signálů a 1 analogové hodnoty z odporového čidla 100 Ω
4. Pro přenos 2 analogových hodnot z odporových čidel 100
5. Pro přenos 8 binárních signálů a 1 analogové hodnoty z napěťového čidla 0 až 10 V

Přijímací blok je dodáván ve třech provedeních:

1. Pro příjem 16 signálů "ano - ne"
2. Pro příjem 2 analogových hodnot s výstupy 0 až 10 V
3. Pro příjem 8 signálů "ano - ne" s výstupy pro relé a 1 analogové s výstupem 0 až 10 V.

2.3. Retranslační stanice

Sestává ze dvou rádiových bloků, z bloku retranslace a příslušenství /4/.

Jeden rádiový blok obstarává spojení mezi retranslační stanicí a ústřední stanicí, druhý mezi retranslační stanicí a skupinou podřízených stanic, pracujících přes retranslaci. Blok retranslace obsahuje logické obvody, které podle přenášených informací klíčují vysílač rádiobloku, určeného pro spojení s ústřední stanicí. Tento vysílač smí být zaklíčován pouze v době, kdy některá podřízená stanice, pracující přes retranslaci, vysílá informace pro ústřední stanici. Jinak by rušil ústřední stanici při příjmu informací od stanic, které s ní pracují přímo bez retranslace.

V případě, že některá podřízená stanice, pracující přes retranslaci, vysílá signál poruchy (dlouhý tón 2 820 Hz), dojde k zaklíčování vysílače a tón je vysílán dále do ústřední stanice.

Stejně je tomu v případě, že podřízená stanice vysílá výzvu, tj. dlouhý tón 1 950 Hz.

Při fonickém provozu dojde k zaklíčování vysílače při vysílání výzvy z některé podřízené stanice, pracující přes retranslaci a během hovoru je udržování pilotními impulsy 3 140 Hz, vysílanými ústřední stanicí.

Pokud retranslační stanice přenáší plný počet instrukcí použitý v dané síti, to znamená, že přes retranslační stanici pracují všechny podřízené stanice, může být vysílač trvale zaklíčován a proto blok retranslace v retranslační stanici není.

3.0. Aplikace systému RADOM v SHD

V současné době je v SHD 10 nezávislých sítí systému RADOM. Na k. p. DVIL jsou 4 sítě, na k. p. DLM 3 sítě a na k. p. DJF, PKAZ a DNT je instalováno po jedné síti RADOMu.

3.1. RADOM na k. p. DVIL

Na DJŠ je aplikována dispečerská telemetrická souprava pro informační systém kolejové dopravy (ISKD). Ústřední stanice je řízena počítačem JPR 12, výstup je veden na tablo Prago-tron. Síť má 16 podřízených stanic umístěných na kolesových rýpadlech /10/, zakladačích /5/ a stanovišti technologického celku. Síť pracuje již od roku 1965 (první v SHD i v ČSSR). Byla realizována pracovníky Tesly Pardubice. Počáteční technické i provozní problémy, vyplývající z prvního nasazení systému do provozu byly postupně eliminovány. V současné době pracuje síť s minimálními poruchami. V případě jejich vzniku zasahuje centralizovaná údržba k. p. DVIL (PME Vrbenský).

Na VČSA je aplikována dispečerská telemetrická souprava pro informační systém technologických celků (ISTC). Ústřední stanice je řízena počítačem JPR 12-R, výstup je veden na mozaikové tablo. Síť obsahuje 16 podřízených stanic umístěných na rýpadlech /7/, zakladačích /3/, sběru kvality uhlí v HMGD /4/, ve štole Jezerka /1/ a na SVAPU skrývky /1/. Síť je provozována od roku 1986. Byla provedena pracovníky k. p. DVIL (PME Vrbenský). Po počátečních problémech, zejména s rušením z jiných rádiových sítí, včetně sítí RADOM mimo SHD (např. Povodí Ohře Chomutov) je provoz sítě dostatečně spolehlivý.

Na HMGD Komořany je použit telemetrický směr pro přenos informací, sloužící k automatickému posunu elektrických lokomotiv. Síť je sestavena z vysílacího bloku a 25 přijímacích bloků. Montáž byla provedena pracovníky k. p. DVIL (PME Vrbenský) v roce 1986. Provoz se velmi osvědčil, zařízení je spolehlivé.

Na ÚUK (úpravna uhlí - závod generála Ludvíka Svobody Komořany) je rovněž aplikován telemetrický směr pro přenos informací pro řízení posunu elektrických lokomotiv. Síť, složená z vysílacího bloku a zatím 10 přijímacích bloků, byla uvedena do provozu v roce 1989 opět pracovníky PME Vrbenský. S dodávkou nových lokomotiv se počet přijímacích bloků bude postupně zvyšovat. Montáž byla komplikována nedostatkem krystalů pro vysokofrekvenční část z Tesly Hradec Králové.

Údržbu vf části i logiky u všech sítí RADOM na k. p. DVIL provádí PME Vrbenský. Vyjma potíží s některými náhradními díly (krystaly, výkonové tranzistory) nevykazuje údržba problémové oblasti.

3.2. RADOM na k. p. DJF

Na VMG je aplikována dispečerská telemetrická souprava pro informační systém technologických celků.

Ústřední stanice je řízena počítačem JPR 12, výstup je veden na displej. Zatím je nasazeno 14 podřízených stanic, přitom na skrývce (VMG 1) a na uhlí (VMG 2) je nasazeno po 7 stanicích na jednotlivá kolesová rýpadla.

Síť byla namontována v roce 1984, trvale zprovozněna v roce 1985. Montáž prováděla Tesla Pardubice. Všechny podřízené stanice shodně vysílají analogový signál (proud kolese) a jedno 8 bitové slovo (zatím využito pro zadání kódu těžené zeminy a dosažení plné rychlosti předního pásu, předpokládá se rovněž využití na hledání železa na páse).

Údržbu a opravy zajišťuje pro logickou část v některých případech i pro vf část, skupina slaboproudu závodu dílen a energetiky (VMG 4). Při vyšších mrazech se projevují častější poruchy logiky. Občas dojde k zaklíčování některé podřízené radiostanice. Za celou dobu provozu došlo pouze asi k pěti poruchám vf části většího rázu (oprava u výrobce, tj. v Tesla Pardubice).

3.3. RADOM na k. p. PKAZ

Na Lomu Chabařovice je instalována dispečerská telemetrická souprava pro ISTC. Ústřední stanice je řízena počítačem JPR 12 R s výstupem na terminál a tiskárnu. Síť má 3 podřízené stanice na rýpadlech na uhlí. Montáž sítě prováděla v roce 1986 Tesla Pardubice.

Shodně je ze všech tří podřízených stanic vysílán signál chodu rýpadla, tj. logický součin chodu kola (hlavní stykač pohonu kola) a chodu vynášecího pásu (stykač pohonu pásu). Předpokládá se, že bude zadávána kvalita uhlí.

Údržbu logické části RADOM včetně počítače JPR 12 R a návazné sítě mikrosips zajišťuje skupina údržby výpočetní techniky, která je součástí slaboproudé údržby Lomu Chabařovice. Dosud byly 2 poruchy na vf části, které byly odstraněny v Tesle Pardubice. Větší problémy byly zatím na zdroji, ostatní části systému RADOM vykazují dobrou spolehlivost.

3.4. RADOM na k. p. DNT

Na závodě Uhelných lomů Merkur a Libouš je aplikována dispečerská telemetrická souprava pro ISTC. Ústřední stanici řídí počítač JPR 12, výstup je na monitor. Síť má 10 podřízených stanic, z nichž je 5 na rýpadlech Lomu Libouš, 3 na rýpadlech Lomu Merkur, po jedné na dispečinku lomů Merkur a Libouš. Síť je v provozu od roku 1988. Byla realizována pracovníky Tesly Pardubice a pracovníky elektronické údržby ZUL. Podřízené stanice, umístěné na rýpadlech, vysílají jednak signál o provozu rýpadla (logický součin pomocných relé pro spínání pohonu otoče a kola) a údaj o kvalitě uhlí (zadávaný ručně podle pasportů). Perspektivně bude zadáváno automaticky pomocí popeloměrů. Předpokládá se rovněž využití fónie ke komunikaci kvalitového dispečinku s obsluhou rýpadel. Pro ISTC se kromě údaje provozu

rýpadla a kvality uhlí vysílá údaj o druhu těžené hmoty (uhlí-zemina) a druhu poruchy.

Údržbu a opravy zajišťují pracovníci elektronické údržby ZUL a pracovníci reléové služby ZOTP. Ačkoliv s ožiováním jednotek a uváděním zařízení do provozu byly v některých případech větší potíže, vlastní provoz systému je celkem spolehlivý.

3.5. RADOM na k. p. DLM

Na rozvodně 35 kV v Kopistech a na rozvodně 110 kV a 35 kV v Líšnici je aplikováno po jedné dispečerské telemetrické soupravě pro řízení provozu rozvodny. V rozvodně Kopisty je instalována ústřední stanice a 16 podřízených stanic v rozvodně Líšnice ústřední stanice a 14 podřízených stanic. Podřízené stanice jsou namontovány v nemobilních trafostanicích typu TSN. Obě sítě slouží ke:

- kontrole programových stavů (hlášení stavu "zapnuto - vypnuto" u vypínačů poruchové signalizace, stav Buchholtzova relé, teplova, odpojovače, nadproudové ochrany, zemní spojení atd.)
- analogové údaje (proudy jednotlivých vývodů, napětí 6 kV, napětí 35 kV, proud 35 kV)
- povely (ovládání vývodů 6 kV)
- fónie (spojení dispečinku s obsluhou a údržbou).

Obě sítě byly instalovány v roce 1983. Síť RADOM v rozvodně Kopisty je pro řízení TSN využívána od roku 1985, v rozvodně Líšnice pak od roku 1988. Údržba a opravy jsou prováděny pracovníkem slaboproudé údržby dané rozvodny. Kladné jsou zkušenosti s provozem sítě v Kopistech, velké problémy byly při zajištění provozu sítě v rozvodně Líšnice.

Pro ISTC k. p. DLM je použita dispečerská telemetrická souprava a retranslační stanice. Ústřední stanice, umístěná ve výpočetním středisku na k. p. DLM, komunikuje přímo se šesti pod-

řízenými stanicemi, instalovanými na rýpadlech Lomu Most a přes retranslaci s pěti podřízenými stanicemi zabudovanými na rýpadlech lokality Šmeral. Ústřední stanice je řízena počítačem SM 50/40, výstup je na displej. Síť byla uvedena do provozu pracovníky Tesla Pardubice v roce 1988. Během ožiování projevovaly nespolehlivost nabíječe s akumulátory. Tyto byly postupně nahrazeny zdroji stabilizovaného napětí 12 V.

Přenášené informace jsou binární a analogové. Jsou sledovány:

- okamžité zatížení motoru kola
- chod předního pásového dopravníku
- kód těžené zeminy.

Spoolehlivost sítě RADOM není dosud uspokojivá. Údržbu a opravy provádějí pracovníci výpočetního střediska při ORSŘ k. p. DLM.

4.0. Další aplikace RADOM v SHD

V rámci úkolu RVT "Ekonomika a sledování elektroenergetického hospodářství SHD", řešeného ve VÚPEK Praha, se rovněž předpokládá využití dispečerské telemetrické soupravy RADOM.

Ve všech elektrických stanicích (rozvodny, TSN), v nichž dochází k předávání elektrické energie mezi SČE a SHD nebo mezi jednotlivými podniky SHD jsou, případně budou instalovány měniče činného a jalového výkonu, dále elektroměry pro určování zatížení vedení a opakovací relé pro snímání stavů jednotlivých vedení. Získané informace budou zaváděny do logických bloků podřízených stanic systému RADOM. Odtud budou data podle programu předávána do centrální řídicí stanice RADOM. Stavové informace budou zobrazovány na mozaikovém tablu a obrazovkovém displeji. Ústřední stanice RADOM bude programově ovládána technologickým mikropočítačem SAPI 1, který bude data předávat stolnímu počíta-

či. Ten bude data zpracovávat, tisknout a zobrazovat sestavy a schémata na barevném a monochromatických displejích.

V centrální oblasti se předpokládá použití celkem 14 podřízených stanic.

5.0. Údržba systému RADOM v SHD

Na jednotlivých koncernových podnicích SHD je údržba sítě RADOM různě organizována s rozličnou úrovní. Na všech k. p. je vcelku zvládnuta část údržby a oprav logické části systému RADOM. Údržbou vf části se v plném rozsahu zabývá pouze pracoviště bezdrátové techniky provozu montážní elektroniky (PME) ZDTP Vrbenský, k. p. DVIL. Specialisty tohoto pracoviště byly jednak prováděny veškeré montáže zařízení RADOM na k. p. DVIL, tj. sítě DJŠ, VČSA, HMGD a ÚUK, jednak jsou vybavení špičkovou měřicí a diagnostickou technikou pro bezdrátovou techniku.

S ohledem na současný stav v údržbě sítí RADOM na jednotlivých koncernových podnicích a orientaci PME ZDTP Vrbenský bylo vedením koncernu SHD rozhodnuto, že jednotlivé k. p. budou provádět údržbu nových sítí RADOM vlastními silami ve všech oblastech, vyjma rádiové části. Tato vf část bude zakázkovým způsobem opravována na k. p. DVIL PME Vrbenský. K realizaci tohoto záměru byly již podniknuty rozhodující kroky, zbývá vyřešení otázky financování, dopravy a dovybavení technikou.

6.0. Závěr

Bezdrátový přenosový systém RADOM, původně určený pro použití u dispečerských vodárenských sítí, našel své uplatnění ve všech koncernových podnicích s povrchovou těžbou v SHD.

Významnou roli zde sehrál k. p. DVIL, neboť aplikace dispečerské telemetrické soupravy RADOM na DJŠ, byla více méně

provozním výzkumem systému vyvinutého koncem 70. let v Tesle Pardubice. Přestože byly se zprovozněním některých sítí problémy (DJŠ, DNT, rozvodna Líšnice, ISTC DLM), pracuje dnes všech 10 autonomních sítí celkem uspokojivě. Projekčně je připravena síť RADOM pro sledování energetického hospodářství. I perspektivně se počítá s rozšiřováním sítí, přičemž v létech 1993 - 2000 dojde k řadě inovací stávajících sítí RADOM, za použití systému RADOM II, který je postaven na bázi obvodů C - MOS a použití vyššího kmitočtu rádia. Podřízená stanice bude pracovat autonomně, rychlost přenosu bude z dnešních 20 bit/s zvýšena na 1200 bit/s. Podřízená stanice bude řízena třemi mikroprocesory (1 x 8080, 2 x 8048), ústřední stanice mikroprocesorem 8080.

Shrnutí

Článek pojednává o použití rádiového telemetrického systému TESLA, RADOM v SHD.

Uvádí použití všech tří vyráběných verzí, včetně zkušeností s jejich provozem v jednotlivých koncernových podnicích zmiňuje se o dalším předpokládaném použití bezdrátových přenosových systémů v SHD. Stručně klasifikuje současný stav údržby uvedených systémů, včetně dalších záměrů v této oblasti.