

Ing. Ferdinand V o n d r á ě k , VÚHU

Využití radiolokačního zařízení při zakládání výsypkových etáží

Při povrchovém dobývání uhlí klade naše společnost stále větší důraz na snižování provozních nákladů spojených s těžebním procesem a na dosažení projektovaných výkonů technologických zařízení. K tomuto zhodnocovacímu procesu přispívá realizace a nasazení nové techniky v oblasti výsypkového hospodářství.

Obtížné podmínky se značnou vertikální variabilitou nadloží a mnohé přirozené a umělé překážky, poddolování značné části území revíru starými důlními díly a celkový nedostatek prostoru pro vnější výsypky jsou základními podmínkami, k nimž musí přihlížet již projektant při řešení výsypných prostorů.

Je známo, že překročením kritické výšky pro různé zeminy, dochází k porušení stability zakládané vrstvy, případně celé části výsypky a tím k sesuvům ohrožujícím bezprostředně kontinuální provoz technologických celků.

Příklady sesuvů výsypkových těles dokazují, že je důležité dodržení předepsaných výšek jednotlivých etáží a jejich vrstev. U vysoce výkonných zakladačů s hodinovými výkony 6 - 15 tis. m³ sypané zeminy je velice nesnadné zajistit dodržování tohoto parametru, což se také projevuje především v poslední fázi zakládání značnou členitostí roviny sypané pláně.

Problematické řízení zakládání s využitím technických prostředků bylo věnováno značného úsilí již v 70. letech, kdy se zkonstruovala řada zařízení s využitím fyzikálního principu ultra-

zvuku. Jak se ukázalo, nebyl tento princip k tomuto účelu vhodný z důvodu potřeby vysokého vyzařovacího výkonu vysílače, rušivých vlivů hlučnosti a v neposlední řadě také vlivem působení větru. Ani aplikovaná zařízení s využitím laseru nesplnila očekávané výsledky. Byly proto hledány další technické možnosti, mezi nimi i využití radiolokační (RL) metody. Proto se v další části budu věnovat některým problémům, které bylo nutné řešit v předchozím období.

Vzhledem k tomu, že předmětem experimentu mělo být zjištění, zda využití radiolokační metody v podmínkách SHD je možné, bylo nutné nejdříve fyzikálně postihnout objekt detekce, kterým je značně členitý povrch sypané zeminy, včetně její heterogenosti. V dalším pak bylo potřebné odhadnout, jak se bude měnit efektivní odraz pro různé druhy členitosti a pro různé úhly náklonu anténního systému. V neposlední míře bylo potřebné zhodnotit, jak se projeví cíl, který bude na rozhraní mezi Fresnelovou a Fraunhoferovou zónou, což je právě typický případ při detekci cílů v bližších vzdálenostech. Tento problém se dosti často vyskytuje v procesu zakládání, kdy pohybem ramene zakladače může dojít k náhlé změně vzdálenosti anténního systému umístěného na rameni zakladače.

Podrobnější analýza ukázala, že pokud se parametr členitosti terénu zmenšuje, narůstá hodnota efektivní odrazní plochy cíle při úhlech snímání β , které jsou blízké nule. Dále bylo usouzeno, že při velkých, ale mírných svazích nasypané zeminy, bude odraz probíhat podle zákonů geometrické optiky, přičemž odraz směru zdroje (kde je umístěna i přijímací anténa) je určován těmi elementy povrchu, které jsou orientované normálně k vlnovému vektoru dopadající vlny.

Z odvozené závislosti efektivní odrazné plochy homogenně členitého povrchu jako funkce úhlu zaměření β se ukázalo, že

úhel zaměření nelze zvětšovat libovolně. Ze získaného grafu byl odvozen závěr pro úhlový interval kyvu antén, který, by neměl přesahovat $\beta_{\max} \leq \pm 30^\circ$, bude-li uvážena dynamika okamžitého automatického vyrovnávání zesílení přijímače RL 30 dB. Pro dynamiku okamžitého automatického vyrovnání zesílení 20 dB by měl být maximální úhel kyvu $\beta_{\max} \leq 20^\circ$. Z grafu též vyplývá, že vlhkost půdy příliš neovlivní funkční závislost, neboť i když je odrazná plocha σ_0 malá, se změnou úhlu β se příliš nemění, a tudíž omezujícím faktorem jsou jen energetické poměry vyslaného a přijatého signálu a mezní úhel β_{mez} , pod kterým je geometrický obrazec sypaniny pod zakladačem z pohledu anténního systému natolik zkreslen, že nebude představovat obraz reálné situace.

Z analýzy procesu zakládání bylo nutné vyvodit některé závěry jednak pro postižení změn sypaniny a jednak k dosažení uspokojivých výsledků měření. Především z hlediska přesnosti měření výšky bylo zapotřebí zhodnotit, jak se vytváří hřeben výsypky. Ukazuje se, že při zvyšování hřebene výsypky se zvětšuje i úhel násypu přibližně od 90° do 120° , přičemž hřbet hřebenu se zplošťuje.

Jiným problémem je skutečnost, že radiolokátor musí pracovat v blízkosti sypaniny, ale tak, aby nesnímal sypající se zeminu, neboť ta by vytvořila neúčinný cíl a znemožnila by měření výšky a dalších veličin. Proto je nutné zabezpečit odklon svazku antén tak, aby při změně výšky ramene zakladače nedocházelo k protnutí sypající se zeminy s anténními svazky. V realizaci to představuje odklonit anténní systém o úhel zabezpečující výše uvedené požadavky. A konečně uvážit i vrhové paraboly zeminy u zakladače, vyjadřující vzdálenost dopadu zeminy od hrany ramene zakladače na výšce výložníku. Tato skutečnost značně ovlivňuje zobrazení situace pod ramenem a speciálně v místě zakládky, se nebezpečně blíží maximálnímu úhlu zaměření představu-

jící i zhoršené kvality a pravdivosti zobrazované situace v místě, kde je toho nejvíce potřeba. Tento dosti závažný problém lze odstranit vysunutím anténního systému před hranu ramene zakladače tak, aby nepřekážel sypání.

Tím je vlastně vyřešeno umístění anténního i radiolokačního systému na rameni zakladače a současně vytvořené přiměřené podmínky pro snímání terénu v blízkosti zakládky odpovídající skutečnosti. Nicméně je nutné podotknout i poznámku k údržbě. Rameno musí být vytvořeno tak, aby umožnilo rychlé odklopení do místa, kde lze pohodlně provádět profylaktické prohlídky, nastavení a ladění systému. To je však problém konstrukčního rázu, který je obecně řešitelný.

Na základě systémové analýzy, energetické kalkulace a časové kalkulace bylo rozhodnuto vytypovat systémy použitelné pro potřeby zakladačů. Bylo nalezeno několik systémů, které pracují na bázi CW (stálé vlny), z nichž byl vybrán jako nejvhodnější CW radiolokační systém sovětské výroby RV-5 s následujícími technickými parametry:

výkon vysílaného signálu	0,4 W
kmitočtový rozsah	(4,2 - 4,4) GHz
šířka pásma	100 Hz
příkon systému	100 VA, 115 V/400 Hz a 10 W, 27 V ss
dobu připravenosti systému k provozu	3 min.
hmotnost	10,5 kg
klimat. podmínky, rozsah prac. teplot	-50 ⁰ až +50 ⁰ C
vlhkost	98 %

Při zhodnocování CW RL systému a analýze způsobislosti pro daný záměr vyšlo najevo, že systém, z hlediska konstrukčního, je na polovodičové bázi dostatečně odolný proti klimatickým podmínkám.

Jeho přesnost měření malých vzdáleností odpovídá požadavkům provozu, má vysoký koeficient spolehlivosti a otřesuvzdornosti. Současně však bylo zjištěno, že systém vyžaduje nový návrh anténního systému, zpracování signálu, způsob napájení a žádá si i novou interpretaci měřených veličin, včetně zodolnění z hlediska vyšších teplot a prašnosti.

Současně se ukázala nutnost hlubší analýzy využití jednotlivých podsystémů CW radiolokátoru.

Protože radiolokátor pracuje se stálou vlnou (CW), jeho anténní systém byl složen ze dvou oddělených anténních systémů. S ohledem na měření malých vzdáleností (řádově 2 - 60 m) byl proto návrh anténního systému podstatným problémem. K jeho řešení bylo zapotřebí mnohokrát se vrátit, neboť je závislý na výběru typu velkostroje i způsobu interpretace měřených údajů.

Byly odzkoušeny následující typy anténních systémů:

- dva vlnovodné trychtýře (VT)
- jeden (VT) a jeden systém skládající se z parabolického zrcadla (PZ) o $\emptyset$ 1 m, v jehož fokusu je umístěn VT (PZ /1/ + VT)
- dva systémy (PZ /1/ + VT)
- dva systémy (PZ /04 / + VT), kde 04 značí $\emptyset$ 0,4 m.

Všechny výše uvedené anténní systémy nebyly navrhovány za účelem získání nejlepších parametrů, nýbrž za účelem ověření použitelnosti radiolokační metody pro potřeby zakladačů. I s těmito anténními systémy byly dosaženy naprosto přesvědčivě výsledky, hovořící jednoznačně ve prospěch využitelnosti radiolokace.

Samotný radiolokační systém není ještě schopen vyjádřit profil terénu. Signály přijaté odrazem od profilu terénu je nutné zpracovat procesorem tak, aby mohly být využity operátorem pro řízení zakládky. K tomu bylo zapotřebí provést geometrickou interpretaci radiolokační úlohy pro potřeby zakladačů, systémově navrhnout signálový procesor, umožňující zpracovanou informaci přetransformovat na signály použitelné pro zobrazení. Obecně

bylo možné řešit od samého počátku úkolu problém dvěma cestami - digitální nebo analogovou. Nakonec se ukázalo, že z hlediska materiálních možností i z hlediska cíle - ověřit princip s minimálními náklady - bude nejvhodnější navrhnout nejprve analogový signálový procesor a teprve v další etapě, pracovat na digitální verzi. I přesto bylo považováno za nutné ještě ve výzkumné etapě ověřit model signálového procesoru na analogovém počítači. Z informací, získaných průzkumem vyplynulo, že nejdůležitější částí výzkumu procesoru bude geometrická interpretace radiolokační úlohy, neboť tato ukazuje i na možné typy radiolokačních systémů využívané pro různé druhy velkостrojů. Po provedení geometrické interpretace úlohy byl navržen a sestaven signálový procesor, který byl také odzkoušen v experimentu přímo na zakladači. Výsledky byly uspokojivé a prokázaly, že pro nejsložitější variantu bude vhodné procesor rozčlenit na část, která bude na rameni výložníku a část u zobrazovacího systému v kabině řidiče.

Na základě úspěšných zkoušek s využitím principu radiolokace, které probíhaly v roce 1982, bylo započato na konstrukčních a vývojových pracích funkčního vzoru radiolokačního výškoměru (RLV) pro zakladače s pevným a později ručně nastavitelným anténním systémem a zařízení bylo nasazeno k dlouhodobému odzkoušení jak v letním, tak zimním období na zakladači ZP 6600/87 na k. p. DVIL Komořany.

V červenci 1986 bylo přikročeno k realizaci radiolokačního zařízení se statickým anténním systémem (RLZ-SAS).

Zadání technických parametrů pro RLZ-SAS bylo následující:

- | | |
|--|-------|
| a) dosah měřené vzdálenosti | 60 m |
| b) minimálně měřitelná vzdálenost | 2,0 m |
| c) požadovaná přesnost měřené výšky | 0,5 m |
| d) měření a signalizace dosažené nebezpečné výšky 3 m pod výložníkem | |

- e) měření v různých klimatických podmínkách v denní a noční době

Experimenty bylo prokázáno, že RLZ-SAS umožňuje:

- a) měření vzdálenosti v rozsahu: 2-99,8 m po úpravách 500 m
b) minimální měřitelná vzdálenost: 2 m
c) přesnost měřené vzdálenosti: $\pm 0,5$ m
od 10 m s přesností 3 %

- nastavená nebezpečná vzdálenost 3 m byla signalizována s přesností $\pm 0,3$ m

- systém výpočtu rozdílu vzdáleností pracuje s přesností $\pm 0,1$ m

- při speciální osmihodinové zkoušce se ukázalo, že změny měřených údajů nepřesahují ± 3 % z měřené výšky

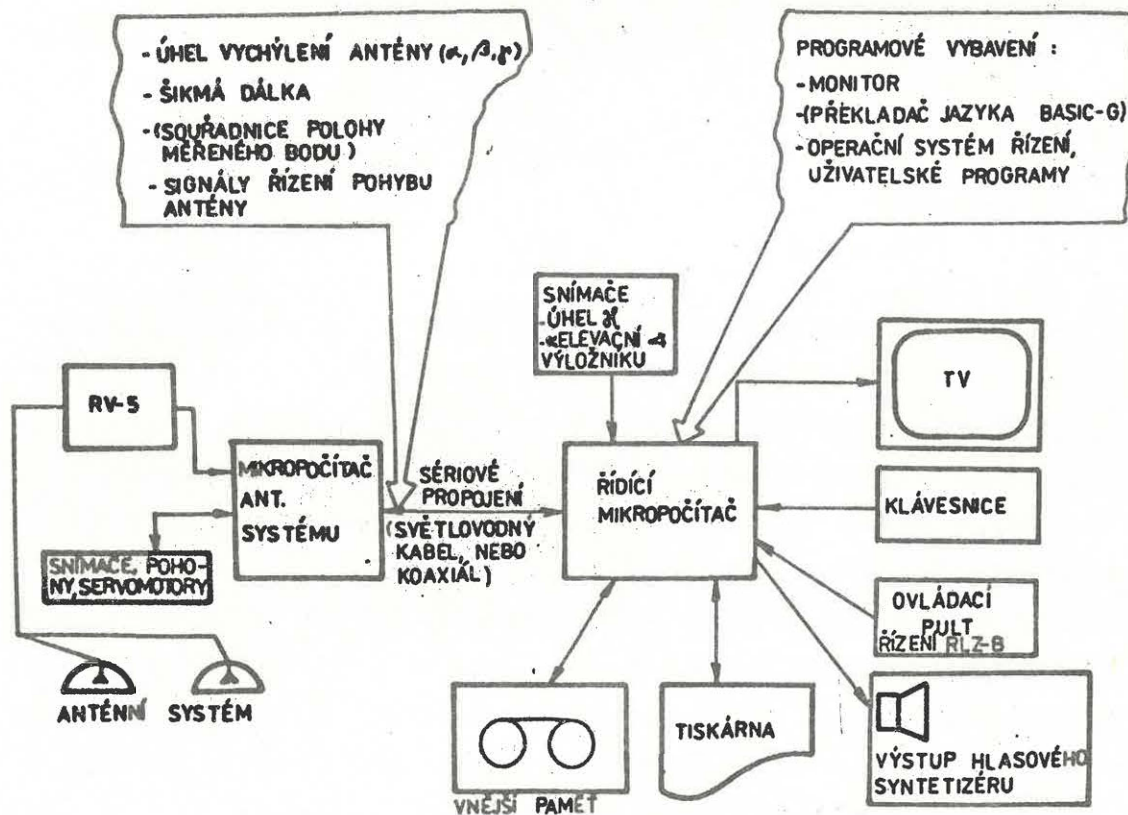
- d) při praktických zkouškách byly dosaženy následující hodnoty plošné rozlišovací schopnosti:

- do 10 m výšky lepší než $0,125 \text{ m}^2$
- od 10 m do 20 m výšky lepší než $0,5 \text{ m}^2$
- od 20 m do 30 m výšky lepší než $1,5 \text{ m}^2$

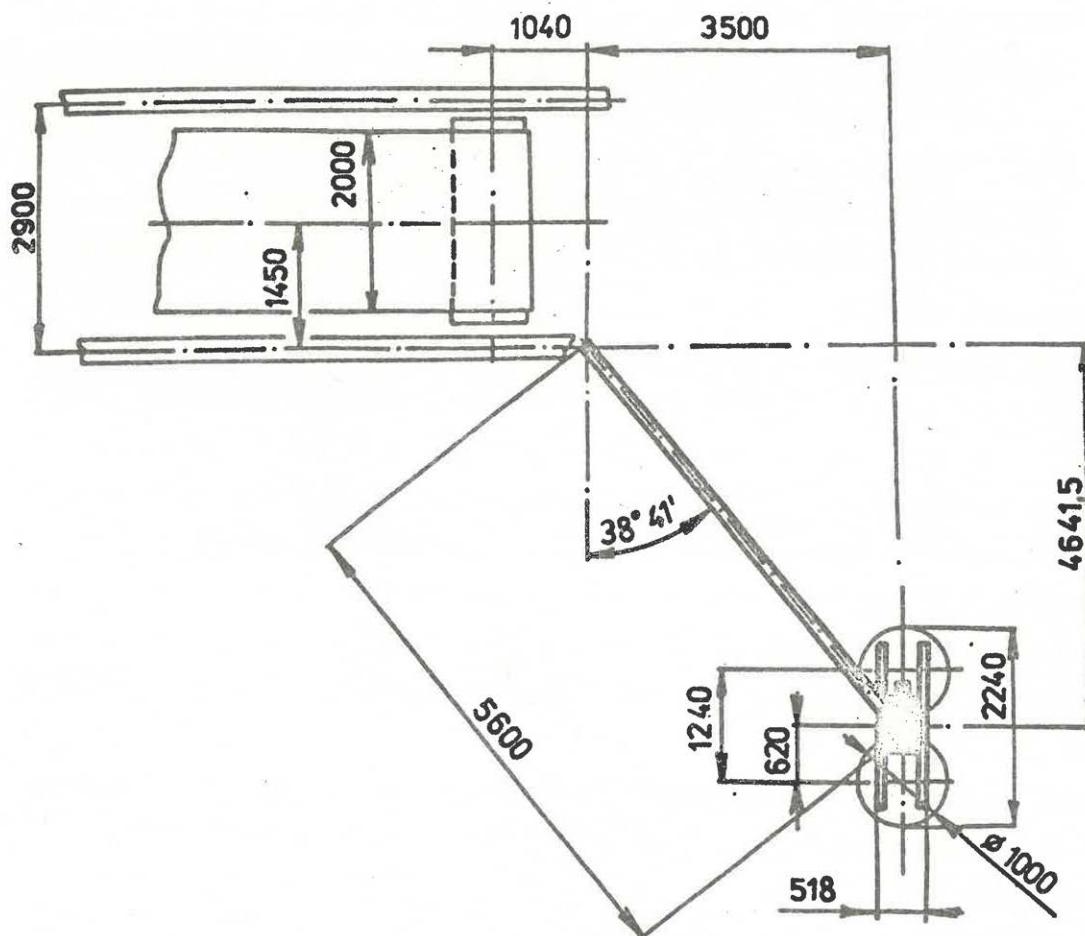
- e) celkový příkon RLZ-SAS 256 VA
napájení 220 V/50 Hz

Na základě získaných zkušeností z předcházejících výsledků převládl správný názor, že neoddelitelnou součástí RLZ a podmínkou, nutnou pro správné uplatňování radiolokační metody a zajištění realizace jejich přínosů a účinků z rozboru ekonomické efektivnosti, je urychlená realizace kyvného anténního systému (KAS) s možností jejího řízení nastavení. Proto v 6/87 byla zahájena realizace ověřovacího vzoru RLZ-KAS.

Řešení a realizace takového systému představovaly podle záměru autonomní celek, řízený podřízeným mikropočítačem v subpočítačovém systému RLZ-KAS s řízeným ovládáním pohonů a umístěním anténního systému s pohony na držáku vhodné konstrukce. Viz obr. 1 a 2.



Obr. 1 - Základní blokové schema RLZ-KAS



Obr. 2 - Uspořádání mechanické části RLZ-KAS

Ovládací panel kývání a řízeného nastavení je součástí panelu vyhodnocovací části s nadřazeným mikropočítačem, a to v komplexu s klávesnicí makroinstrukcí a grafickým displejem pro zobrazování situace sypání pláně, včetně alfanumerického popisu. Tento ovládací panel s klávesnicí makroinstrukcí a grafickým displejem je umístěn v kabině řidiče.

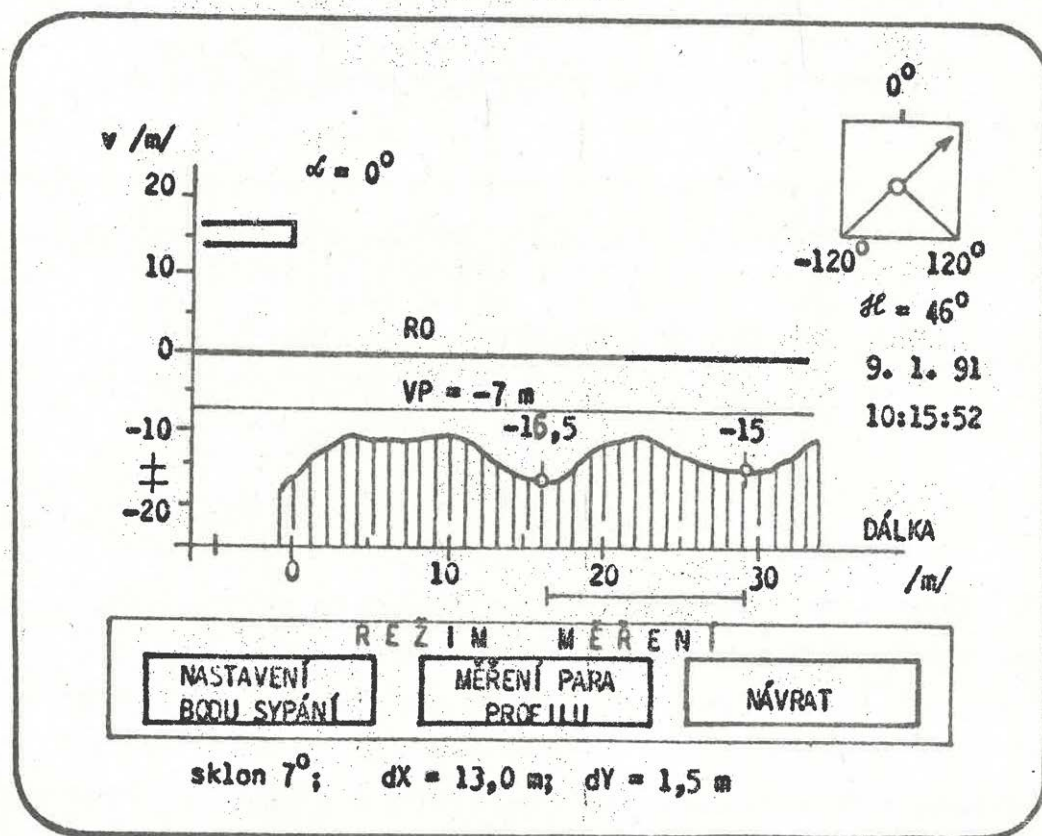
Z kabiny řidiče, pomocí grafického displeje s alfanumerickým popisem lze průběžně pozorovat situaci a měřené výšky sypané pláně dle potřeby řidiče, a to jak hřebeny sypané lávky v podélném směru, případně i v příčném směru. Při využití kývání lze z příčného profilu zjistit vzdálenosti hřebenů, jejich výšky vůči vztažné rovině, jakož i vůči sobě, sklony hřebenů a sypaných útvarů.

Koncepce systému je založena na využití dvou specializovaných mikropočítačů. Činnost systému v reálném čase řídí hlavní mikropočítač na základě informací získaných z podřízeného mikropočítače pro řízení soustavy. Mikropočítače jsou propojeny sériovým komunikačním kanálem, přenos informace je řízen hlavním mikropočítačem. Propojení je realizováno pomocí světlovodného kabelu. Výhodnost využití sériového propojení je dána minimálními nároky na množství propojovací kabeláže. Mikropočítač anténní soustavy ovládá pohyb antén v závislosti na zadaném režimu činnosti, který je předáván od řídicího počítače komunikačním kanálem. Mikropočítač anténní soustavy, kromě řízení pohybu antén, řídí proces měření šikmé dálky, provádí výpočet pravoúhlých souřadnic změřených bodů profilu terčem, vypočítané souřadnice polohy bodů předává komunikačním kanálem hlavnímu počítači k dalšímu zpracování. Kromě toho řídicímu počítači předává informaci o poloze anténní soustavy.

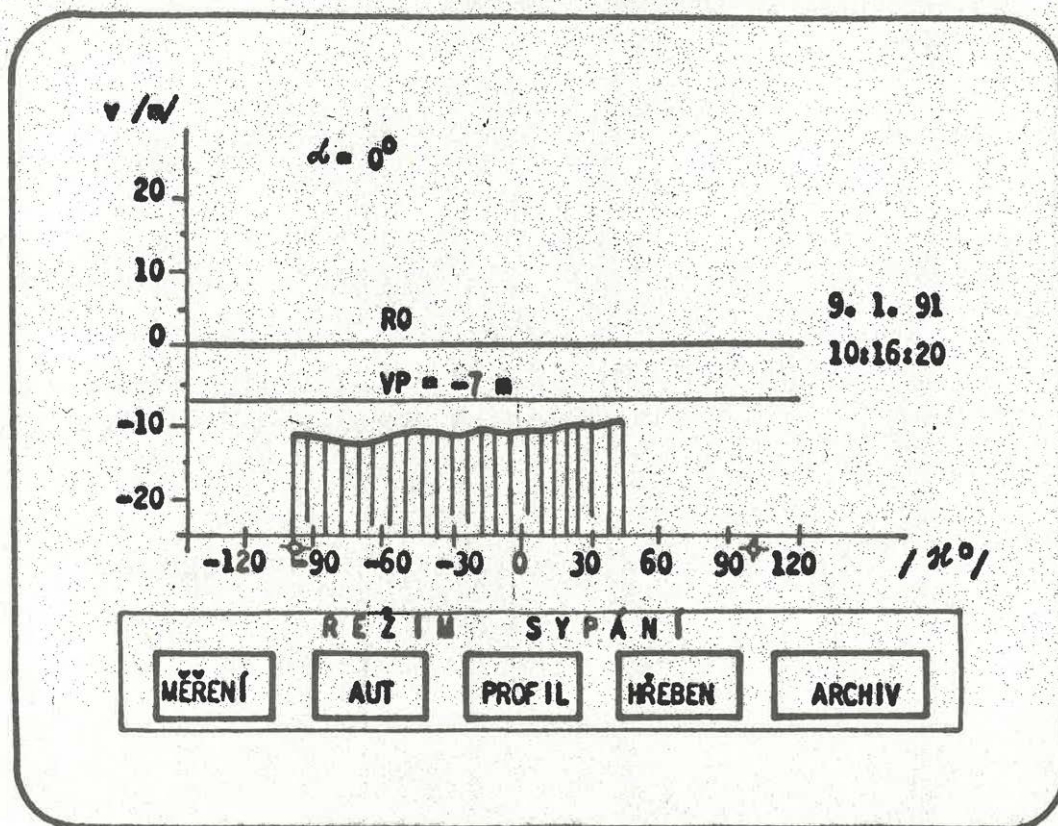
K němu jsou dále připojeny zdroje informace o úhlu natočení výložníku zakladače α v horizontální rovině a elevačního úhlu výložníku γ .

Počítač při činnosti stroje automaticky sleduje stanovené parametry a signalizuje jejich dosažení (např. dosažení nebezpečné výšky, překročení nastavené výšky apod.).

Informace na obrazovce je zobrazena v grafickém režimu, (viz obr. 3, 4) názornost zobrazení, automatické vyhodnocení zkracuje dobu reakce řidiče na vzniklou situaci, čímž může významně přispět ke zvýšení celkové efektivity práce.



Obr. 3 - Obraz monitoru detailně zobrazuje podélný profil reliéfu pod výložníkem. Zobrazuje mimo reliéfu vzdálenost dvou zvolených bodů v úrovni -16,5 m a -15 m vzdálených na profilu $d_x = 13$ m a výškovém převýšení $d_y = 1,5$ m, což je sklon 7° . Dále úhel natočení výložníku $K = 46^\circ$ včetně grafického zobrazení v pravém rohu, dále datum a čas. Výška vztahné roviny R_0 nastavena na 0m (pojezdové pláň), nastavená příkazaná výška sypání $VP = -7,0$ m (úpadní sypání), sklon výložníku $A = 0^\circ$.



Obr. 4 - Obraz monitoru zobrazuje příčný profil reliéfu pod výložníkem při měřeném zakládání. Nastavení dorazů otoče výložníku KAPA - 95° a 100° . Výložník je v poloze 35° . Ostatní údaje viz obr. 3.

Po konstrukční stránce RLZ-KAS sestává ze tří elektricky vzájemně propojených kompaktních celků:

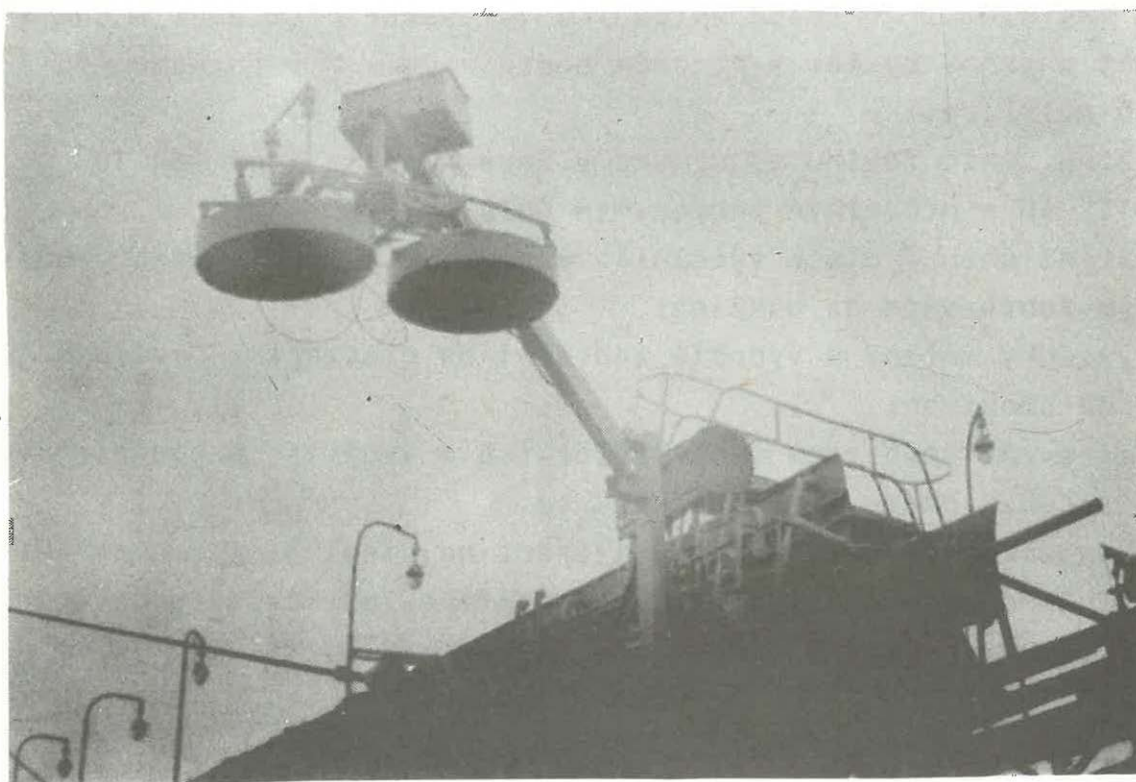
- a) z řídicího 8-bitového počítače s monitorem, umístěného v kabině řidiče zakladače a upraveného pro práci v reálném čase;
- b) ze skříně RLZ s podřízeným počítačem s obvodů pro řízené otáčení krokových motorů k pohybu anténního systému a rádiového výškoměru RV-5 M, umístěného na rameni anténního systému;
- c) z výkonového zdrojového vybavení 220 V, umístěného na konci výložníku zakladače.

Základní parametry RLZ-KAS umožňují:

1. Měřit výšky a šikmé délky do 100 m s přesností 0,5 m v celém rozsahu.
2. Snímat reliéf terénu v podélném směru osy výložníku od svislice k zemi v rozsahu úhlu β :
 - a) při řízeném nastavení $\pm 72^\circ$ (při sklonu výložníku $\alpha = 0^\circ$).
 - b) při automatickém kývání $\pm 40^\circ$ s dobou kyvu programem nastavitelnou od 3 do 12 s.
3. V závislosti na výšce výložníku zakladače přiklánět a odklánět anténní systém v příčném směru v úhlu γ v rozsahu $\pm 30^\circ$ od svislice.
4. Měření úhlu zdvihu výložníku v rozsahu úhlu α od $-6^\circ 30'$ do $+15^\circ 40'$ s průběžným zobrazením úhlu na displeji.
5. Měření úhlu α otoče výložníku v rozsahu $\pm 120^\circ$ s jeho průběžným zobrazením na displeji.
6. Výsledky měření a výpočtů zobrazit na displeji a umožňují jejich archivaci.
7. Nastavení reverzace otoče výložníku a využití tohoto signálu k automatickému řízení zakladače.
8. Akustickou a světelnou signalizaci na displeji při dosažení úrovně nastavené výšky sypání nebo dosažení nebezpečné výšky.
9. Zobrazení průběžného času a data na displeji.

Během období ověřovacího provozu byly odstraňovány některé vyskytnuvší se závady (zesílení nosiče anténního systému, výměna elektromagnetického čidla, oprava impulsně řízeného zdroje). Při uvedení zařízení do provozu bylo zjištěno, že původně navrhované převodové skříně krokových motorů pro kyv anténního systému jsou nevyhovující. Proto byly nahrazeny novými se zvýšeným převodovým stupněm. V průběhu ověřovacího provozu byly prováděny úpravy programového vybavení počítače, které vyplynuly z požadavků řidiče zakladače.

Na základě dosavadních zkušeností z provozování RLZ-KAS na zakladači ZP 6600/86 s. p. DLM (obr. 5) provoz Vršany lze konstatovat, že se uplatňuje především při udržování rovnoměrné výšky sypaniny pod zakládacím výložníkem, což snižuje nákladovost provozování buldozeru při dokončovacích pracích na jednotlivých etážích výsypky.



Obr. 5 Provozování RLZ-KAS na zakladači ZP 6600/86

Zcela evidentně je využíváno možnosti nastavení signalizace úhlu natáčení výložníku, což je impulsem pro řidiče k jeho reversaci.

Již z tohoto uvedeného využívání RL zařízení vyplývá, že řidič velkostroje může dodržovat předepsanou technologii zakládání a že má dostatek informací k rozhodování o dalším postupu sypaní i při ztížených podmínkách viditelnosti.

Jednou z důležitých informací, která je průběžně podávána řidiči na zobrazovacím displeji, je podélný i příčný profil terénu pod výložníkem s udanou výškou sypaniny od pojezdové roviny a vzdálenost konce výložníku od sypaniny, což lze využívat ke snižování energetické náročnosti, která vyplývá z možnosti snížení dopravní výšky na minimum.

Celkově lze hodnotit zařízení (RLZ-KAS) jako odpovídající zadaným parametrům a vyhovující požadavkům řidiče zakladače pro optimální řízení základacího procesu. Je konstatováno, že celkové provedení zařízení vyhovuje důlním provozním podmínkám. K realizaci RLZ-KAS bylo kromě výškoměru RV 5 - M (výrobek SSSR) použito výhradně tuzemských elektronických součástek.

Od samého počátku řešení problematiky, související se zaváděním radiolokačních metod měření v provozech SHR, je prováděna úzká spolupráce s DT ČSVTS Brno. Pro řešení úkolu byla uzavřena kooperace pro jednotlivé etapy řešení na základě hospodářských smluv. Na pracovnících DT ČSVTS Brno spočíval převážný podíl jak teoretických, tak realizačních prací. Spolupráce byla oboustranně prospěšná a odpovídá výsledkům řešení úkolu.

Jedním z problémů realizovaného RL zařízení je jeho rozměrná anténní soustava, která je dána použitou frekvencí radiovýškoměru RV-5 M. Je proto snahou řešitelských pracovníků navrhnout miniaturizaci tohoto systému, která spočívá v přechodu na vyšší kmitočet cca 18 GHz, pro který lze v současné době

zajistit i potřebné elektronické součástky tuzemské výroby.

Na základě tohoto zjištění byla proto zpracována v rámci řešení tohoto úkolu technicko-ekonomická studie, která svým obsahem předkládá vývoj miniaturizovaného RLZ-KAS-M.

V nastávajícím období bude nutné v SHD řešit komplexně problematiku budování stabilních výsypek. Zvláštní důraz je kladen na stavby výsypek s ukloněnými podločkami a na výsypky velmi vysoké (až 300 m). Základním předpokladem úspěšné technologie budování velmi vysokých výsypek je mj. informace a znalost reálného stavu výsypky v průběhu sypání, tj. o správné aplikaci technologického zakládání výsypek a důsledného tvarování svahu po vrstvách. Pro takové zakládání se počítá s rekonstrukcí lineárních parametrů zakladačů ZP 6 600 (které nejsou pro aplikovaný způsob tvarování etází po vrstvách vyhovující), i když zůstane neřešen nedostatečně dlouhý výložník a jeho závislý systém natočení na směr kráčení. Především však nové typy zakladačů ZPD 8000, ZPD 13000 a ZPD 10 000 s kráčivým podvozkem a dlouhým výložníkem 120,0 a 133,0 m vybavené RLZ-KAS-M by plně odpovídaly představám pracovníků SHD o důsledném tvarování svahů všech výsypkových etází po vrstvách.

V procesu dobývání je nezbytné na velkorýpadle kontrolovat zestržení svahů, tj. jejich úhel sklonu s cílem zvýšení bezpečnosti důlního provozu proti náhlým sesuvům skrývkových řezů, což opět může běžně plnit RLZ-KAS-M.

Výše uvedené úkoly dobývacího procesu a zejména pak jeho části zakládání vyžadují tedy radiolokační zařízení miniaturizovaného systému KAS v komplexu se skříní RLZ o snížené hmotnosti KAS včetně nosiče AS při zachování dosažených schopností měření a zobrazení, které má RLZ-KAS, případně jejich rozšíření pomocí 16 bitové výpočetní techniky a barevného zobrazovacího monitoru. Realizace takového RLZ-KAS-M by znamenala nejen jeho přímou aplikaci pro zakládání výsypek, ale i jako vhodné čidlo

(délka anténního systému do 60 cm a šířka do 30 cm) pro kontrolu najíždění velkorýpadel do řezu při kontrole strmosti svahu řezu, nebo zařízení pro kontrolu a výpočet zásob surovin na skládkách (uhlí v elektrárnách, šterku, řepy, atd.)

Shrnutí

Článek pojednává o řešení úlohy, vedoucí ke zjišťování a měření výšek sypaných etází zakladačem. K tomuto záměru je využito radiolokační (RL) metody, která byla provozně nasazena a ověřena na zakladači ZP 6600. Na základě poznatků získaných z tohoto nasazení bylo v 9/90 ukončeno řešení výzkumného úkolu, jehož realizačním výstupem je funkční vzor radiolokačního zařízení, které využívá kyvného anténního systému a ve spojitosti se zobrazením sypaného reliéfu dává využitelné údaje pro řízení zakládacího procesu řidiči velkostroje. Jeho další využití je směřováno k automatizaci řízení zakladače.