

Ing. Jaroslav V e s e l ý, VÚHU

Ing. Přemysl V a c e k, PKAZ

Zkušenosti s provozem a údržbou soupravy SAPI v podmínkách
povrchových dolů

Článek je věnován zhodnocení prvních čtyř let nasazení výpočtové techniky ke sledování technologického celku na dobývání uhlí na lomu Chabařovice z hlediska spolehlivosti a údržby, rozebírá příčiny a odstraňování poruch. V závěru pak autoři hodnotí dosažené výsledky a použitelnost souprav SAPI pro další aplikace s přihlédnutím k současnému stavu a dostupnosti zařízení výpočetní techniky v ČSSR.

a/ PROVOZ

Tento článek si klade za cíl seznámit řídící a technické pracovníky SHD se zkušenostmi z provozu soupravy pro samočinné pořizování informací /SAPI/ v podmínkách povrchového uhelného lomu. V první části článku je popsána konfigurace SAPI, použitá na dole 5. květen, vyhodnocena spolehlivost a zkušenosti ze čtyřletého provozu, druhá část je věnována popisu a rozboru příčin nejčastějších závad a způsobu jejich odstraňování.

Pro automatizované pořizování údajů o provozu technologického celku "uhlí" s bezobslužnou dálkovou pásovou dopravou š. 1200 mm lomu 5. květen v Trmicích byla pracovníky k.p. PKAZ Ústí nad Labem a k. ú. o. VÚHU Most nasazena souprava SAPI v konfiguraci: dva procesory JPR 12, dvě jednotky propojení JPN s propojovacími deskami vstupních a výstupních digitálních signálů a terminálů. Souprava automaticky snímá údaje o stavu jednotlivých částí technologického celku /TC/, stavy snímačů efektivního chodu dopravníků, údaje z vah a poruchové signalizace. Výstupem je provozní deník, zachycující změny stavu zařízení s časovými údaji a příčinami poruch; údaje

o těžbě, době provozu, počtu vypnutí a neefektivním provozu pak uvádí v hodinových, směnových, informačních a denních hlášeních. Hodinová, směnová a denní hlášení jsou předávána dálkopisnou sítí řídícím pracovníkům /vedoucí úseku, dispečer závodu, vedoucí výroby a dispečer TC/ pro potřeby operativního rozhodování. Získané údaje jsou objektivní, neboť jsou získávány zejména pomocí čidel bez možnosti jejich zkreslení lidským činitelem. Dále trvající neefektivní chod dopravníku /chod naprázdno/ je signalizován dispečerovi TC, který rozhodne o způsobu řešení vzniklé situace.

Souprava byla navržena a sestavena včetně programového vybavení pracovníky oddělení technologických komplexů VÚHU Most na základě požadavků ORSŘ k.p. PKAZ ve dvou etapách. Zkušební provoz I. etapy byl zahájen v listopadu 1977. Od zajištění ověřovacího provozu v dubnu 1978 je na tomto dole v nepřetržitém provozu automatické sledování, poslední verze II. etapy od dubna 1980. Údaje o spolehlivosti a údržbě soupravy získané v období tvorby programu, zkušebního, ověřovacího a trvalého provozu jsou sledovány a tvoří podklady pro tento článek.

Souprava je umístěna v rozvodně slaboproudu na dispečinku TC "uhlí" v neklimatizovaném prostředí s poměrně silnou prašností. Údržbou soupravy na k.p. PKAZ se zabývají celkem tři pracovníci, a to jeden technik a jeden programátor na ORSŘ PKAZ a jeden technik na dole 5. květen, který se věnuje preventivní údržbě soupravy osm hodin týdně a navíc při poruchách soupravy. Složitější poruchy odstraňuje společně s pracovníky k.p. PKAZ, případně VÚHU. Dvakrát ročně se při odstávce celého lomu se provádí celková revize systému.

Před započatím řešení byla pracovníky k.p. PKAZ požadována spolehlivost systému vyšší než 95 %, což se podařilo dodržet. Za celý rok 1981 činila spolehlivost 95,29 %, z toho za měsíc listopad 100 %. Autoři článku se domnívají, že čtyři roky trvalého provozu soupravy SAPI dostatečně prokázaly.

využitelnost zařízení výpočetní techniky tuzemské výroby v náročných podmínkách povrchových lomů bez neúnosných nákladů na klimatizované prostředí s přiměřenými nároky na kvalifikovanou obsluhu a s uspokojivou spolehlivostí provozovaného systému.

V další části se budeme zabývat příčinami, pro které souprava nebyla v provozu. Nejčastější příčinou je výpadek napájecího napětí, téměř vždy současně pro TC i počítač. V tomto případě nedochází k žádné ztrátě informací a tento stav nehodnotíme jako prostoj a nelze jej zařadit ani do doby provozu, ani do doby prostojů počítače. Za dobu provozu počítače považujeme čas, po který souprava plnila všechny požadované funkce sledování a vyhodnocování TC. Doba prostojů je pak čas, po který souprava požadované funkce plnila pouze částečně nebo je neplnila vůbec. Spolehlivost soupravy je pak určena poměrem doby provozu a součtu doby provozu a prostojů.

Příčiny prostojů počítače jsou po dokonalém odladění programu pouze tři:

1. Technická závada některé klíčové části soupravy /procesor, napájecí zdroje, jednotky propojení/.
2. Špatný postup obsluhy dispečinku TC po výpadku napájecího napětí /sítě/.
3. Havárie programu po déletrvajícím výpadku sítě způsobená startem programu, kdy operační paměť není zahřáta na provozní teplotu.

Technické závady podle bodu 1 budou podrobně probrány v další části, špatný postup obsluhy /bod 2/ se již podařilo téměř vyloučit důkladným proškolením obsluhy a vyskytuje se prakticky jen při zastupování dispečerek v době dovolených nebo nemoci. Vyhodnocením provozu soupravy bylo zjištěno, že havárie programu podle třetího bodu mají rozhodující vliv na celkovou dobu prostojů. Příčinu této poruchy lze vysvětlit takto: výrobce počítače JPR 12 požaduje v technických podmínkách, aby byl procesor připojen na síť 60

minut před startem programu a tím počítač zahřát na provozní teplotu. Při automatickém restartu programu po výpadku sítě dochází ke startu už po 0,2 sekundy. I když ve velkém procentu těchto startů se činnost programu obnoví bez závad, někdy dojde k chybné činnosti operační feritové paměti, která způsobí přepis některých instrukcí a nevratnou havárii programu. Další činnost soupravy je možná až po novém nahrání programu z děrné pásky, což může provést pouze pověřený vyškolený pracovník. Právě čekání na tohoto pracovníka při nočních směnách a dnech pracovního volna způsobuje největší prostoje soupravy.

b/ PORUCHY

Zjištěné technické závady můžeme rozdělit:

1/ Na poruchy pozorované zejména při oživování, tvorbě programů a při zkušebním provozu:

- nesprávná funkce počítače při aktivaci přerušovacího systému
- potíže s feritovou operační pamětí počítače JPR 12.

2/ V trvalém provozu se vyskytovaly zejména potíže s chybnou funkcí signálu PS napájecího zdroje, problémy se zákmity vstupních digitálních signálů, problémy s kontakty přepínačů adres a konektorů FRB.

Chybná funkce procesoru při aktivaci přerušovacího systému

Podle technických podmínek procesoru JPR 12 se má instrukce "aktivaci přerušovaného systému - ARI" vykonat až po dokončení následující instrukce. Bylo zjištěno, že ojediněle dochází k aktivaci přerušovacího systému již před dokončením instrukce následující za ARI, čímž může za určitých okolností dojít ke ztrátě návratové adresy z rutiny zpracování přerušení a havárii programu. Mechanismus této poruchy lze vysvětlit takto: Program zpracování rutiny přerušení zpravidla začíná zákazem přerušení stejné a nižší úrovně a

uložením obsahu všech registrů potřebných pro správnou funkci po návratu z rutiny přerušení do přerušeného programu, tj. obsahu přenosového registru, střadače a čítače instrukcí. Rutina zpracování přerušení pak zpravidla končí sekvencí;

ARI

JMI NÁVRAT

kdy se během instrukce JMI přesouvá obsah paměťového místa NÁVRAT, kde byl uschován stav čítače instrukcí PC v době přerušení, do čítače instrukcí PC. Při správné funkci instrukce ARI dojde k aktivaci přerušovacího systému po dokončení JMI a v té době je v PC adresa z přerušeného programu. Následuje-li bezprostředně další přerušení, v jeho zpracování se jako návratová adresa uloží adresa z přerušeného programu. Při chybné funkci ARI se aktivuje přerušovací systém před vykonáním instrukce JMI, pokud dojde okamžitě k dalšímu přerušení, jako návratová adresa se tentokrát uloží instrukce JMI, počítač provádí neustále skok sám na sebe a původní návratová adresa je ztracena. Za tohoto stavu lze zpracovávat pouze přerušení s vyšší prioritou a je nemožný návrat do původně přerušeného programu. Typický projev této poruchy je, že program zůstává na instrukci následující za ARI.

Popisovaná závada se vyskytla u všech procesorů zkoušených ve VÚHU a na k.p. PKAZ. Na základě konzultací s ostatními uživateli SAPI předpokládáme, že se zásada může vyskytnout u všech procesorů JPR 12, a to jak v původním provedení s diodovou, tak i inovovanou ROM pamětí mikroprogramů. K odstranění závady byl využit zlepšovací návrh ing. Picka z TZÚS Praha, který závadu téměř odstranil, procento výskytu se snížilo až o dva řády, ale chybnou funkci stoprocentně nevylučuje. Proto byly k jejímu odstranění použity také programové prostředky, kterými se při každém přerušení testuje, zda návratovou adresou není adresa instrukce následující za ARI a pokud je, zabrání přepsání správné návratové adresy. Kombinace obou způsobů popisovanou závadu prakticky odstranila.

Nesprávná funkce signálu PS

Soubor SAPI umožňuje ošetření programu při ztrátě a opětném obnovení napájecího napětí. Častou technickou závadou, zejména v důlním provozu, byla nesprávná funkce signálu PS napájecího zdroje procesoru. Pro bezchybný průběh obnovení programu je totiž nezbytné, aby při ztrátě napájecího napětí vydal zdroj signál PS, který umožňuje počítači uložit potřebné registry a zastavit další provádění programu. Při obnově síťového napětí pak signál IS ze zdroje podmiňuje samočinné odstartování programu.

Příčinou závady byla ztráta kapacity elektrolytického kondenzátoru C 11 ve zdroji typu NAP 2, která umožnila vyslání signálu PS při krátkodobém poklesu síťového napětí. Na tento neoprávněně vydaný signál reagoval hardware stejně jako při vypnutí sítě zastavením programu. Protože ve skutečnosti k vypnutí sítě nedošlo, zdroj nemůže vydat signál IS, nedojde k nastartování a činnost počítače je přerušena. Typickým projevem poruchy je, že se program zastaví na HALTU ve zpracování výpadku sítě. Porucha se odstraní výměnou kondenzátoru C 11, nejlépe za tantalový s vyšší spolehlivostí.

Podobný problém vznikal při obnově napájecího napětí v případě, kdy byl s počítačem bez napětí celý důlní provoz, nebo jeho část. Během prvních cca 30 sekund po zapnutí dochází k rozběhům pohonů s vysokým výkonem s tyristorovou regulací, které je zdrojem tak silného rušení, které bylo často příčinou havárie programu. Maximálně se osvědčila úprava navržená a realizovaná pracovníky PKAZ, kdy jednotky propojení JPN jsou připojeny přímo na síť, procesory přes zpožďující časové relé až po cca 30 až 60 sekundách. K restartu programu pak dochází až po odeznění přechodových stavů a prakticky bez poruch.

Zákmity kontaktů vstupních signálů

Změny stavu reálného prostředí jsou snímány přes propojovací desky digitálních vstupů s přerušením DVP. Každá změna hodnoty každého vstupu aktivuje přerušovací systém, ten vyvolá obslužnou rutinu zpracování. Pokud ale změna vstupního signálu není ideálně skoková, ale je provázena zákmity, zpracuje počítač tento signál jako několik po sobě následujících změn. Nelze ani stoprocentně zaručit, že po odeznění přechodového jevu odečte počítač vždy správnou ustálenou hodnotu. Hardwarové úpravy signálu jsou možné, ale při velkém množství vstupů by byly nákladné a pracné. Pro odstranění tohoto problému bylo zvoleno programové ošetření, které spočívá v časovém zpoždění zpracování změny vstupních signálů až po ukončení přechodového jevu. V dalších aplikacích se z tohoto důvodu od používání desek DVP upouští a přechází se na desky digitálních vstupů bez přerušení DVN.

Nedokonalé spojení kontaktů přepínačů adres a konektorů FRB

Při uvádění do provozu a po revizích systému je nutné věnovat zvýšenou pozornost uvedeným kontaktům. Pro zvýšení provozní spolehlivosti je možné kontakty přepínače adres překlenout drátovými propojkami přiletovanými ze strany plošného spoje. S konektory FRB je třeba zacházet opatrně a chránit před ohnutím, zejména kontakty zástrčky. U zásuvek FRB je vhodné kontrolovat v jednotkách JPR a JPN stranu drátových spojů, zda některý kontakt není vysunut ze správné polohy. Nedostatky v této oblasti se projevují obvykle nesprávnou funkcí programu při vstupních a výstupních instrukcích IOP.

Z_á_v_ě_r

Máme-li hodnotit výsledky nasazení souboru SAPI na provozu uhlí k.p. PKAZ z hlediska spolehlivosti, domníváme se, že tento ve sledovaném období splnil očekávání a nasazení

považujeme za úspěšné. Osvědčilo se zejména použití dálnopisů T 100 jako výstupní zařízení, zejména pro spolehlivost, nenáročnou údržbu a jednoduché obousměrné připojení i na vzdálenosti cca 8 km, které plně vyváží poněkud větší hlučnost a obtížnější programování. Pro další aplikace se jeví podstatně výhodnější zpracovávat maximum signálů přes digitální vstupy bez přerušení, jejich stav snímat v pravidelných časových intervalech a porovnáním s předchozím stavem vyhodnotit změny. Tento způsob přináší úsporu počtu vstupních signálů na polovinu a počtu vstupních desek na třetinu, odstraní se problémy se zákmity kontaktů a podstatně se sníží zatížení přerušovacího systému.

Přestože při zběžném pohledu se zdá být maximální využívání přerušovacího systému výhodné, praktické výsledky při realizaci ukazují, že efektivní je využívat přerušení pouze pro hodiny reálného času a velmi rychlé a velmi pomalé periferie, v běžných případech je lépe přerušovací systém nevyužívat.

Procesor JPR 12 sice prokázal schopnost úspěšné aplikace v podmínkách povrchových dolů, je ale nutné vzít v úvahu i některé nevýhody. Mimo již popisované potíže je to zejména malá kapacita operační paměti a velmi pracné programování, ladění a provádění změn. Inovovaný počítač JPR 13 má podstatně větší paměť, ale programování zůstává i nadále pracné.

Za perspektivní považujeme soubor SAPI/R s procesorem JPR 12/R, operační paměti 28 k/slov, vyřešeným připojením na periferní jednotky SAPI, s možností připojení disketových a magnetopáskových vnějších pamětí a zejména možností využívat programovou kompatibilitu se systémy SMEP.