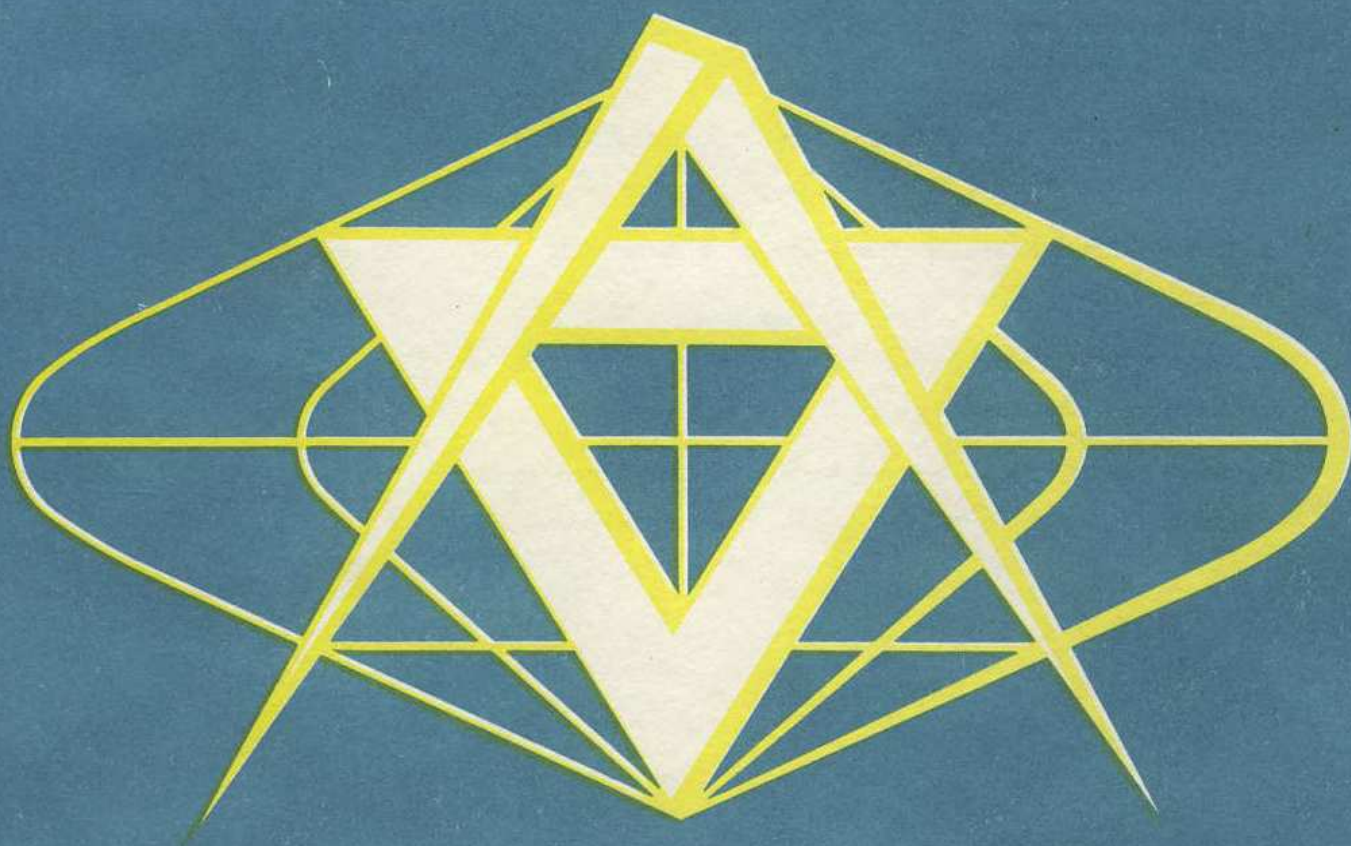


**SBORNÍK
TOPOGRAFICKÉ
SLUŽBY
MNO**



**VOJENSKÝ
TOPOGRAFICKÝ OBZOR**

2/86

OBSAH

	Strana
Pplk. Ing. Dalibor Moravec, CSc.: Interaktivní systémy v geodézii a kartografii	1
<i>Recenzent: pplk. Ing. Bohumil Vavřina, CSc.</i>	
Pplk. Ing. Ladislav Buřita, CSc.: Banka kartografických dat — spojování snímacích jednotek v bázi dat (řešení vnějších vztahů)	10
<i>Recenzent: kpt. Ing. Václav Talhofer, CSc.</i>	
Kpt. Ing. Zdeněk Novotný: Úloha kartografických prací v etapě rozvoje automatizace	22
<i>Recenzent: Ing. Jana Bertanová</i>	
Ing. Milan Řezník — Ing. Milan Scholz: Úprava grafického software pro kreslicí zařízení DIGIGRAF 1208 3,5 G	26
<i>Recenzent: kpt. Ing. Václav Talhofer, CSc.</i>	
Mjr. Ing. Tomáš Babický: Analytická orografie	39
<i>Recenzent: plk. doc. Ing. Josef Franěk</i>	
Pplk. Ing. Ervín Vrábel: Bezrastrový ofsetový tisk polotónových předloh — teorie a možnosti využití v kartografické praxi	53
<i>Recenzent: Ing. Rudolf Belko</i>	
Ing. Vladimír Čihák: Použití tiskových barev v kartografické tvorbě	61
<i>Recenzent: pplk. Ing. František Fiala</i>	
Ing. Vladimír Čihák: Nehalogenstříbrné procesy v kartografii	73
<i>Recenzent: Ing. Alois Hofman</i>	
Ing. Vladimír Čihák: Elektrografické pigmenty (tonery - xerografické barvy)	82
<i>Recenzent: Ing. Alois Hofman</i>	
Ing. Georgij Karský, CSc. — Ing. Jan Kostecký, CSc.: Spojený družicový bod	87
<i>Recenzent: pplk. Ing. Bohumil Hanák</i>	

Pplk. Ing. Dalibor Moravec, CSc.

Interaktivní systémy v geodézii a kartografii

1. Úvod

Řada výrobních technologií, některé problémy řídicí a organizační práce i výstavba dílčích informačních systémů jsou v TS ČSLA zabezpečovány projekty realizovanými na současné výpočetní technice a na pasívních prostředcích počítačové grafiky. Vědeckotechnický rozvoj a částečně také potřeby TS ČSLA si vynucují přechod ke kvalitativně novému, výrazně efektivnějšímu řešení automatizace v geodézii a kartografii. Vhodným nástrojem mohou být interaktivní systémy, jejichž technickou základnu tvoří prostředky SMEP a prostředky interaktivní počítačové grafiky. K výchozím předpokladům pro zabezpečení zmíněného přechodu patří pochopení pojmu interaktivní systém a ovládnutí jeho implementace ve formě projektování komunikace člověka s počítačem a tvorby odpovídajícího programového vybavení.

2. Interaktivní systémy

Nevýhody klasické automatizace i další fáze, tj. databankových systémů, lze nasazením interaktivních systémů podstatně eliminovat, protože je zabezpečeno:

- přiblížení technických prostředků zdrojům dat a místu jejich využití;
- zjednodušení komunikace člověka s technikou;
- řešení úloh za přímého kontaktu uživatele při jejich zpracování;
- poskytování výběrových informací s krátkou dobou odezvy.

Prostředky zpracování dat ve stadiu interaktivních systémů pronikají zpět do jednotlivých odborných útvarů a mnoho vazeb mezi útvary je pomocí těchto prostředků přímo realizováno. Tvorba automatizovaných úloh a technologií se postupně vrací do místa, kde dříve vznikalo jen velmi hrubé zadání, na jehož základě specialisté z oboru výpočetní techniky a informatiky realizovali projekty. Budoucí uživatel je zadavatelem a může se stát i řešitelem svého problému bez zbytečných transformací prováděných specialisty, kteří velmi často zaměňovali prostředek, tj. tvorbu aplikačního programového vybavení, za cíl. Ale ani odborník pro řešený problém, v současnosti i tvůrce příslušného interaktivního systému, se nemůže vyhnout kardinální otázce automatizace, kterou představuje dosažení odpovídající efektivity.

Pokud se automatizace řeší jako obdoba manuálního zpracování na prostředcích výpočetní techniky a počítačové grafiky a nevyužije se všech nabízených možností, pak se místo efektivity dosáhne zvýšení počtu pracovníků, růstu nákladů a nízkého zvýšení jakosti produkce. Proto v kartografii, zejména ve vývoji účelových automatizovaných technologií tvorby map s jednorázovým využíváním pracně pořízených a nedostatečně organizovaných dat, nelze žádoucí efektivity dosáhnout.

Automatizované technologie musí mít zásadně odlišný charakter ve srovnání s klasickými technologiemi. Redaktoři a sestavitelé map nemohou řešit např. generalizaci grafickou interakcí na prostředcích počítačové grafiky obdobně jako dříve konvenčními postupy. Odborný pracovník se stane pouze kontrolou procesu generalizace, jenž bude na grafických prostředcích automatizovaně řešen a průběžně

zobrazován. Jen v minimu případech, kdy si projektant neví rady s algoritmizací generalizace, nebo tehdy, bude-li hledáno nové řešení, jsou vstup a komunikace člověka se systémem výhodné.

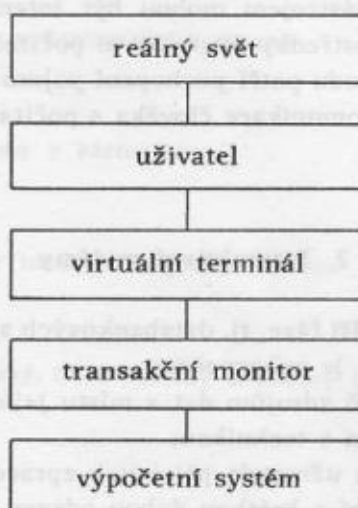
O výhodách automatizace řízení na více úrovních pomocí interaktivních systémů není nutné vůbec diskutovat. Možnosti výběru aktuálních informací v reálném čase pro odborného uživatele, případně i variantní návrhy řešení daného problému, jsou zcela v moci interaktivního systému, který byl dobře navržen a vyvinut.

Interaktivní systém je výpočetní systém zahrnující technické a programové vybavení, jehož prostřednictvím uživatel může sledovat, řídit a optimalizovat zpracování úloh.

Uživatele interaktivních systémů lze rozdělit podle úrovně znalostí na typy:

- specializovaný uživatel, pro kterého je kontakt se systémem hlavní pracovní náplní;
- procedurově orientovaný uživatel, schopný sestavovat algoritmy v programovacích jazycích, mající potřebné znalosti o systému;
- problémově orientovaný uživatel, komunikující se systémem se znalostmi odborných problémů, cíle zpracování, bez informací pro komunikaci se systémem.

Interaktivní systém obsahuje tři základní komponenty — uživatele, výpočetní systém a rozhraní mezi nimi. Z hlediska uživatele je i nepodstatné, jaké funkce řeší výpočetní systém a jaké je rozhraní, co je zabezpečeno technickým vybavením a co vybavením programovým. Pohled uživatele je odlišný od pohledu projektanta nebo programátora. Při logickém návrhu interaktivního systému je uplatňován strukturovaný přístup, schematicky znázorněný:



Dvě nové komponenty — virtuální terminál a transakční monitor — vyvolaly vznik dvou nových rozhraní.

Virtuální terminál je prostředek pro komunikaci uživatele se systémem, který umožňuje nezávislost aplikačních programů na formě komunikace.

Transakční monitor rozšiřuje funkci operačního systému zejména o transakční procesy, tzn. efektivní práci aplikačních programů s řízením paralelních procesů, s dynamickým přidělováním paměti atd.

Návrh interaktivního systému se realizuje, jestliže současné automatizované zpracování nevyhovuje některé z těchto podmínek:

- doba odezvy je úměrná potřebě;
- kontakt člověka s počítačem není nutný;
- dávkové zpracování je efektivní.

V některých úlohách není interakce požadována v celém jejich průběhu. Zde je možné interaktivní režim nasadit do činností, které jej vyžadují, a zbývající řešit dávkovým zpracováním.

Aplikace interaktivních systémů v geodézii a kartografii mohou směřovat zejména do:

- technologií tvorby map;
- informačních systémů.

První okruh aplikace je dán tradicí i potřebami zrychlení cyklů obnovy map a zvýšení kvality zobrazovaných informací. Druhý okruh aplikace je nezbytný jako vstupní řešení pro automatizované technologie tvorby map, ale také pro přechod k modernímu zabezpečování výběrových informací geodetického, topografického a geografického typu v digitální formě.

Pod pojmem výpočetní systém rozumíme všechny technické a programové prostředky, které se podílejí na vlastním zpracování úlohy, zahrnuje tedy počítač, operační systém, databankový systém a aplikační programové vybavení.

Procesor počítače je výkonnější než pro dávkové zpracování, protože vyřizuje požadavky až několika desítek uživatelů současně. Rychlost operací od 100 000 tisíc/s a výše, fungování v multiprogramovém režimu a sdílení času jsou samozřejmosti. Vybavenost velkokapacitními a rychlými vnějšími paměťmi zabezpečuje uložení masívů zorganizovaných dat a programů, které jsou předměty zpracování. Požadavky desítek až stovek MB vnější paměti, minimálně 0,5 MB operační paměti s virtualizací jsou základními předpoklady realizace interaktivního režimu.

Transakční monitor je programový produkt vyvíjený tak jako operační a databázové systémy obvykle softwarovými firmami. Umožňuje transakční způsob zpracování charakteristický náhodným výskytem menších úloh (transakcí), jež se zpracovávají s krátkou a zaručenou dobou odezvy. Požadavky na zdroje systému nejsou velké, ale datové struktury, nad nimiž transakční monitor operuje, jsou databázově orientované a sdílitelné se zabezpečením integrity mezi jednotlivými transakcemi. Sama aplikační transakce je rozdělena do zřetězených kroků — systémových transakcí. Funkce transakčního monitoru spočívá v komunikaci transakčních procesů s terminály, v paralelní práci a v trvalé pohotovosti přijímat další zprávy. Proces řízení transakcí souvisí s funkcí řízení dat, tedy zabezpečení rozhraní mezi monitorem a datovou základnou.

Virtuální terminál umožňuje oboustranný přenos dat mezi uživatelem a výpočetním systémem. Virtualizací terminálu rozumíme doplnění technického prostředku programovým vybavením, které zvyšuje jeho inteligenci, podporuje regulovatelnost a ovladatelnost prostředku uživatelem a soustřeďuje práci do jediného místa v interaktivním systému. Úloha virtuálního terminálu spočívá v bezchybném přenosu dat a odstínění uživatele od rysů komunikace nepodstatných z hlediska řešení aplikace. Funkce virtuálního terminálu spočívá zejména v transformaci dat z tvaru vyhovujícího uživateli do tvaru, který odpovídá filozofii zpracování dat aplikačním programem, a naopak. Prezentace a vstupní transformace dat jsou přísně odděleny od logiky aplikace. Virtuální terminál je procesorem se dvěma základními operacemi „čti“ a „piš“, k jejichž realizaci vyžaduje nejen vlastní zprávu, ale i adresaci zprávy.

Technické prostředky realizace virtuálních terminálů pro interaktivní systémy v geodézii a kartografii představují alfanumerické a grafické zobrazovací jednotky. Ty skýtají různorodé možnosti pro vstup a výstup dat, ovšem ovládnutí jednotek z hlediska aplikačního programování je náročné tím více, čím méně je jednotka podpořena komerčně dodaným programovým vybavením.

Uživatel je nejméně přizpůsobivým článkem interaktivního systému, ovšem na jeho vztahu k systému závisí úspěch či neúspěch realizace. Je nutno velmi vhodně navrhovat flexibilní jazyk komunikace s repertoárem znaků, signálů a jejich sémantiku, způsoby formátování dat i transformace dat, doby odezvy, délky a frekvence zpráv, aby uživatel byl ochoten pracovat se systémem a měl vytvořen potřebný komfort. Uživatel je determinován tvůrcem interaktivního systému, autoritativní charakter práce se systémem musí ovšem být dovedně skryt, aby sloužil prosazení standardizace pracovních postupů i jako nástroj řízení.

Navrhování interaktivního systému pro automatizovanou technologii nebo informační systém je komplikovaným procesem, který zahrnuje projektování úloh pořizování dat, organizace dat, výběru, generalizace dat a výstupů dat. Prostředky realizace interaktivního systému byly vymezeny a popsány. Zpracování dat je dáno cílem, jehož chceme dosáhnout, tj. finálním produktem mapové tvorby nebo souhrny číselných a textových informací pro geodetické, topografické a geografické použití. Samozřejmě se při zpracování dat využívá moderního postupu, jakým je databázové zpracování. Novou skutečností je komunikace člověka, odborníka, uživatele s výpočetním systémem.

Rozhraní mezi uživatelem a virtuálním terminálem je sférou plnění uživatelských požadavků funkcemi virtuálního terminálu a návazného programového vybavení. Zpracování úlohy v interaktivním systému probíhá v logicky na sebe navazujících krocích uživatele, které nazýváme aplikační transakce. Po provedení transakce se uživatel podle jejího výsledku rozhoduje o realizaci další aplikační transakce zasláním žádaných parametrů do aplikačního programu. Množina aplikačních transakcí je odrazem procesů probíhajících při řešení reálných odborných úkolů. Oddělení logiky transakcí od jejich imple-

mentace vyvolává nutnost formovat systémové transakce. Určitá kombinace, zřetězení podmnožiny systémových transakcí, vytváří transakci aplikační.

Aplikační transakce z logického i implementačního hlediska zahrnuje fáze:

- komunikace, ve které se volí požadovaný typ transakce, zasílají se potřebné parametry, kontroluje se jejich přípustnost a parametry se transformují do tvaru nutného pro programové vybavení;
- zpracování, kde je spuštěna příslušná část programového vybavení, uživatel je informován o probíhajícím výpočtu a na závěr o jeho výsledcích.

Tomuto přístupu odpovídá nový tvar vrstev programového vybavení interaktivního systému:

uživatel	}	aplikační
komunikace		programové
zpracování		vybavení
systém řízení báze dat	}	základní
operační systém		programové
technické vybavení		vybavení

Rozdělení do dvou hlavních vrstev zjednodušuje tvorbu a údržbu interaktivních aplikací, vrstva komunikace neobsahuje žádné informace o realizaci jednotlivých akcí a naopak vrstva zpracování neví nic o způsobu komunikace. Znamená to, že nad programovým vybavením vrstvy zpracování lze vybudovat několik různých vrstev komunikace.

Při projektování komunikace musíme vybrat způsob komunikace a komunikační jazyk.

Způsoby komunikace zahrnují:

- abecedně číslíkovou komunikaci;
- grafickou komunikaci, zejména kreslení obrazů;
- akustickou komunikaci.

Pro aplikace v kartografii a geodézii lze užít první dva uvedené způsoby.

Výběr komunikačního jazyka je bohatší:

- přirozený jazyk;
- umělý jazyk (programovací);
- mnemotechnické zkratky;
- kódovaná klávesnice;
- vyplňování formuláře;
- výběr z variant — jídelníček.

Efektivními formami komunikačního jazyka jsou pro aplikace v kartografii a geodézii bezesporu kódované klávesnice a jídelníček.

Tvůrce interaktivního systému určuje míru aktivity uživatele tak, aby komunikace byla co nejefektivnější a vycházela z úrovně uživatelských znalostí automatizované problematiky. Je zřejmé, že především v kartografických aplikacích bude převažovat počítačem řízená interakce. Nutnost dosažení vysoké kvality kartografické produkce, ohromná množství zpracovávaných dat i značně rozdílné přístupy k řešení konkrétních situací při projektování map ze strany kartografů k tomuto závěru plně opravňují. Interakce bude po spuštění systému probíhat předkládáním řady dotazů počítače uživateli. Odpovědi určí další směr komunikace, včetně přerušování a rozsáhlého zpracování v dávkovém režimu.

Tvůrce interaktivního systému rozhoduje o režimu komunikace. V konverzačním režimu uživatel vybírá z téže množiny nebo přesně definované podmnožiny transakcí. Transakce jsou nezávislé a jejich volba je v rukou uživatele. V dialogovém režimu vybírá uživatel v každém kroku z jiné množiny transakcí, přičemž transakce jsou na sobě závislé. Komunikace je pohybem po stromovém nebo síťovém grafu. Dialogovému režimu odpovídá počítačem řízená komunikace pomocí jídelníčku. Dialogový režim, ve kterém uživatel vždy vybírá jednu z předem definovaných cest, bude pro automatizované technologie tvorby a obnovy map nejvhodnějším typem komunikace.

Dobrý interaktivní systém musí umožnit návrat v komunikaci o daný počet kroků, na začátek i do určitého uzlu komunikace. Návrat ve vrstvě zpracování vyžaduje rekonstrukci datové základny, k čemuž je možné použít body opakování nebo retrospektivní (žurnálový) soubor.

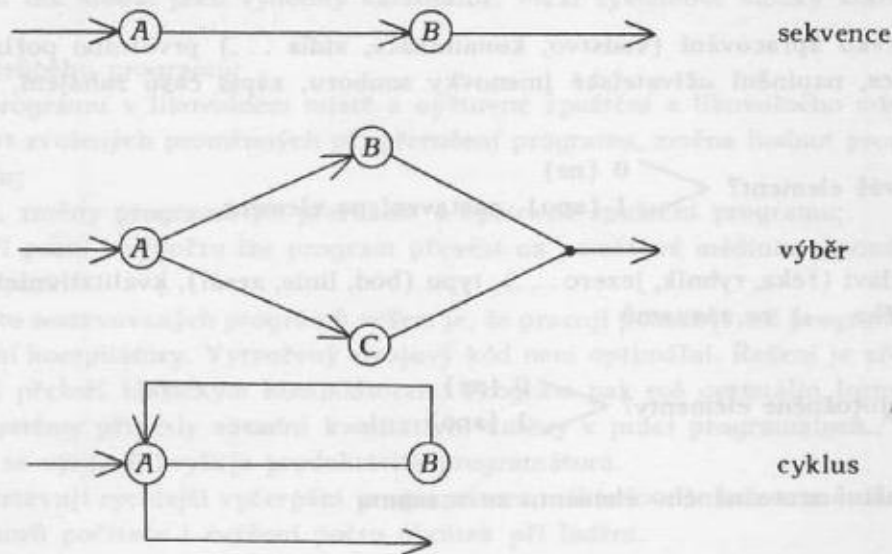
Důležitými momenty komunikace, ale i návrhu interaktivního systému jsou doba odezvy a doba celkového trvání komunikace. Doba odezvy je posuzovatelná:

- a) zpětnou signalizací o přijetí zprávy;
- b) časovým intervalem od zadání požadavku po obdržení výsledku.

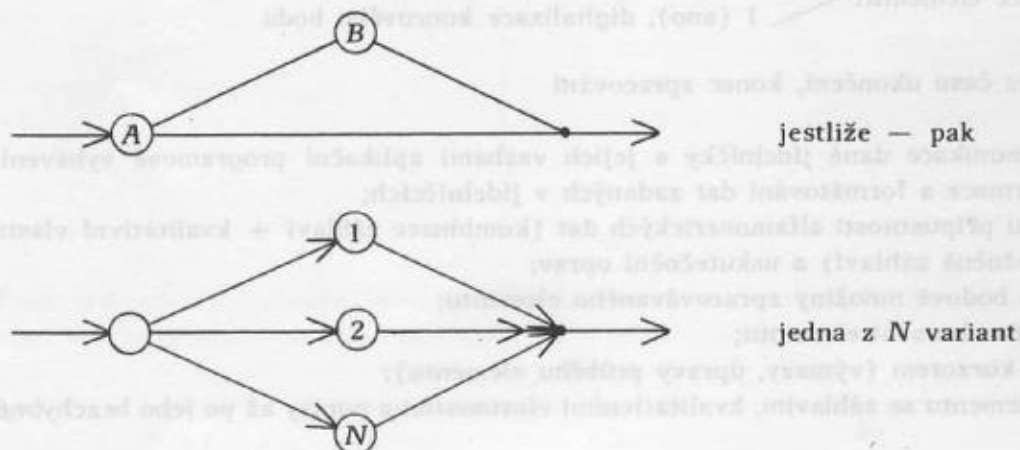
Časová mez zpětné signalizace z psychologických a fyziologických hledisek nemůže přesáhnout 1 až 2 sekundy. Pro určení časového intervalu od zadání po obdržení výsledku je nutno vycházet z aktuálnosti odpovědi. Protože tato doba u technologických kartografických aplikací může činit i minuty, pak interaktivní systém musí poskytovat průběžně informace o své práci především grafickým zobrazením uzlových stavů. Terminál může být v době čekání uvolněn pro další interakci, při níž lze formulovat zadání jiných úloh. Trvání celkové doby komunikace závisí na potřebě soustředění na práci i na fyziologických předpokladech operátorů, aby nedošlo ke vzniku zdravotních problémů.

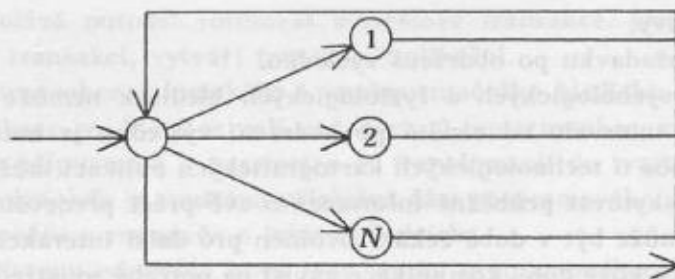
Adaptabilita systému pro aplikace v geodézii a kartografii by měla být založena na schopnosti modifikovat funkce i výrazové prostředky, což při grafické komunikaci není zásadním problémem. Dále je možné zahrnout do projektování i prostředky pro definování tvaru výstupních informací.

Návrh dialogu, který je podstatně náročnější než návrh konverzace, vyžaduje pro projektování automatizovaných technologií vytvořit desítky jídelníčků a zabezpečit veliké množství vazeb mezi nimi. Tuto komplikovanou síť komunikace lze řešit i pro snadnou údržbu pouze znázorněním ve strukturovaném orientovaném grafu. Jednotlivé uzly grafu představují jídelníčky, hrany reprezentují volby v jídelníčcích. Z uvedeného vyplývá, že pro návrh komunikace je nezbytné užít metody strukturovaného programování. Pokud bude pracováno s informacemi organizovanými v bázi dat, postačí funkčně orientované strukturované programování, jinak by mělo být upřednostněno datově orientované strukturované programování. Základní struktury používané v strukturovaných orientovaných grafech jsou:



Tyto základní struktury nezachycují nejpotřebnější situace dialogu, takže jejich modifikací dostáváme odvozené struktury:





M z N variant
(Ø M N)

Struktura „jestliže – pak“ slouží všude tam, kde chceme v komunikaci vytvářet zkratky. Struktura „jedna z N variant“ vede ke stromovému charakteru komunikace, který je pro dialog typický. Struktura „M z N variant“ dovoluje opakovaný návrat k jednomu jídelníčku pro výběr libovolného počtu voleb v jakémkoli pořadí. Kromě statických příkazů je žádoucí dát uživateli možnost návratu v komunikaci. Navržená komunikační síť může být přímo převedena do textu programu nebo lze využít speciální jazyk pro popis sítí a jídelníčků. Procesor jazyka pak generuje jídelníčky i přechody mezi nimi.

Příkladem návrhu dialogu může být rámcové řešení pořizování dat z obsahu mapy. Data jsou pořizována sledováním průběhu elementů na vektorovém snímacím zařízení. Element představuje entitu o neproměnných attributech – záhlaví jako množina pojmenování příslušných mapových prvků a kvalitativní vlastnosti jako detailní vyjádření geografických charakteristik. Popis alfanumerického typu se může vyskytnout kdekoliv.

Z: zadání prvku zpracování (vodstvo, komunikace, sídla ...) prvotního pořizování dat nebo aktualizace, naplnění uživatelské jmenovky souboru, zápis času zahájení, nasnímání rohů předlohy

EL: zpracováváš element? $\begin{cases} 0 \text{ (ne)} \\ 1 \text{ (ano), nastavení na element} \end{cases}$

ZAKV: výběr záhlaví (řeka, rybník, jezero ...), typu (bod, linie, areál), kvalitativních vlastností (typ břehů, šířka ...) ze záznamů

ZE: existují ztotožněné elementy? $\begin{cases} 0 \text{ (ne)} \\ 1 \text{ (ano)} \end{cases}$

ZZE: výběr záhlaví ztotožněného elementu ze seznamu

PU: zápis popisného údaje? $\begin{cases} 0 \text{ (ne)} \\ 1 \text{ (ano)} \end{cases}$

ZPU: výběr typu popisného údaje ze seznamu, zápis hodnot

KE: konec elementu? $\begin{cases} 0 \text{ (ne), digitalizuj přírůstkově} \\ 1 \text{ (ano), digitalizace koncového bodu} \end{cases}$

K: zápis času ukončení, konec zpracování

Kromě komunikace dané jídelníčky a jejich vazbami aplikační programové vybavení zabezpečí:

- transformace a formátování dat zadaných v jídelníčcích;
- kontrolu přípustnosti alfanumerických dat (kombinace záhlaví + kvalitativní vlastnosti + popisy + ztotožněná záhlaví) a uskutečnění oprav;
- redukci bodové množiny zpracovávaného elementu;
- grafické zobrazení elementu;
- práci s kurzorem (výmazy, úpravy průběhu elementu);
- zápis elementu se záhlavím, kvalitativními vlastnostmi a popisy až po jeho bezchybném a úplném zachycení.

3. Interaktivní tvorba, ladění a testování programů

Při interaktivní tvorbě programů se programy píšou na terminálu a jejich řádky se ukládají do speciálních souborů na diskové paměti. Program může být opravován a testován přímo z terminálu, práce programátora se zefektivnila a využívají se možnosti:

- interaktivně sestavit jak interaktivní, tak dávkový program;
- v dávkovém režimu lze sestavit a ověřit program, který se bude používat v interaktivním režimu; při testování je styk s terminálem simulován.

Při interaktivní tvorbě programů se užívá abecedně číslicové komunikace, klasických nebo konverzačních programovacích jazyků a konverzačního režimu.

Konverzační programovací jazyky jsou speciálně zaměřeny na využití v konverzačních systémech. Nejpodstatnější změnou konverzačních jazyků proti klasickým je funkce kompilátoru, který překládá interpretačním způsobem, tj. přeložený příkaz se ihned vykonává. Kompilace programu probíhá v krocích:

- po odeslání řádku je provedena syntaktická kontrola, najde-li se chyba, je jí nutné ihned opravit;
- jakmile je program sestaven a odstartován, kompilátor překládá řetězce znaků (řádka, skupina řádek) do strojového kódu; narazí-li se na chybu, výpočet je zastaven, chybu je možné opravit a ve výpočtu pokračovat nebo jej zahájit od začátku.

Výhodou tedy je, že se kompilace na rozdíl od klasických překladačů neprovádí celá znova. Některé z příkazů konverzačního jazyka tvoří jeho algoritmickou část a lze je v okamžitém režimu provádět. Výpočetní systém tak slouží jako výhodný kalkulátor. Mezi systémové složky konverzačních jazyků patří:

- sledování průběhu programu;
- přerušení programu v libovolném místě a opětovné spuštění z libovolného místa;
- výpis hodnot zvolených proměnných při přerušení programu, změna hodnot proměnných a pokračování ve výpočtu;
- rozšiřování, změny programu po přerušení a opětovné spuštění programu;
- kdykoliv při psaní i výpočtu lze program převést na paměťové médium a později znova vyvolat a pokračovat v práci.

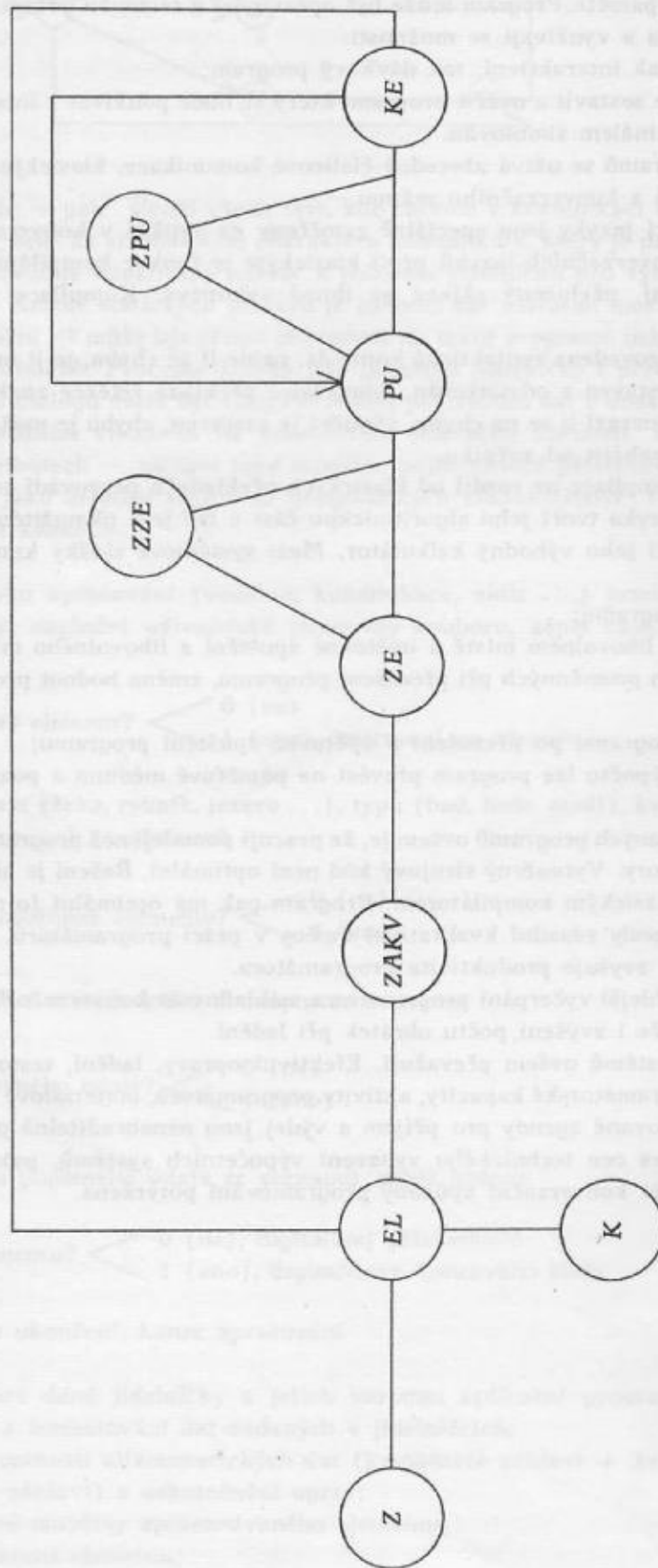
Nevýhodou takto sestavovaných programů ovšem je, že pracují pomaleji než programy přeložené a sestavené klasickými kompilátory. Vytvořený strojový kód není optimální. Řešení je zřejmé; po odladění programu se celý přeloží klasickým kompilátorem. Program pak má optimální formu.

Konverzační systémy přinesly zásadní kvalitativní změny v práci programátorů. Využívali se jich s rozvahou, pak se výrazně zvyšuje produktivita programátora.

Nevýhody představují rychlejší vyčerpání programátora, nákladovost konverzačního systému, nároky na kvalitu operátorů počítače i zvýšení počtu obrátek při ladění.

Výhody konverzačních systémů ovšem převažují. Efektivní opravy, ladění, testování bez zbytečné administrativy, zvýšení programátorské kapacity, aktivity programátorů, materiálové úspory papírových médií a odstranění komplikované agendy pro příjem a výdej jsou nenahraditelná pozitiva.

Uvážíme-li výrazný pokles cen technického vybavení výpočetních systémů, pak je progresivnost, efektivnost i nutnost zavádět konverzační způsoby programování potvrzena.



Návrh dialogu pořizování dat z obsahu mapy

4. Závěr

Vývoj interaktivních systémů ve smyslu jejich definice „souhrn technických a programových prostředků, které uživatelé dovolují sledovat, řídit a optimalizovat řešení úlohy,“ je v podmínkách TS ČSLA novým problémem automatizace. V rozhodující míře bude žádoucí uplatnit metody:

- strukturované projektování a programování;
- abecedně číslíkovou a grafickou komunikaci v dialogovém režimu s jídelníčky.

Výběr úloh nebude náročný, stačí dodržet postup od jednoduchého k složitějšímu a kritérium vhodnosti v souladu s potřebami TS ČSLA. Intenzivní systémy v kartografii a geodézii představují novou kvalitu vědeckotechnického pokroku. Jejich konstrukce by měla vyjít z hlubokých odborných znalostí a tvůrčího pojetí zejména řídicí a organizační práce.

Literatura:

MORAVEC, D.: Obecné a aplikační programové vybavení interaktivní počítačové grafiky pro účely automatizované tvorby map. [Studie.] Praha, VS 090 1985.

Do redakce došlo 1. 4. 1986.

Banka kartografických dat — spojování snímacích jednotek v bázi dat (řešení vnějších vztahů)

1. Úvod

Článek se zabývá jedním z problémů banky kartografických dat (BKD) v databankové technologii automatizované tvorby topografických map. Jedná se o spojování snímacích jednotek — digitalizovaných map v měřítku 1:25 000 — do ukládací jednotky — báze dat (BD). Článek navazuje na články [1] a [2], které je vhodné pro pochopení popisovaných otázek prostudovat.

Řešit integraci báze dat je v databankové technologii nezbytné proto, že z technologických a technických (počítačových) důvodů nelze uložit data do báze dat jako jediný celek, ale jako množinu snímacích jednotek — datových souborů vhodných k praktickému zpracování pro výpočetní systém, zařízení počítačové grafiky a uživatele (redakční příprava, práce operátorů a správy báze dat). Integrace je řešena pro každou snímací jednotku a dotýká se veškeré grafické situace na rámu snímacích jednotek a situace s ní logicky spojené, takže v bázi dat dochází k modifikaci všech typů datových struktur (záznamy BANKA, SJEDN, RADKA, ELEMT, POPIS, INVER, VZTAH, RASTR, RETEZ, SLEDO, SOUST). K hlavním změnám dochází u incidujících elementů (RADKA, ELEMT, POPIS, INVER) na rámu snímacích jednotek a jim odpovídajících datových struktur řetěz, sled, soustava (záznamy RETEZ, SLEDO, SOUST).

Autor článku se omlouvá za kartograficky nepřilíživá schémata, jež ilustrují způsob řešení v části 3. Obrázky dokumentují pouze správnost provedených operací v bázi dat a dále byly navrženy se snahou o zachycení značného počtu řešených situací.

2. Princip řešení

Vnější vztahy jsou chápány jako fyzické a logické návaznosti prvků vodstva na sekčním rámu snímací jednotky. V bázi dat jsou indikovány až do jejich vyřešení v záznamech RADKA. Řeší se mezi každou nově ukládanou a zpracovávanou snímací jednotkou a bázi dat (množinou již uložených a spojených snímacích jednotek).

Vyřešení vnějších vztahů se realizuje ve 3 krocích — sekvenčním zpracováním programů BKDVNE1, BKDVNE2 a BKDVNE3 (jejich celkový rozsah asi 3600 řádků textu v jazyce PL/1).

V 1. kroku (program BKDVNE1) jsou nejprve z nomenklatury zpracovávané snímací jednotky odvozeny nomenklatury sousedních snímacích jednotek, a pro ty z nich, které jsou uloženy v BD, jsou pomocí rastrových polí na sekčním rámu vyhledány incidující záznamy RADKA s vnějším vztahem. Na základě parametrických štítků nebo automaticky programem jsou z vnějších vztahů, tvořících na rámu bod vtoku či výtoku, vytvořeny vztahy primární. Dále probíhá integrace elementů (záznam RADKA, ELEMT, POPIS, INVER), jež zahrnuje řadu databázových operací (převod bodových množin mezi záznamy RADKA, přepojení záznamů ELEMT a POPIS k integrovanému záznamu RADKA, modifikace záznamů INVER). Výsledkem tohoto kroku jsou vytvořené seznamy dvojic vnějších vztahů a primárních vztahů na sekčním rámu ve formě externích souborů a integrované elementy nebo vytvořené vztahy. Program zjišťuje rovněž 2 typy chyb. Jednak když elementy na rámu nenavazují (přesnost), jednak když není zachován stejný směr digitalizace vodních toků.

Ve 2. kroku (program BKDVNE2) se řeší integrace datových struktur řetěz, sled a soustava. Řešení vychází ze seznamu dvojic vnějších vztahů, předaného z předcházejícího kroku. Nejprve probíhá integrace řetězů, při níž se rozlišuje způsob zpracování podle typu na čárové a plošné prvky a u plošných prvků na integraci tekoucího a stojatého vodstva. Algoritmus řešení musí veškeré specifiky zpracovávaných dat zohlednit. Z hlediska databázových operací se jedná o přepojování výskytů záznamů od jednoho vlastníka ke druhému, zjišťování pozice v sadě (setu) ke správnému zapojení, rušení a modifikace obsahu záznamů. Nejobtížnějším problémem bylo spojování soustav jako hierarchicky uspořádaných posloupností sledů (soustava představuje fragment říční sítě). Složitost je daná především rozsahem,

strukturou a způsobem incidence soustav. Incidující soustavy se nejprve analyzují. Výsledek analýzy je pro každou ze soustav popsán v datové struktuře S , jež obsahuje:

- identifikaci incidujícího sledu;
 - identifikaci nadřazeného sledu pro incidující (položka SLE VTOK);
 - identifikaci soustavy;
 - identifikaci sledu hlavního toku (tj. nultá generace toků a kořenový segment v hierarchické struktuře soustavy);
 - počet generací přítoků či sledů;
 - počet toků (sledů) v generaci
 - identifikace prvního sledu v generaci
 - směr toku soustavy.
- } pro každou generaci přítoků;

Na základě rozboru struktury S se provádí u říčních soustav buď spojení soustav integrací hlavního toku (viz obr. 1), nebo spojení soustav integrací přítoku (viz obr. 2).

Při spojování soustav je vždy neměnné prostředí již integrované báze dat a ke změnám dochází v soustavě z nově řešené snímací jednotky (přepojení sledu/ů/ soustavy, vkládání generací sledů nebo jednotlivých sledů do soustavy, změna obsahu položek záznamů, řešení neplatných sledů a soustav). Každá z uvedených operací generuje celou řadu databázových manipulací.

Ve 3. kroku (program BKDVNE3) se dořeší zbylé situace na rámu, kdy se integrace soustav realizuje na základě vytvořeného primárního vztahu. Tyto situace budou prakticky vzácné, ale jsou programově zabezpečené. V uskutečněném zkušebním provozu databankové technologie prvku vodstva se nevyskytly.

Praktické zkušenosti ze spojování snímacích jednotek v bázi dat (na výpočetním systému EC 1033) ukazují dobrou výkonnost navržených algoritmů integrace. V jedné snímací jednotce se vyskytuje maximálně dvacet integračních situací. Při velikosti soustav řádově desítky sledů jsou počítačem vyřešeny do 15 minut.

3. Zkušební příklad

Správnost automatizované integrace datových struktur v bázi dat ilustruje zkušební příklad. Modelová situace dvou snímacích jednotek „vodstva“ před spojováním je uvedena na obr. 3 a 4. Ve schématech jsou všechny typy datových struktur popsány (číslovány). Výpis obsahu báze dat, znázorněného na obr. 3 a 4, je uveden v tab. 1. Je vidět, že před spojením je v BD celkem 16 soustav, 39 sledů, 52 řetězů a 89 elementů.

Následující tab. 2 udává přehled integračních situací (vnějších vztahů a zaváděných primárních vztahů) na sekčním rámu obou snímacích jednotek.

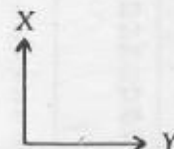
Tabulka 2

Přehled incidujících vnějších a primárních vztahů

Rastr X, Y	Seznam incidujících elementů (číslo RADKA)				
29/38	2–49	1–47			
29/39	1–48	3–52	3–53	4–53	
29/41	7–54	11–58	17–65	16–64	31–63
29/42	30–60	44–67	43–66	29–83	(primární)
29/43	41–72	41–72			
29/44	34–71	(primární)			
29/45	27–73	23–71	(primární)		

Poznámka:

- primární vztahy se zavádějí „ručně“ (z parametrických DŠ) při činnosti programu BKDVNE1;
- souřadná soustava rastrových polí



Výsledek spojení — tj. výsledek činnosti programů BKDVNE1, BKDVNE2 a BKDVNE3 — ukazuje obr. 5, 6 a výpis obsahu BD tab. 3. Je vidět, že integrace byla provedena správně a že v BD zůstalo integrovaných 5 soustav (3 fragmenty říční sítě a 2 ostrovy), 27 sledů, 40 řetězů a 73 elementů. Postup práce programů lze dokumentovat kontrolními výpisy, ale pro jejich značný rozsah i menší přehlednost by nebylo vhodné je k článku přiložit.

Bude tedy alespoň popsána integrace původních soustav 3, 4, 5, 15 do výsledné soustavy 3.

Činnost programu BKDVNE1: vyhledává následující dvojice elementů (viz tab. 4) a provede jejich integraci (ve směru snímání dat).

Tabulka 4

Seznam dvojic elementů a výsledek jejich integrace

Integrační situace	Původní elementy		Výsledný element
1	11	58	11
2	7	54	7
3	3	53	3
4	52	3	52
5	52	4	52

Činnost programu BKDVNE2: vychází ze seznamu (viz tab. 4) a pokračuje v integraci pro jednotlivé situace:

1/ řetězem 33 (o elementu 58) a 8 (o elementu 11); oba řetězy mají jen 1 element, takže se integrace vyřeší zrušením neplatného elementu 58. Dále probíhá integrace sledů 25 (o řetězu 33) a 5 (o řetězech 6, 7, 8); sled 25 má 1 řetěz, takže se zruší jen neplatný řetěz 33. Integrace soustavy 15 (o sledech 23, 24, 25, 26) a soustavy 5 (o sledech 5, 6, 7, 8) probíhá jako řešení přítoku; sled 25 se přečísluje na 5 (proběhnou příslušné modifikace) a k výsledné soustavě 5 se připojí sledy 6, 7, 8. Soustava 15 se zruší. Soustava 5 má po integraci sledy 23, 24, 5, 26, 6, 7, 8;

2/ řetězem 30 (o elementech 52, 53, 54, 55) a 4 (o elementech 4, 5, 6, 7); program zjistí, že pro stejné řetězy má integrovat ještě situaci 5 — takže je spojí a výsledkem je řetěz 4 o elementech 52, 53, 5, 6, 7, 55. Zruší se neplatné elementy 4 a 54.

Výsledkem integrace sledu 23 (o řetězech 28, 29, 30) a sledu 4 (o řetězech 4, 5) je sled 4 (o řetězech 28, 29, 4, 5) a neplatný řetěz 30 se zruší.

Soustavy 5 (o sledech 23, 24, 5, 26, 6, 7, 8) a soustavy 4 (sled 4) se řeší integrací hlavního toku (sled 4 a 23) a připojením sledů soustavy 5 k soustavě 4. Výsledná soustava 4 má sledy 4, 24, 5, 26, 6, 7, 8 a soustava 5 se zruší;

3/ řetězem 4 (o elementech 52, 53, 5, 6, 7, 55) a 3 (o elementu 3); program zjistí, že opakování situace integrace řetězů je pro situaci 4 — takže je spojí a výsledný řetěz 3 má elementy 52, 5, 6, 7, 55 a elementy 3 a 53 se zruší.

Integrace sledů 4 (o řetězech 28, 29, 4, 5) a sledu 3 (o řetězu 3) je vyřešena již předchozí integrací řetězů, takže dojde jen k přečíslování sledu 4 na 3 a neplatný řetěz 4 je zrušen. Výsledný sled 3 má řetězy 28, 29, 3, 5.

Integrace soustav 4 (o sledech 4, 24, 5, 26, 6, 7, 8) a 3 (o sledu 4) proběhne jako v předchozím případě integrací hlavního toku a přepojením sledů soustavy 4 k soustavě 3 a soustava 4 se zruší.

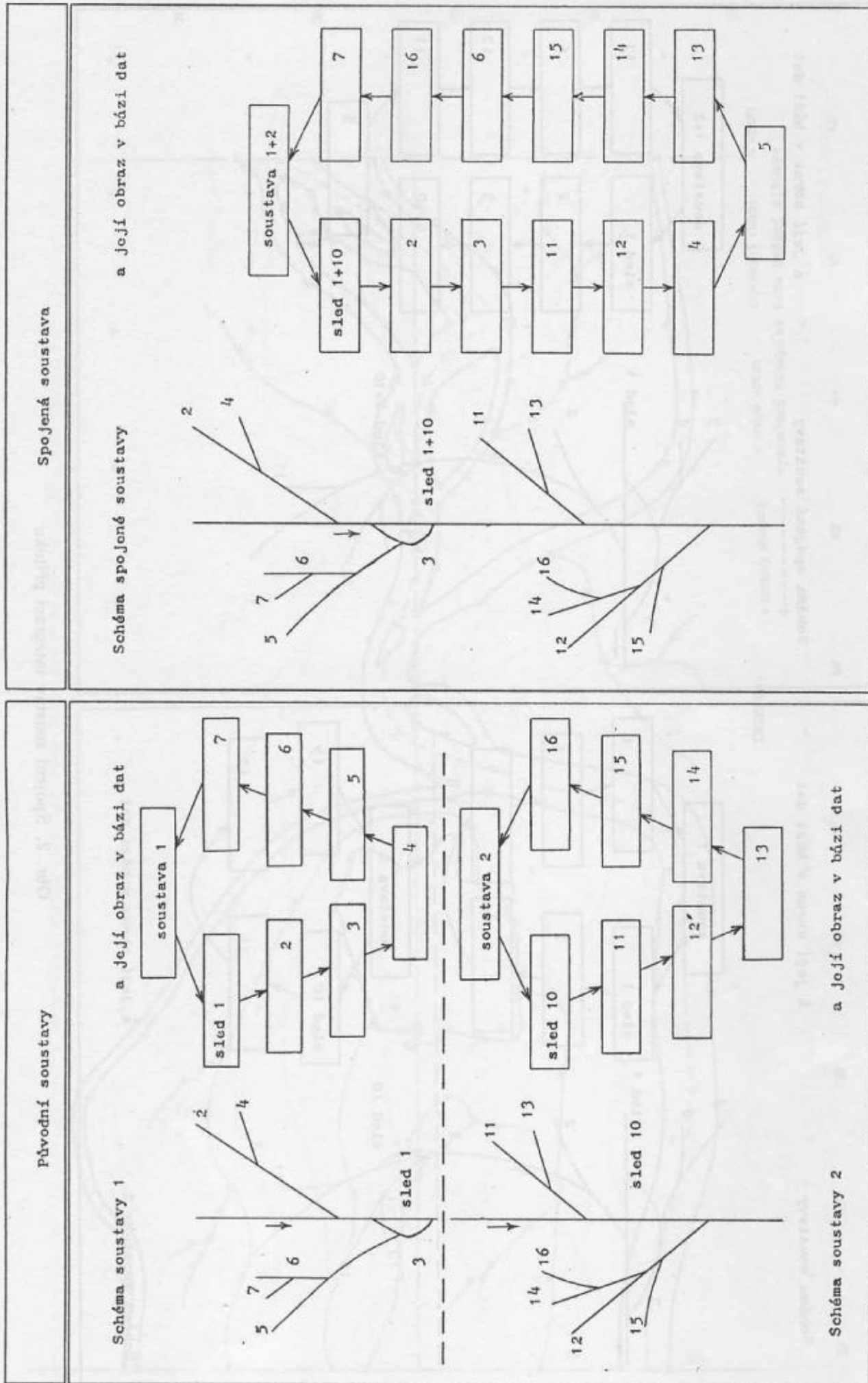
Program BKDVNE3 nebude zpracován, neboť se nevyskytují primární vztahy na sekčním rámu.

Popsaná integrace je sice poněkud jednodušší než některé další situace ve zkušebním příkladě, ale přesto dostatečně názorná k činnosti programů pro řešení vnějších vztahů.

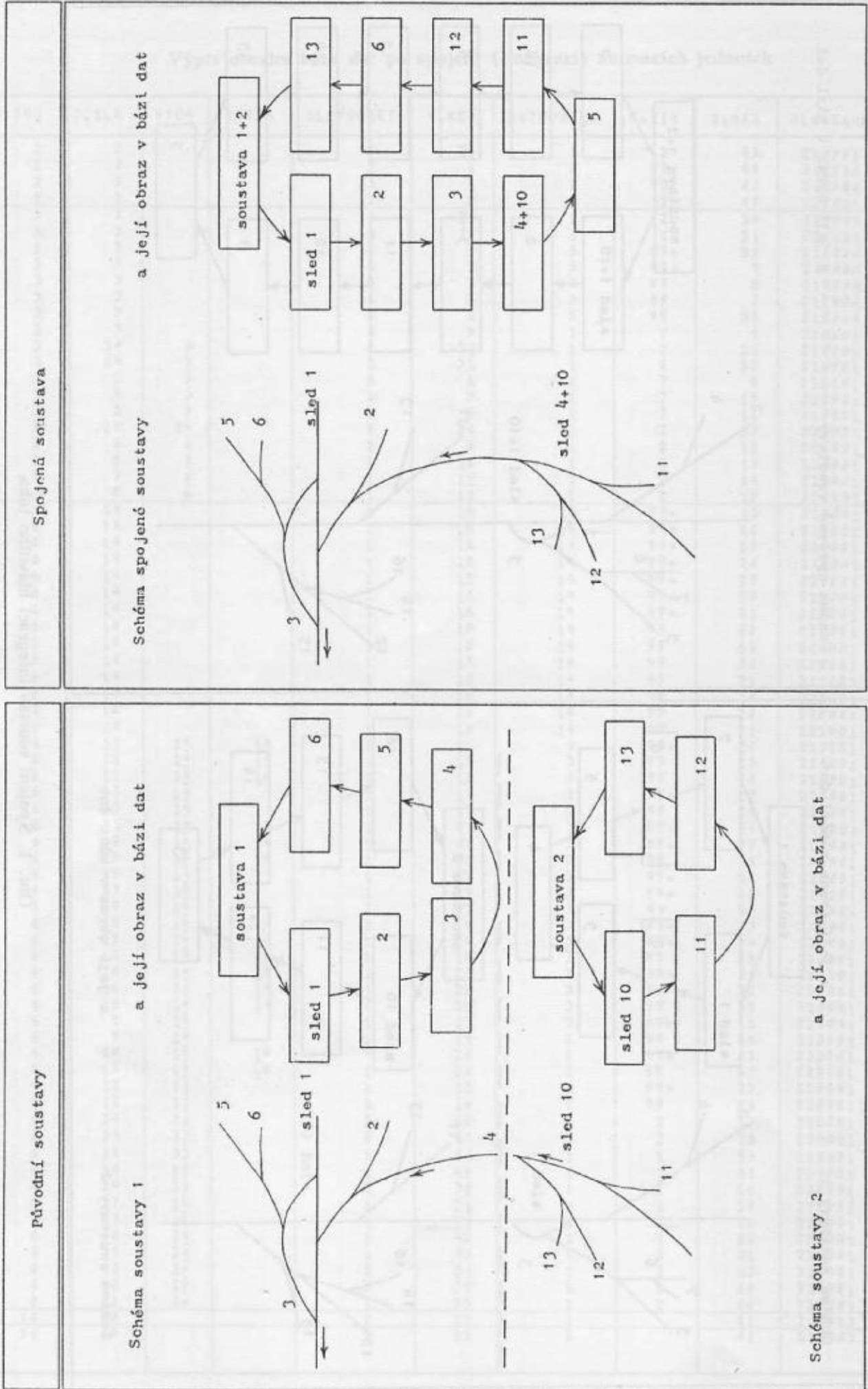
C,SOU	C,SLE	VYDN	VYTOX	SLEPOCRET	C,RET	RETPOCELE	E,SIR	C,RAJ	ELE=ZAHL	R=IND
1	1			1	1	1	99	1	210004	3
2	2			1	2	1	99	2	220001	3
3	3			1	3	1	99	3	210004	3
4	4			2	4	4	99	4	210004	1
4	4			2	4	4	99	5	210004	
4	4			2	4	4	99	5	210004	
4	4			2	4	4	99	7	210004	2
4	4			2	5	1	99	8	220001	2
5	5			3	6	1	99	9	220001	1
5	5			3	7	1	99	10	220001	
5	5			3	8	1	99	11	220001	2
5	6	3		2	9	1	99	12	220001	
5	6	3		2	10	1	99	13	220001	
5	7	3		1	11	1	99	14	220001	
5	8	3		1	12	1	99	15	220001	
6	9			1	13	2	99	16	220001	3
6	9			1	13	2	99	17	220001	3
7	10			1	14	4	99	18	220001	1
7	10			1	14	4	99	19	220001	
7	10			1	14	4	99	20	220001	
7	10			1	14	4	99	21	220001	2
7	11	10	10	1	15	3	99	22	220001	
7	11	10	10	1	15	3	99	23	220001	1
7	11	10	10	1	15	3	99	24	220001	
7	13	10		1	17	2	99	27	220001	3
7	13	10		1	17	2	99	28	220001	2
7	12	10		1	16	2	99	25	220001	
7	12	10		1	16	2	99	25	220001	
8	14			1	18	4	99	29	220001	1
8	14			1	18	4	99	30	220001	2
8	14			1	18	4	99	31	220001	1
8	14			1	18	4	99	32	220001	
8	15	10	10	1	19	3	99	33	220001	
8	15	10	10	1	19	3	99	34	220001	2
8	15	10	10	1	19	3	99	35	220001	
8	16	10	10	1	20	3	99	36	220001	
8	16	10	10	1	20	3	99	37	220001	
8	16	10	10	1	20	3	99	38	220001	
8	17	10		1	21	2	99	39	220001	
8	17	10		1	21	2	99	40	220001	
10	18			1	22	1	99	41	210003	3
11	19			1	23	1	99	42	210003	
12	20		14	1	24	2	99	43	220001	2
12	20		14	1	24	2	99	44	220001	1
13	21			3	25	1	99	45	220001	
13	21			3	26	3	99	45	210004	
13	21			3	26	3	99	47	210004	2
13	21			3	26	3	99	48	210004	1
13	21			3	27	1	99	49	220001	2
15	23			3	28	1	99	50	220001	1
15	23			3	29	1	99	51	220001	
15	23			3	30	4	99	52	210004	2
15	23			3	30	4	99	53	210004	3
15	23			3	30	4	99	54	210004	1
15	23			3	30	4	99	55	210004	
15	24	23		2	31	1	99	56	220001	
15	24	23		2	32	1	99	57	220001	
15	25	23		1	33	1	99	58	220001	1
15	26	23		1	34	1	99	59	220001	
16	27			1	35	4	99	60	220001	1
16	27			1	35	4	99	61	220001	2
16	27			1	35	4	99	62	220001	1
16	27			1	35	4	99	63	220001	2
16	28	27		1	36	2	99	64	220001	1
16	28	27		1	36	2	99	65	220001	2
16	29	27		1	37	2	99	66	220001	1
16	29	27		1	37	2	99	67	220001	2
17	30			1	38	4	99	68	220001	
17	30			1	38	4	99	69	220001	
17	30			1	38	4	99	70	220001	
17	30			1	38	4	99	71	210003	3
17	32	30		1	40	1	99	73	220001	1
17	33	30	30	1	41	3	99	74	220001	
17	33	30	30	1	41	3	99	75	220001	
17	33	30	30	1	41	3	99	76	220001	
17	37	30		1	47	2	99	82	220001	1
17	37	30		1	47	2	99	83	220001	2
17	37	30		1	47	2	99	84	220001	2
17	34	33		3	42	1	99	77	220001	
17	34	33		3	43	1	99	78	220001	
17	34	33		3	44	1	99	79	220001	
17	39	37		2	49	1	99	85	220001	
17	39	37		2	50	1	99	86	220001	
17	35	34		1	45	1	99	80	220001	
17	36	34		1	46	1	99	81	220001	
17	40	39		2	51	1	99	87	220001	
17	40	39		2	52	1	99	88	220001	
17	41	39		1	53	1	99	89	220001	
18	51			1	59	1	99	92	210003	3

Výpis obsahu báze dat po spojení (integraci) snímacích jednotek

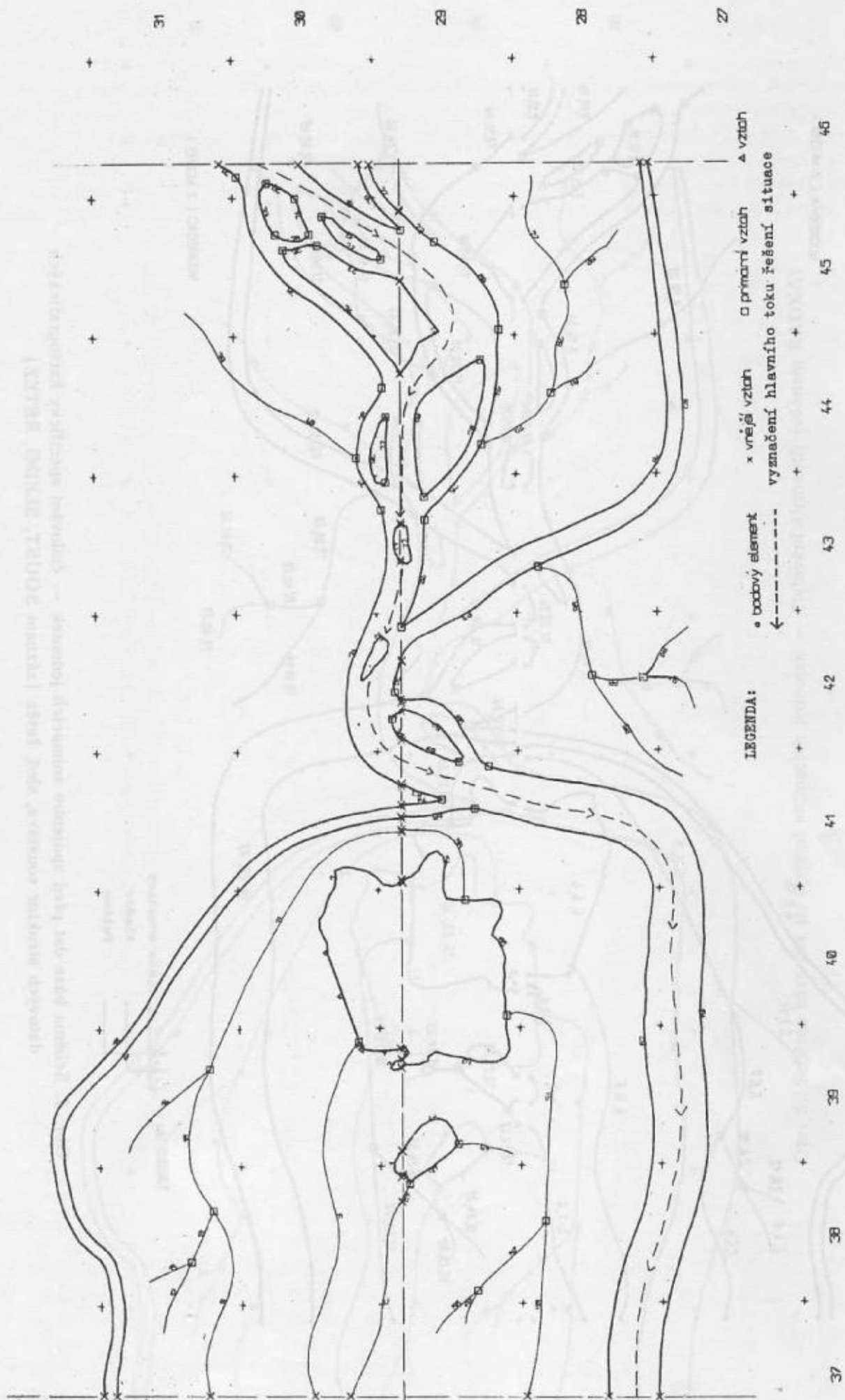
C,SOU	C,SLE	VYTK	VYTK	SLEPOCRET	C,RET	RETPOCELE	E=5IR	J,RAJ	ELE=ZAH	R=IND
2	2			3	25	1	2	45	220001	
2	2			3	1	2	99	46	210004	
2	2			3	1	2	99	47	210004	
2	2			3	2	1	2	49	220001	2
3	3			4	28	1	2	50	220001	1
3	3			4	29	1	2	51	220001	
3	3			4	3	5	99	52	210004	
3	3			4	3	5	99	5	210004	
3	3			4	3	5	99	6	210004	
3	3			4	3	5	99	7	210004	
3	3			4	3	5	99	55	210004	
3	24			4	5	1	7	5	220001	2
3	24			2	31	1	2	56	220001	
3	24			2	32	1	2	57	220001	
3	5			3	6	1	7	9	220001	1
3	5			3	7	1	7	10	220001	
3	5			3	8	1	7	11	220001	
3	26			1	34	1	2	59	220001	
3	6			2	9	1	2	12	220001	
3	6			2	10	1	2	13	220001	
3	7			1	11	1	2	14	220001	
3	8			1	12	1	2	15	220001	
6	14			1	10	14	99	19	220001	1
6	14			1	18	14	99	60	220001	
6	14			1	10	14	99	69	220001	
6	14			1	18	14	99	70	220001	
6	14			1	10	14	99	29	220001	
6	14			1	18	14	99	30	220001	
6	14			1	18	14	99	61	220001	2
6	14			1	18	14	99	62	220001	1
6	14			1	18	14	99	63	220001	
6	14			1	18	14	99	32	220001	
6	14			1	18	14	99	71	210003	
6	14			1	18	14	99	19	220001	
6	14			1	18	14	99	20	220001	
6	14			1	18	14	99	21	220001	2
6	11			1	15	3	99	22	220001	
6	11			1	15	3	99	23	220001	
6	11			1	15	3	99	24	220001	
6	13			1	17	2	99	27	220001	1
6	13			1	17	2	99	28	220001	2
6	33			1	41	3	99	74	220001	
6	33			1	41	3	99	75	220001	
6	37			1	41	3	99	76	220001	
6	37			1	47	3	99	82	220001	1
6	37			1	47	3	99	83	220001	
6	15			1	47	3	99	84	220001	2
6	15			1	19	3	99	33	220001	
6	15			1	19	3	99	34	220001	
6	15			1	19	3	99	35	220001	
6	16			1	20	3	99	36	220001	
6	16			1	20	3	99	37	220001	
6	16			1	20	3	99	38	220001	
6	9			1	13	2	99	16	220001	1
6	9			1	13	2	99	65	220001	2
6	20			1	24	2	99	43	220001	
6	20			1	24	2	99	67	220001	
6	12			1	16	2	99	25	220001	
6	12			1	16	2	99	26	220001	
6	34			3	42	1	2	77	220001	
6	34			3	43	1	2	78	220001	
6	34			3	44	1	2	79	220001	
6	39			2	49	1	2	85	220001	
6	39			2	50	1	2	86	220001	
6	17			1	21	2	2	39	220001	
6	17			1	21	2	7	40	220001	
6	35			1	45	1	2	80	220001	
6	36			1	46	1	2	81	220001	
6	40			2	51	1	2	87	220001	
6	40			2	52	1	2	88	220001	
6	41			1	53	1	2	89	220001	
10	10			1	22	1		41	210003	
11	19			1	23	1		42	210003	



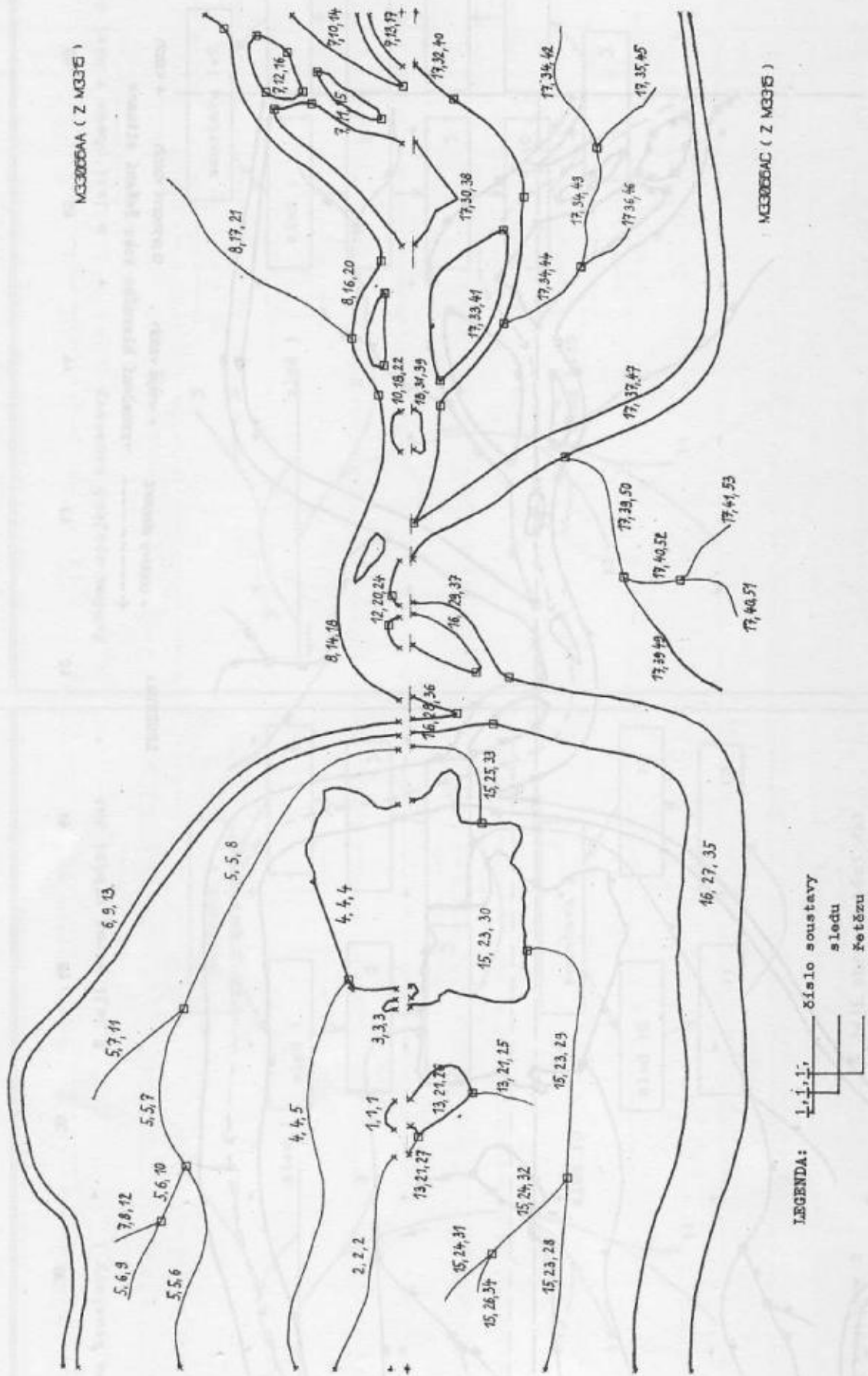
Obr. 1. Spojení soustav integrací hlavního toku



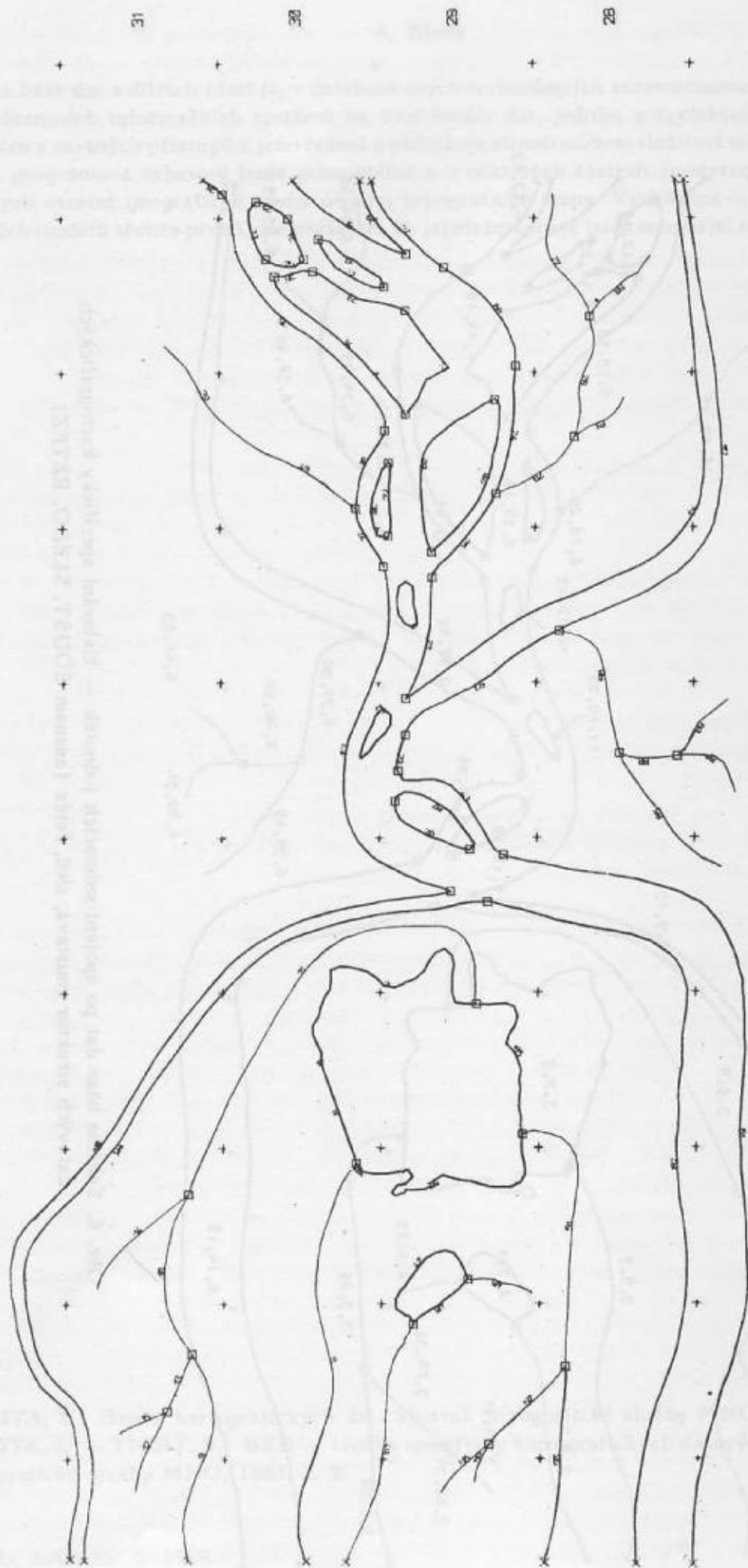
Obr. 2. Spojení soustav integrací přítoku



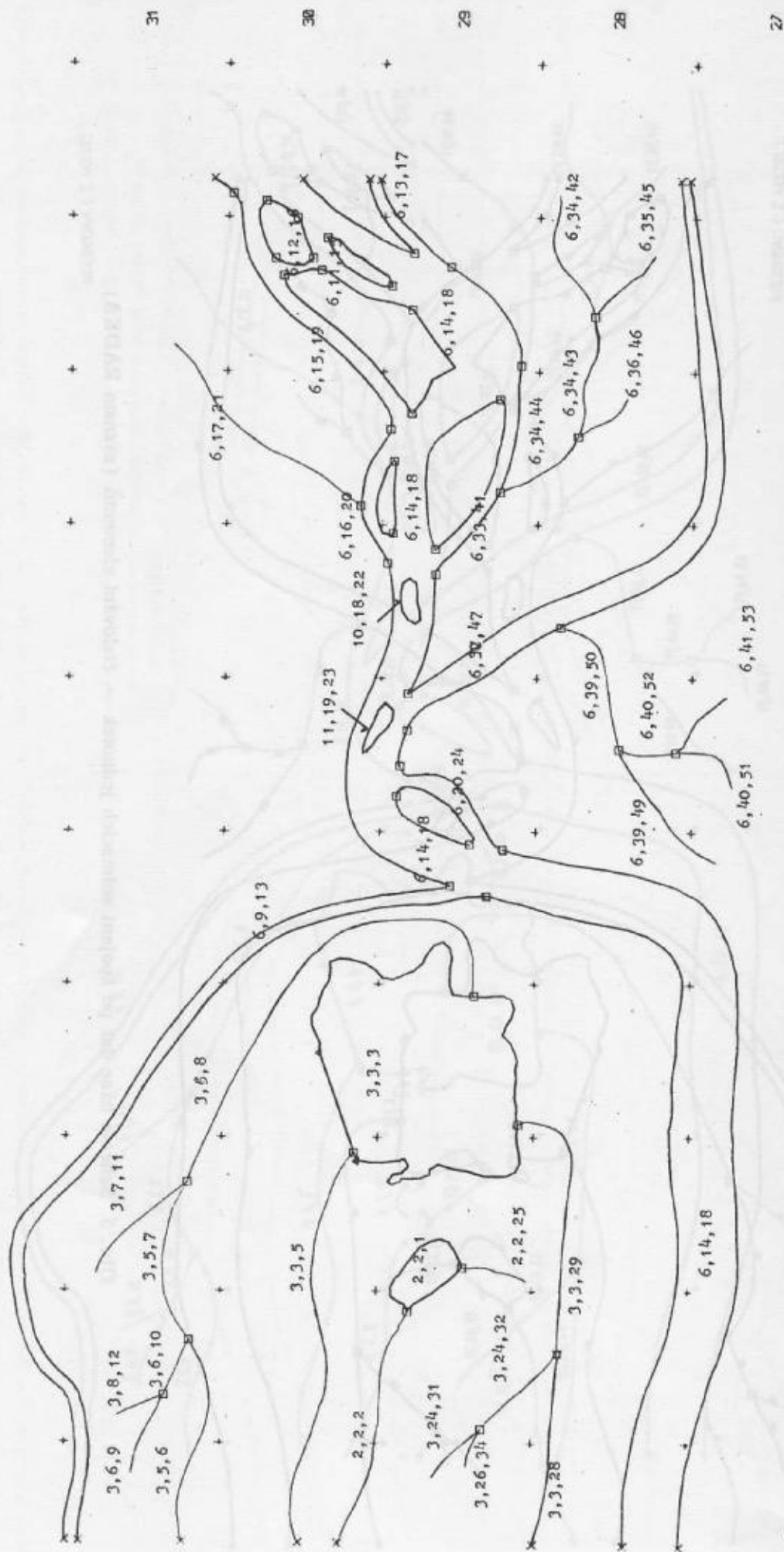
Obr. 3. Schéma báze dat před spojením snímacích jednotek — číslování elementů (záznam RADKA)



Obr. 4. Schéma báze dat před spojením snímacích jednotek — číslování specificky kartografických datových struktur soustava, sled, řetěz (záznam SOUST, SLEDO, RETEZ)



Obr. 5. Schéma báze dat po spojení snímacích jednotek — číslování elementů (záznam RADKA)



Obr. 6. Schéma báze dat po spojení snímacích jednotek — číslování specificky kartografických datových struktur soustava, sled, řetěz (záznam SOUST, SLEDO, RETEZ)

Obr. 4. Schéma báze dat při spojení snímacích jednotek — číslování specificky kartografických datových struktur soustava, sled, řetěz (záznam SOUST, SLEDO, RETEZ)

4. Závěr

Integrace báze dat z dílčích částí je, v databankových technologiích automatizované tvorby map a při vytváření územních informačních systémů na bázi banky dat, jedním z typických problémů. Článek ukazuje jeden z možných přístupů k jeho řešení a přibližuje algoritmickou složitost tohoto problému.

Popsané programové vybavení bude principiálně a v některých částech (podprogramech) přímo využitelné i pro ostatní geografické prvky obsahu topografické mapy. Vycházíme-li z předpokládaných databázových modelů těchto prvků, lze očekávat, že jejich integrace bude snadnější než u prvku vodstvo.

Literatura:

- [1] BUŘITA, L.: Banka kartografických dat. Sborník topografické služby MNO, 1985, č. 2.
- [2] BUŘITA, L. — TICHÝ, B.: BKD — tvorba specificky kartografických datových struktur. Sborník topografické služby MNO, 1985, č. 2.

Úloha kartografických prací v etapě rozvoje automatizované tvorby map

1. Úvod

Společenský požadavek na včasné dodání širokého sortimentu kartografických výrobků klade vysoké nároky na modernizaci technologických postupů. Hlavním pracovním úkolem kartografie zůstává dodání informací, vztahujících se k určitému území. Přitom požadavky na včasnost dodání a kvalitu těchto informací vzrůstají rychleji než schopnost k jejich uspokojení. Vhodná volba technologie tvorby map sehrává, zejména z ekonomického hlediska, rozhodující roli při splnění těchto úkolů.

Technologickou strukturu kartografického výrobního procesu lze rozdělit na následující etapy:

I. Přípravné práce

Do oblasti přípravných prací patří zejména ujasnění společenské potřeby, projekční práce, redakční a technologická příprava výroby.

II. Úprava výchozích podkladů

Výsledkem této etapy je zajištění základních, doplňujících i pomocných podkladových materiálů a jejich úprava do vhodné formy, montážní práce při automatizovaném zpracování adjustace, snímání dat (digitalizace) a výpočetní zpracování dat.

III. Kartografické práce

Cílem této výrobní části je zhotovení kartolitografických originálů a tiskových podkladů.

IV. Reprodukční a polygrafické zpracování, konečné zpracování

Do uvedené oblasti patří zejména zhotovení tiskových desek, reprodukční práce, nátisk, tisk, knižní nebo jiné konečné zpracování a expedice.

Zatímco v etapě přípravných prací pro svůj vysloveně tvůrčí a rozhodovací charakter dochází k relativně menším změnám, jsou ostatní, více výrobní etapy navzájem velmi úzce spjaty a jsou více ovlivněny zaváděním nových výrobních postupů a nových technických zařízení. Hlavním cílem těchto změn je zvýšení produktivity práce, úspora lidské práce a urychlení výrobního procesu.

V etapě kartografických prací došlo v 70. letech ke konkrétnímu zavádění automatizace kartografického systému do výroby. Zkušenosti ukazují, že aplikace automatizovaných technologií je nutno kombinovat s nasazením tradičních kartografických technologií. Nejméně do r. 1990 bude zřejmě ruční zpracování kartolitografických originálů celých map (zejména topografických) realitou. Ještě mnohem déle zůstane zachována úloha těchto technologií při zpracování těch prvků nebo jejich částí, které prozatím nelze nebo je neefektivní zpracovávat automatizovaným výrobním postupem.

2. Kartografické práce

Snahy o automatizaci kartografických prací, ale i zavádění moderních technologií ručního zpracování kartolitografických originálů, si vynutily použití podložek s vhodnými vlastnostmi. Vývoj naznačuje, že nejméně do roku 2000 budou materiální základ výroby tvořit podložky na bázi PET, dosud jsou zčásti využívány i podložky PVC. Rovněž technologie kresby již nedokáže zajistit dostatečně kvalitní výsledky, a je tedy nahrazována technologií rytí do rycích vrstev. Kromě podstatného zlepšení kvality výsledných originálů došlo i k časové úspoře, která proti použití kresby obnáší v průměru 15 %. Naopak došlo ke zvýšení počtu mezivýrobků při zhotovení kartolitografických originálů. Zatímco při ruční kresbě byly např. kontury vod, čárové prvky polohopisu a topografické značky i popis vykresleny a vylepeny na jeden kartografický originál, nové technologie si vynucují zpracování každého prvku na samostatnou podložku.

Vzhledem ke změnám cen podložek, zejména ovrstvených fólií, je tedy ekonomická výhodnost těchto technologií těžko prokazatelná. Zavedením kopií na podložky PVC i zavedením autopozitivních filmů se zjednodušily výrobní postupy.

Náplň práce kartografa se stále více přibližuje náplni litografické práce. Rovněž současné definice kartografického a kartolitografického originálu již nevystihují plně podstatu. Při technologii rytí převzala úlohu kartografického originálu rytina, ať už je užita technologie pozitivního či negativního rytí. Při zhotovení názvosloví úlohu kartografického originálu převzala transparentní fólie s vylepeným názvoslovím. Vzhledem k tomu, že výsledkem celé výrobní etapy je nečitelný tiskový podklad (TP) na transparentní podložce, bude zřejmě kartolitografický originál (KLO) definován jako transparentní kopie — diapozitiv — daného prvku (např. vod, situace, nadstavby pro červenou barvu atd.), přičemž TP vznikne kontaktní kopií KLO nebo i soukopií několika KLO. TP je možno též zhotovit přímo kontaktním kopírováním kartografického originálu bez vyhotovení KLO.

3. Technologické postupy kartografických prací

Z hlediska způsobu zhotovení výsledného KLO se prvky mapy dělí do 3 skupin:

- čárové (liniové) prvky;
- plošné prvky (barevné výplně);
- mapové značky stálého tvaru a rozměrů, popis.

Při zhotovení TP topografických map a např. plánů měst činí podíl prací na zhotovení čárových prvků 30 až 33 %, barevné výplně asi 20 až 25 %, vylepení mapových značek a popisů v průměru 15 až 20 %. Přibližně 8 až 10 % všech prací zabírají retuše a úpravy, 10 až 13 % objemu celkových prací je nutno vyčlenit na revizní práce včetně revize nátisku. Část z celkového objemu zaberou i různé pomocné práce (dotváření pomocných průsvitek aj.) — tato část by však neměla přesáhnout 3 až 7 %.

U různých speciálních map však může být poměr prací při zhotovení prvků výše uvedených tří skupin odlišný. Podíl revizních prací tvoří na kartografickém pracovišti v dlouhodobém průměru asi 9 %. U obtížnějších prací, např. u již zmíněných topografických map a plánů měst, však podíl stoupá na 10 až 13 % celkového objemu.

V dalším popisu technologií zhotovení originálů jednotlivých prvků je brán zřetel na prakticky užívané a perspektivní výrobní postupy.

3.1. Čárové (liniové) prvky

Čárové prvky představují při zhotovení KLO rozhodující, nejpočetnější a nejpracnější část. S výjimkou mapových značek geodetického podkladu se většina mapových značek stálého tvaru i popis umísťuje v druhém pořadí na podkladě čárových prvků. Rovněž plošné výplně jsou vesměs omezeny konturami či jinými čárovými prvky (břehová čára, okraj lesa aj.). Čárové prvky představují rovněž nejnáročnější část z hlediska kvality výsledků, na výsledné mapě vystupují totiž opticky do popředí.

Při zhotovení KLO čárových prvků se užívá dále uvedených postupů:

1. Kresba tuší na papír je tradiční postup, má relativně nízké materiálové náklady, lze kreslit i barevnými tušemi. Nevýhodou je nižší kvalita, obtížné je zejména dodržení síly čáry a ostrosti okrajů. Tuše jsou rozpustné ve vodě, je tedy nebezpečí rozmazání kresby. K rozmnožení je nutné užití reprodukční techniky. Papír jako podložka je rozměrově nestálý. Při použití zajištěného papíru vzrůstá cena podložky, při větším formátu je podložka neskladná. Kresba je výhodná pro jednorázové a jednodušší práce.

2. Kresba tuší na podložky z PVC, PET má obdobné vlastnosti jako předchozí, provedení kresby je však obtížnější. Podložky jsou rozměrově stálé, ale finančně nákladnější než papír. Lze uplatnit čitelnou a nečitelnou kresbu, je tedy možno vykreslit přímo KLO i TP u jednoduchých výrobků. Vzhledem k transparentnosti podložky se zjednodušují i reprodukční práce. Tuše jsou finančně nákladnější, často zdravotně závadné a nepříjemně zapáchající, zasychají v kreslicích pomůckách a nástrojích. Kresba je odolná vůči vnějším vlivům.

3. Rytí do rycích vrstev na podložce z plastu představuje z hlediska kvality výsledku nejprogresivnější technologii. Z výrobních důvodů je užíváno na pracovištích TS ČSLA vesměs negativní rytiny, kvalitní vrstvy pro pozitivní rytinu nejsou k dispozici. V západoevropských zemích je pozitivní rytí vzhledem k úspoře materiálu i reprodukčních prací užíváno ve značné míře. Pro aplikaci v podnicích TS by bylo nutno vyřešit jednoduché a zdravotně nezávadné vrstvy pro pozitivní rytinu.

Všeobecně je výhodou rytiny kvalitní, stejně silná výsledná čára. Další výhodou je již zmíněná úspora asi 15 % výrobních časů. Rovněž zaškolení pracovníků pro tuto technologii je podstatně snazší. Nevýhodou je nutnost technického vybavení (rycí pomůcky a jejich údržba), materiálové náklady, při ručním rytí i podstatné zatížení zraku pracovníků.

Uvedené postupy lze aplikovat ve formě:

- ruční kresby či rytiny;
- kresby, resp. rytiny, provedené automatickým kreslicím zařízením (např. Digigraf aj.).

Aplikace automatických zařízení odstraňuje podstatnou část lidské práce namáhající zrak a psychiku pracovníka. Naopak je nutno vzít v úvahu další nutné práce, zejména adjustace či digitalizace při absenci dostatečně kvalitní banky dat. Lze tedy obecně konstatovat, že nasazení automatického kartografického systému bude vhodné zejména pro výrobu ve větších sériích a při mnohonásobném použití informací zpracovaných automatickým kartografickým systémem. Naopak při menší sérii a při jednorázovém zpracování originálu bude v budoucích 5 až 10 letech perspektivnější ruční kresba či rytina. Úlohy na dotvoření map přetrvávají zřejmě mnohem déle, pravděpodobně za použití uvedených výrobních postupů. Při aplikaci automatického kartografického systému se jako perspektivní jeví kresba světelnou hlavou na světlocitlivou podložku.

Při ruční tvorbě KLO lze čárové prvky dále zhotovit doplňkovými metodami, zejména vylepováním předem připravených kopií čárových prvků standardního tvaru pomocí samolepicích fólií či jiných transparentních pomůcek. Takto lze zhotovit i vícebarevné originály. Metoda se používá zejména pro velkoformátové mapy a speciální mapy.

3.2. Plošné prvky, barevné výplně

Plošné prvky jsou vesměs ohraničeny i tvarově určeny konturou či jinou linií, zpracovávají se tedy ve druhém pořadí. Vzhledem k menší náročnosti prací lze u jednoduchých výrobků zhotovit přímo KLO nebo TP.

Kresba tuší na transparentní podložku je tradiční postup. Při zhotovení výplně větších ploch však tuš nanesená ve větší vrstvě praská, maže se, láme se či odlupuje, mnohdy bortí podložku nebo se chová agresivně vůči okolí (společně uložené KLO či jiné podklady). Práce je zdoluhavá a nepřesná, namáhající zrak. Tuše jsou často zdravotně závadné či jinak nepříjemné.

Aplikace slupovacích vrstev je modernější postup, který přinesl zrychlení a zvýšení kvality práce. Vzhledem k tomu, že je tvar plošné výplně určen konturami, je nutno vyrýt kontury do vrstvy znovu. Při ručním rytí je udržení tvarové totožnosti těchto kontur s přesností danou silou čáry na hranicích lidských možností.

Uvedené obtíže odstraňuje fotomechanická slupovací vrstva (STRIPP - fólie Agfa, Renker aj.). Zhotovení KLO plošné výplně touto metodou je neporovnatelně rychlejší, neboť kontury jsou přeneseny fotomechanickým postupem. Tím je kvalita přenesení kontury dána kvalitou výchozího podkladu. Výrobem fólií i vyvolávacích roztoků jsou firmy kapitalistických zemí, proto není technologie doposud na pracovištích TS ČSLA užívána. Dalším důvodem však může být i neznalost těchto možností. Při dalším rozvoji je však aplikace tohoto moderního postupu nanejvýš žádoucí.

3.3. Mapové značky stálého tvaru a rozměrů, popis

Značky i písmo jsou v etapě přípravných prací nakopírovány na transparentní podložku (většinou film), KLO vzniká vylepením filmů nebo případně vylepením jejich kopií na samolepicím filmu (např. ozacling) na transparentní podložku. Zejména v souvislosti s nasazením automatického a kartografického systému do výroby lze značky i písmo rýt do rycí vrstvy, případně vykreslovat na transparentní fólii. Další možností je užití obtisků typu Propisot, výsledná kvalita však bývá nižší.

4. Závěr

S rozvojem požadavků na kvalitu a rychlost zhotovení kartografických výrobků došlo k nasazení moderních technologií v celém provozu výroby, které uvedené požadavky alespoň zčásti splňují. K technologickým změnám došlo také u kartografických prací. Kartograf sám je tvůrčí, samostatný pracovník

uvnitř pracovního kolektivu. V jeho pracovní náplni však došlo během 70. a 80. let k převratným změnám, které snižují rozdíl mezi technologickým uplatněním kartografa a litografa, kladou však zvýšené nároky na odbornou úroveň znalostí.

V etapě rozvoje automatizace kartografických prací zůstanou zřejmě uvedené technologie zachovány, jejich cílem by se postupně mělo stávat dotváření výrobků automatického systému.

Úkolem do budoucna tedy zůstává kvalitativní rozvoj kartografických technik. K úplnému odstranění manuální kartografické práce může dojít pouze plnou automatizací výroby, výstupem z počítače přímo na skenery či kresbou světelnou hlavou. Automatizace kartografických prací však neodstraňuje význam tvůrčí práce v kartografii, přináší jen přesun charakteru tvůrčí činnosti pracovníků do nových oblastí.

Úprava grafického software pro kreslicí zařízení DIGIGRAF 1208 3,5 G

1. Úvod

Při řešení úloh počítačové grafiky je velmi důležitým faktorem vhodnost použitého funkčního grafického programového vybavení (dále funkční software — FS).

Vzhledem k tomu, že v převážné většině jsou jednotlivé prvky FS v rámci zpracovávaných úloh mnohonásobně využívány, je třeba požadovat, aby jejich činnost byla vysoce efektivní.

U běžně užívaného FS, který bývá vytvářen komerčně, se věnuje značná pozornost tzv. „programátorskému komfortu“, jehož podstata spočívá mimo jiné v možnosti aplikace tohoto FS ve vyšším programovacím jazyku (např. FORTRAN, PL/1) a ve zpracování procedur, řešících některé ze standardních problémů počítačové grafiky (např. prokládání polygonu křivkou, konstrukce kružnice na základě různě zadaných prvků aj.). V neposlední řadě je snahou dosáhnout maximálního okruhu použitelnosti konkrétního FS, což vyplývá z jeho komerčního zaměření.

Zmíněný „komfort“, který programátorovi poskytuje používání komerčního FS, však na druhé straně v mnoha případech přináší neúměrně velkou spotřebu operační paměti a poměrně dlouhé časy zpracování úloh na počítači. Tyto nepříjemné skutečnosti pak uživatele do jisté míry omezují.

V článku jsou pro účelově orientované aplikace v oblasti automatizované tvorby map (ATM) naznačeny dvě možnosti řešení tohoto problému, a to:

- úprava používaného funkčního software (konkrétně SFS);
- přímá orientace na mikroprogramové vybavení grafického zařízení DIGIGRAF 1208 3,5 G.

Oba navrhované postupy jsou v závěru příslušných kapitol zhodnoceny na základě kontrolního příkladu z hlediska obsazení paměti počítače i délky zpracování.

2. Popis SFS a práce s ním

Jedním z typických zástupců komerčního FS je knihovna procedur speciálního funkčního software — SFS. Obsahuje celkem 73 podprogramů a vnějších funkcí, zabírajících v paměti 23 183 byte.

Poznámka: Z těchto procedur je programátorovi, který má k dispozici pouze uživatelský popis SFS, přístupných přibližně 70 %.

K aplikaci SFS na pracovišti autorů článku je nezbytná zhruba polovina (31) z uvedeného počtu procedur. Přitom se zvláště nepříznivě projevuje značná vzájemná provázanost jednotlivých prvků SFS, neboť např. ke zpracování instrukce pro kresbu přímé spojnice 2 bodů (plnou čarou v měřítku 1:1 a v základní souřadnicové soustavě) je nutno do operační paměti umístit celkem 11 procedur o délce 4513 byte, ačkoliv počet procedur výkonných činí pouze 5 a jimi obsazené místo v paměti 1523 byte. Při kresbě celé kružnice dané středem a poloměrem je tato disproporce ještě zřetelnější (16/4 proced., 5918/1151 byte).

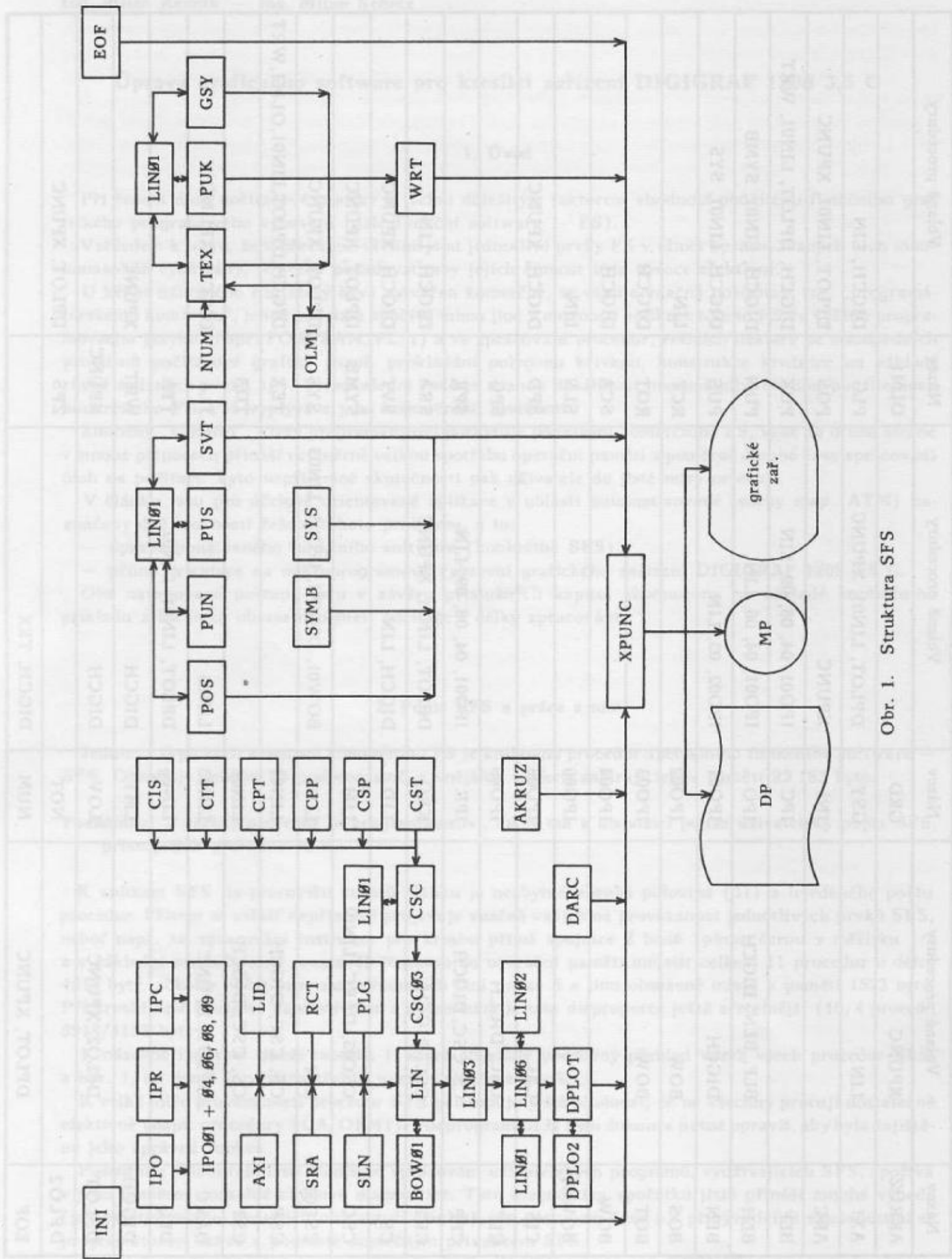
K názorné ilustraci slouží tabulka 1, která obsahuje podrobný přehled vazeb všech procedur SFS, a obr. 1, na němž je většina těchto vazeb vyjádřena graficky.

K velké míře provázanosti procedur SFS přistupuje ještě okolnost, že ne všechny pracují dostatečně efektivně (např. procedury SCA, OLM1). Podprogram BLH bylo dokonce nutné opravit, aby byla zajištěna jeho správná funkce.

Poslední z příčin relativně dlouhého zpracování uživatelských programů, využívajících SFS, spočívá v jeho poměrně rozsáhlé chybové diagnostice. Tato diagnostika zpočátku jistě přináší mnohé výhody (jak ostatně mohou dosvědčit oba autoři článku), ale postupem času a s přibývajícím zkušenostmi se programátorovi stává v podstatě zbytečným přívazkem SFS.

Ze všech uvedených okolností vyplývá, že v případě SFS (ale i např. GFS) je pro konkrétní aplikace

Název	Volané procedury	Název	Volané procedury	Název	Volané procedury
AKRUZ	XPUNC	GRD		OLMI	
AXI	LIN	GSY	DPLOT, LIN01, XPUNC	PLG	DIGCH, LIN
ARC		INI	XPUNC	POS	DPLOT, LIN01, XPUNC
BLF		IPC	IPO01, 04, 08, 09, LIN	PUK	DIGCH, DPLOT, LIN01, WRT
BLH	BLF, BLN, DIGCH	IPO	IPO01, 04, 06, LIN	PUN	DIGCH, LIN01, SYMB
BLN	DIGCH	IPO01	IPO02, 03, LIN	PUS	DIGCH, LIN01, SYS
BOS	BOW	IPO02		RCT	LIN
BOT	BOW	IPO03		ROT	DIGCH
BOW		IPO04		SCA	DIGCH
BOW01		IPO06		SLN	LIN
CIS	CSC	IPO08		SPD	DIGCH, XPUNC
CIT	CSC, DIGCH	IPO09		SPG	
CPP	CS, CSC, DIGCH	IPR	IPO01, 04, 08, 09, LIN	SPR	
CPT	CSC, DIGCH	KRO	DPLOT, LIN01, XPUNC	SRA	DIGCH, LIN
CS		LID	DIGCH, LIN	SVT	DIGCH, XPUNC
CSC	CSC03, DARC, LIN01	LIM		SYMB	DPLOT, XPUNC
CSC03	LIN	LIN	BOW01, DIGCH, IPO03, LIN03	SYS	DPLOT, XPUNC
CSP	CS, CSC, DIGCH	LIN01		TEX	DIGCH, DPLOT, LIN01, OLM1, WRT
CST	CS, CSC, DIGCH	LIN02		TDA	
DARC	DPLOT, XPUNC	LIN03	LIN06	TLA	DIGCH, XPUNC
DEG		LIN06	DPLOT, LIN01, LIN02	TTA	
DIGCH		LMT	DIGCH	WRT	XPUNC
DPLOT	DPLO2, XPUNC	LOV	DIGCH	XPUNC	
DPLO2		NOT		ZPS	DPLOT, XPUNC
EOF	DPLOT, XPUNC	NUM	DIGCH, TEX		

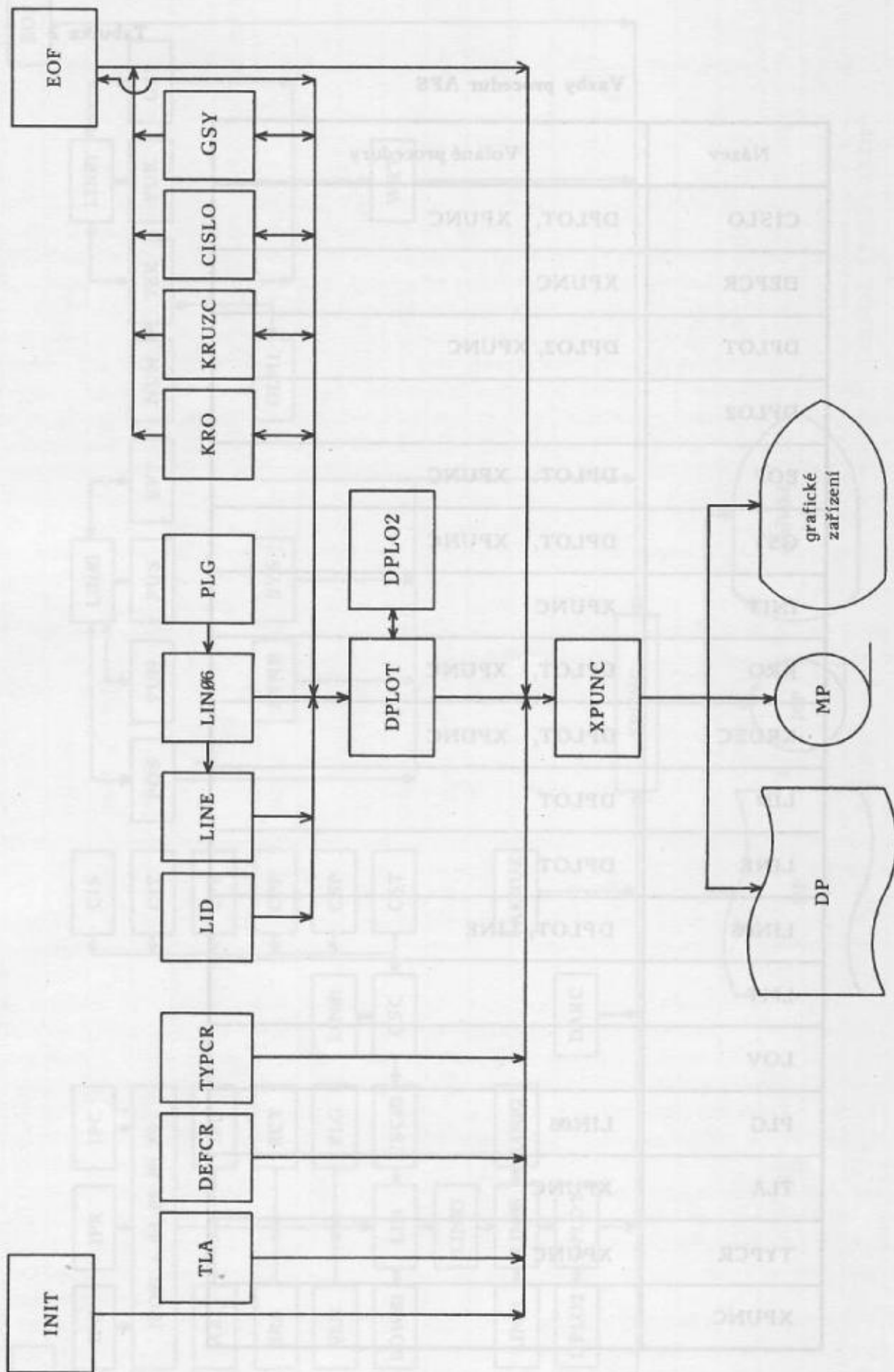


Obr. 1. Struktura SFS

Vazby procedur AFS

Název	Volané procedury
CISLO	DPLOT, XPUNC
DEFPCR	XPUNC
DPLOT	DPLO2, XPUNC
DPLO2	
EOF	DPLOT, XPUNC
GSY	DPLOT, XPUNC
INIT	XPUNC
KRO	DPLOT, XPUNC
KRUZC	DPLOT, XPUNC
LID	DPLOT
LINE	DPLOT
LINØ6	DPLOT, LINE
LMT	
LOV	
PLG	LINØ6
TLA	XPUNC
TYPCCR	XPUNC
XPUNC	

Tabulka 2



Obr. 2. Struktura AFS

Porovnání paměťových a časových nároků procedur AFS se SFS

Tabulka 3

Název procedury		SFS používá navíc	Celk. obsazení [byte]		Rozdíl v obsazení [%]	Trvání cyklu [s]		Rozdíl v délce zpracování [%]
AFS	SFS		AFS	SFS		AFS	SFS	
CISLO	NUM	1)	752	2662	72	6,5	10,6	39 a)
DEFKR	BLN	DIGCH	455	176	-61	0,8	0,9	11
DPLOT	DPLOT		497	668	26	1,1	1,7	35 b)
DPLO2	DPLO2	2)	46	46	-	-	-	-
EOF	EOF		581	837	31	-	-	-
GSY	GSY	LIN01	552	1549	44	6,7	12,7	47 c)
INIT	INI		632	548	-13	-	-	-
KRO	KRO	LIN01	552	1027	46	1,1	1,9	42
KRUZC	CIS	3)	575	5918	90	1,5	21,3	93
LID	LID	LIN*	534	4877	89	4,0	9,8	59
LINE	4)		559	4513	88	15,5	56,5	73
LIN06	LIN06**	LIN01, 02	858	1737	51	36,6	65,9	44 d)
LMT	LMT	DIGCH	33	187	82	0,1	0,3	67
LOV	LOV	DIGCH	36	150	76	0,42	0,44	5
PLG	PLG	LIN*	928	4631	80	39,3	70,1	44 d)
TLA	TLA	DIGCH	425	530	20	0,3	0,3	0
TYPKR	BLH	BLF, BLN, DIGCH	425	335	-21	0,3	0,6	50
XPUNC	XPUNC	2)	404	404	-	-	-	-
			∑ 2263	∑ 9793	∑ 39 %			∑ 34 %

1) DIGCH, LIN01, OLM1, TEX, WRT

2) procedury byly přejety beze změn ze SFS

3) LIN, CSC, CSC03, DARC

4) procedura se shodnou funkcí v SFS neexistuje, je nutno použít buď LIN (výsledek v tab.), nebo přímo LIN06

* (čas bez limity 53,0 sec.)

* podprogram volá procedury LIN01, 02, 03, 06, BOW01, IPO03, DIGCH

** tento podprogram je v SFS volán přes proceduru LIN (4513 byte, 66,4 sec. trvání cyklu)

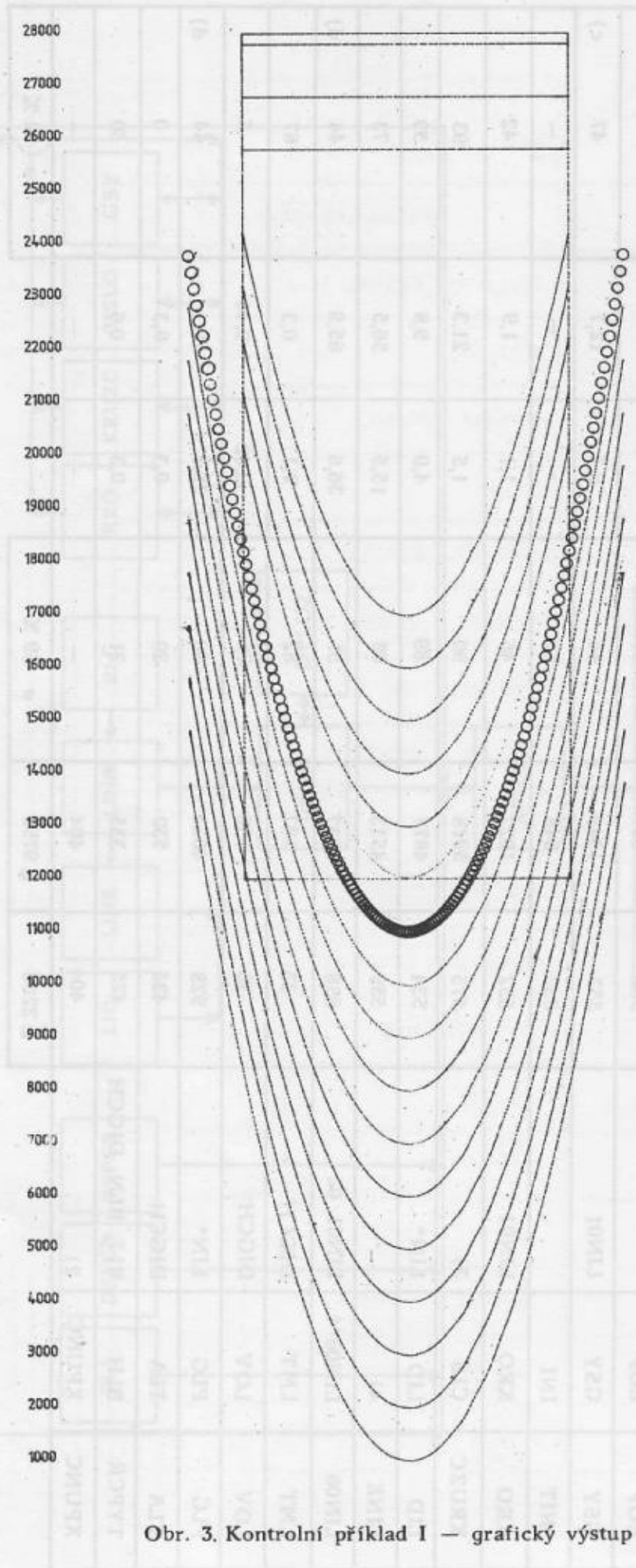
a) platí pro zpracování trojicerného čísla

b) u SFS byl výsledek stanoven průměrem ze zpracování REAL a INTEGER operandů

c) platí pro zpracování 10 symbolů

d) platí pro 20 bodů při nastavené limitě kresby

TEST AFS-POROVNANI NAROKU NA ZPRACOVANI POVELOVEHO SOUBORU



Obr. 3. Kontrolní příklad I — grafický výstup

1) DLEH TYPU 6001 100% 100%
 2) TYP 6001 100% 100%
 3) TYP 6001 100% 100%
 4) TYP 6001 100% 100%
 5) TYP 6001 100% 100%
 6) TYP 6001 100% 100%
 7) TYP 6001 100% 100%
 8) TYP 6001 100% 100%
 9) TYP 6001 100% 100%
 10) TYP 6001 100% 100%

1) TYP 6001 100% 100%
 2) TYP 6001 100% 100%
 3) TYP 6001 100% 100%
 4) TYP 6001 100% 100%
 5) TYP 6001 100% 100%
 6) TYP 6001 100% 100%
 7) TYP 6001 100% 100%
 8) TYP 6001 100% 100%
 9) TYP 6001 100% 100%
 10) TYP 6001 100% 100%

výhodnější sestavit vlastní funkční software, který by umožnil racionalizovat práci programátora i grafického systému.

Na základě těchto úvah byla autory článku zpracována nová knihovna procedur nazvaná podle svého určení „aplikační funkční software“ — AFS.

3. Provedené úpravy SFS a popis AFS

Aplikační funkční software (AFS) je tvořen 18 podprogramy o celkové délce 2263 byte. Většina jeho procedur, jak již samo jméno — AFS — napovídá, je odvozena ze současné komerční knihovny podprogramů SFS, se kterou je tento FS plně kompatibilní. Procedury jsou (kromě DPLO2 a XPUNC v Assembleru) zapsány v jazyce FORTRAN IV ADT pod operačním systémem DOS III.

AFS byl vytvořen několika způsoby:

- vynecháním procedur SFS, nepotřebných pro konkrétní aplikace v ATM;
- převzetím původních procedur SFS;
- úpravou původních procedur SFS;
- zpracováním nových podprogramů.

Těžší činnosti spočívalo v optimalizaci vybraných procedur SFS, neboť bylo třeba alespoň zčásti odstranit zmíněnou provázanost jednotlivých procedur. Přitom bylo abstrahováno od řešení některých geometrických úloh (translace a rotace souřadnicových os, změna měřítka, aproximace polygonu křivkou apod.). Zároveň v AFS byla z již naznačeného důvodu odstraněna diagnostika chyb a s ní spojené testy.

Tím bylo umožněno redukovat počet i rozsah potřebných podprogramů na nezbytné minimum a zároveň s požadovanou úsporou operační paměti docílit i urychlení činnosti AFS proti dosud používanému SFS. Výsledná struktura je znázorněna tabulkou vazeb a jejich grafickým přehledem (tab. 2 a obr. 2).

Zhodnocení aplikačního funkčního software obsahuje následující tabulka 3, ve které jsou porovnány nároky na obsazení paměti a délka zpracování podprogramů AFS s odpovídajícími procedurami SFS. Délka zpracování byla získána opakovaným voláním procedur v cyklu 1 až 100.

Za účelem ověření funkce procedur AFS byl sestaven krátký kontrolní program podle obr. 3. Obrázek obsahuje (odspodu): vykreslení linie plnou čarou (5×), vykreslení linie čárkovanou čarou (5×), kresby kružnice (160×), označení bodu tečkou (160×) a kresbu obrazce omezeného hraničním obdélníkem (5×). Po stranách je proveden číselný a znakový popis.

Na základě zpracování tohoto příkladu lze získat přesnější představu v úspoře operační paměti i doby výpočetního zpracování, neboť údaje v předchozí tabulce 3 je nutno uvažovat v kontextu s frekvencí volání jednotlivých procedur v uživatelských programových modulech. Získané výsledky jsou shrnuty v následující tabulce:

Výsledky zpracování kontrolního příkladu I

Tabulka 4

Druh FS	Délka zpracování [s]	Obsazení paměti [byte]
SFS	149,0	29 802
AFS	37,3	14 820
rozdíl	111,7 (75 %)	14 982 (50 %)

3.1. Popis procedur AFS

Pochopení této části předpokládá znalost dokumentace [1], z níž je převzata většina symbolických názvů parametrů procedur. Vyvolání jednotlivých podprogramů se děje shodně se SFS, tedy příkazem CALL jméno (parametry).

Název	Parametry	Funkce procedury, doplňující údaje
CISLO	<i>XR, YR, ALFA, IVEL, IRBOD, ICIS</i>	vykreslení čísla typu INTEGER; úhel <i>ALFA</i> vstupuje v obloukové míře, výška symbolu je celé číslo
DEFRCR	<i>KOD, ICM</i>	předefinování typu čáry v procesoru DGF <i>KOD</i> — hodnota v rozmezí 1÷7 (viz [2]), <i>ICM</i> — osmiprvkové INTEGER pole, obsahující délky čárek a mezer (<i>C1, M1, C2, ..., C4, M4</i>)
DPLOT	<i>X, Y, IAKCE</i>	přejezd technologické hlavy do zadaného bodu se zdviženým / spuštěným nástrojem (<i>IAKCE</i> = 0/1)
DPLO2	<i>O1, O2, IPOLE</i>	převod dvou operandů typu REAL na dva prvky INTEGER dvoj. přesnosti
EOF		ukončení výstupního souboru s přejezdem technologické hlavy do bodu [0., 0.]; na <i>LU</i> = 6 se tiskne závěrečná zpráva ve tvaru:
GSY*	<i>XR, YR, ALFA, IVEL, IRBOD, ITEX, N</i>	vykreslení alfanumerického řetězce o délce max. 58 znaků; úhel <i>ALFA</i> vstupuje v obloukové míře, výška textu <i>IVEL</i> je typu INTEGER
INIT	<i>LU</i>	nulování COMMON bloku, inicializace výstupního zařízení, tisk úvodní zprávy (<i>LU</i> = 6) ve tvaru např.:
KRO*	<i>X, Y</i>	označení zadaného bodu tečkou
KRUZC	<i>X, Y, R</i>	vykreslení kružnice, zadané středem a poloměrem; při použití limity je testován pouze střed kružnice, ne její průběh
LID*		vykreslení hranice limity; oproti SFS bez parametru
LINE	<i>POLE, N</i>	vykreslení linie, dané její def. bodovou množinou (<i>POLE</i>) ve tvaru $X_1 Y_1 \dots X_N Y_N$ a počtem bodů (<i>N</i>) bez ohledu na limitu
LIN06*	<i>POLE, N</i>	jako LINE, kresba je prováděna v závislosti na limitě
LMT	<i>X1, Y1, X2, Y2</i>	vymezení hranice kresby pravoúhlým čtyřúhelníkem, daným souřadnicemi levého dolního a pravého horního rohu
LOV	<i>D</i>	změna hranice limity (parametr <i>D</i> může být i záporný)

Název	Parametry	Funkce procedury, doplňující údaje
PLG*	POLE, N	vykreslení linie s následným spojením koncového a počátečního bodu (uzavření obrazce)
TLA	IPIS	volba pisátka sdružené čtyřpisátkové hlavy
TYPCCR	KOD	kresba zadaným typem čáry (0÷7) — viz [2]

Novým prvkem AFS jsou podprogramy TYPCCR, DEFCCR a LINE. Výběr i změna typu čáry byly oproti SFS řešeny přímo generováním instrukcí pro procesor grafického zařízení, kde je možnost práce se 7 variantami čáry [2].

Při použití těchto procedur je nutno pamatovat na následující okolnosti:

— čárkovanou čarou jsou vykreslovány všechny motivy včetně symbolů generátoru až do okamžiku zrušení režimu čárkování;

— každý nový motiv je vykreslován od začátku na rozdíl od programového režimu čárkování v SFS, kde byl uvažován vždy zbytek nevykreslené čáry předchozího motivu.

Prvnímu ze zmíněných důsledků se lze lehce vyhnout správným používáním procedury TYPCCR, druhý má podle názoru autorů článku pro mnohé aplikace nepodstatný vliv a je plně kompenzován značnou úsporou jak operační paměti, tak i doby zpracování úlohy na počítači.

Podprogram LINE umožňuje přímé vykreslení linie bez ohledu na limitu, a tím i urychlení zpracování úlohy na počítači (viz tab. 3).

Všechny uvedené procedury jsou plně kompatibilní se SFS. V hvězdičkou označených procedurách došlo přitom v rámci optimalizačních zásahů k vyloučení transformačních výpočtů, které jsou v SFS realizovány podprogramem LIN01 s parametry (POLE, N).

V rámci prováděných úprav bylo využito neobsazených míst v COMMON bloku (v SFS tato redundance činí 34 %), jehož původní rozsah i obsazení zůstaly z důvodu kompatibility procedur SFS a AFS zachovány beze změn.

Ze stejného důvodu byly ponechány i názvy většiny podprogramů, ačkoliv se jejich obsah (ne však funkce) poměrně značně odlišuje od SFS.

S použitím AFS je možno řešit následující úlohy:

- kresba volitelným pisátkem;
- kresba volitelným typem čáry (standardním nebo vlastním);
- omezení hranice kresby pravoúhlým čtyřúhelníkem;
- vykreslení hranice kresby;
- změna hranice kresby;
- vykreslení linie, zadané definiční bodovou množinou, lineární interpolací;
- vykreslení linie lineární interpolací s následným spojením posledního a počátečního bodu;
- označení bodu tečkou;
- vykreslení průběhu kružnice dané středem a poloměrem;
- vykreslení celého čísla;
- vykreslení alfanumerického řetězce.

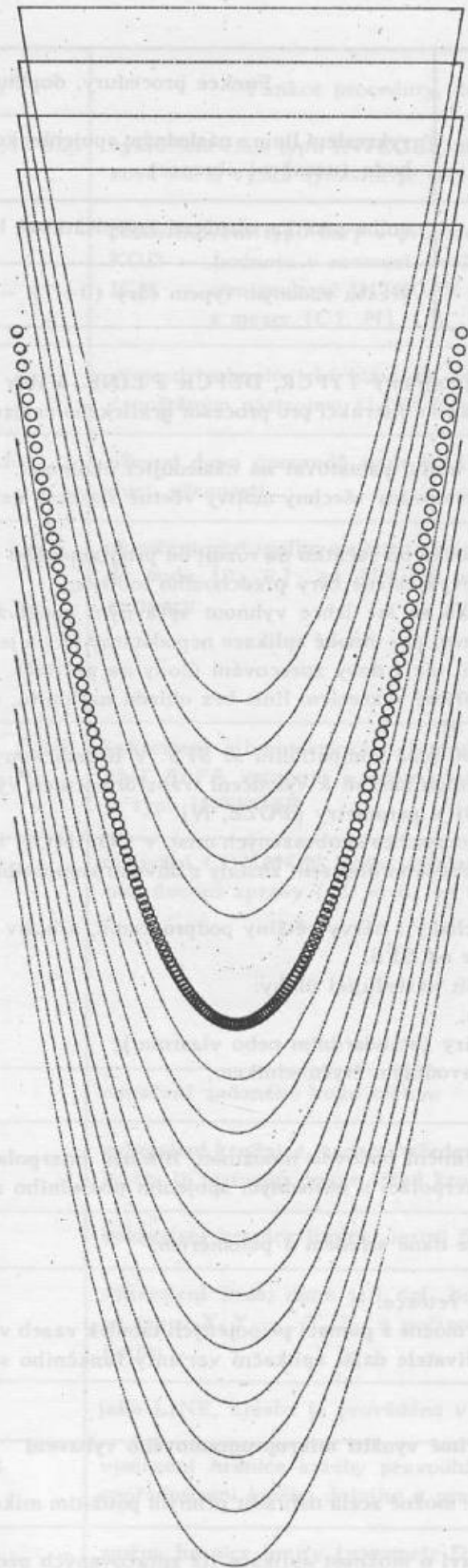
Díky dosažené kompatibilitě je možné s pomocí připojených tabulek vazeb vytvářet kombinací procedur SFS a AFS podle potřeb uživatele další aplikační varianty funkčního software.

4. Přímé využití mikroprogramového vybavení

Standardní funkční software je možné zcela nahradit přímým použitím mikroprogramového vybavení grafického zařízení.

Programátor se tím sice připraví o možnost aplikace již zpracovaných geometrických a pomocných úloh, na druhé straně mu však tato přímá orientace na mikroprogramové vybavení poskytuje značné výhody spočívající v minimální potřebě paměti a velké rychlosti zpracování povelových souborů.

TEST DGF-POROVNANI NAROKU NA ZPRACOVANI POVELOVEHO SOUBORU



Obr. 4. Kontrolní příklad II — grafický výstup

Proto byl na pracovišti autorů zpracován podprogram DGF, který generuje přímo instrukce pro procesor grafického zařízení Digigraf 1208 3,5 G. Soubor těchto instrukcí zabezpečuje následující funkce:

- kreslení úseček, kruhových oblouků a kružnic zadanou rychlostí, zrychlením a zvoleným typem čáry;
- vykreslování řetězce symbolů;
- označování bodu nástrojem dle použité technologické hlavy.

Uvedené možnosti mikroprogramového vybavení přitom plně postačují k řešení většiny rutinních úloh ATM používajících grafický postup na zařízení Digigraf 1208 3,5 G.

Procedura DGF je zpracována v jazyce FORTRAN IV pod operačním systémem DOS-III. Vstupními parametry jsou:

- kód instrukce (desítkově, zvětšen o 1);
- pole operandů typu INTEGER;
- pole operandů typu REAL.

Vnitřním volaným podprogramem je procedura DPLO2, která převádí REAL operandy do požadovaného tvaru. Podprogram zaujímá celkově 656 byte vnitřní paměti.

Při aplikaci podprogramu DGF je možné s výhodou přednostně používat výkonných instrukcí s operandy délky 2 slabik (00, 02, 04, 06, 08, 0A, 0C, 0E), což pro dobu výpočetního zpracování představuje poměrně značnou úsporu. Toho lze vzhledem k rozměrům grafických výstupů využít ke zpracování převážné části automatizované tvorby map. Dále je možné používat implicitní hodnoty některých operandů [2]. Počet instrukcí potřebných ke grafickému výstupu se tím proti povelovému souboru zpracovanému pomocí některého z uvedených druhů FS potom sníží (jde hlavně o instrukce 10, 11, 12, 1D, 1E).

Pro práci s textovými řetězci s možností přechodu na velká i malá písmena byl sestaven podprogram TEXT, který převádí jednotlivé znaky na směrníky symbolů hardwarového generátoru tak, jak jimi mají být naplňovány operandy instrukce 1F.

K porovnání výsledků zpracování kresby s užitím procedury DGF a podprogramů knihoven AFS a SFS byl sestaven obdobný jednodušší kontrolní příklad (viz obr. 4). Výsledky porovnání jsou uvedeny v tabulce 5.

Výsledky zpracování kontrolního příkladu II

Tabulka 5

Použitý funkč. software	Doba zpracování [s]	Obsazení paměti [byte]	Počet příkazů zdrojového textu
DGF	9	4 266	56
AFS	22	12 814	38
SFS	121	25 138	38

Z tabulky patrný nárůst počtu příkazů je způsoben přenosem některých rutinních operací, které jsou realizovány v procedurách AFS i SFS, do uživatelského programu. Tato dílčí nevýhoda je však více než vyvážena úsporou doby zpracování a minimálními paměťovými nároky.

5. Shrnutí

Příspěvek pojednává o některých otázkách využití standardního funkčního software a poukazuje na dvě konkrétní možnosti řešení aplikačních úloh.

U obou popsaných postupů jsou na základě časových nároků a obsazení operační paměti doloženy jejich výhody a zároveň jsou uvedeny některé specifické vlastnosti těchto řešení.

Literatura:

- [1] Speciální funkční software. Praha, Kancelářské stroje, n. p., Nový Bor, Závody průmyslové automatizace 1980.
- [2] Návod k obsluze Digigrafu 1208 3,5 G a 1712 3,5 G. Nový Bor, Závody průmyslové automatizace 1980.
- [3] AKS Digikart. Sborník referátů. Praha, ČSVTS 1980.
- [4] DGF — popis programového prvku. Praha, VS 090 1984.
- [5] TEXT — popis programového prvku. Praha, VS 090 1985.

Do redakce došlo 3. 4. 1987.

Tabulka 3

Formát funkce software	Číslo zpracování [1]	Číslo zpracování (původ)	Počet příkazů zdrojového textu
DGF	3	4 092	32
AFS	22	12 814	32
STZ	121	22 132	32

Z tabulky patrně vidět počet příkazů je způsoben především některých automatických operací, které jsou vykonávány v příkazech AFS i STZ do útlukového programu. Tato čísla vyplývají ze všech výše uvedených zdrojů byly zpracovány a měřeny pomocí speciálního nástroje.

3. Závěr

Příspěvek pojednává o některých otázkách vztahu mezi automatickým kódem a programem. U obou uvedených programů jsou na základě časových měření a časování operací poznání doloženo, že při konkrétní práci je velmi důležitá rychlost zpracování. U obou uvedených programů je velmi důležitá rychlost zpracování. U obou uvedených programů je velmi důležitá rychlost zpracování.

Analytická orografie

Úvod

Základním geometrickým problémem fotogrammetrického zpracování měřických snímků je převod centrálního zobrazení na ortogonální. Tento převod se provádí nejčastěji analogovými, méně často pak analytickými metodami řešení.

V diferenciálních překreslovačích, což je vlastně spojení fotogrammetrického analogového vyhodnocovacího přístroje a speciálně uzpůsobeného překreslovače, se vlastní překreslování uskutečňuje plynule při spojitě změně projekční vzdálenosti. Překreslovacím elementem je štěrbin (zpravidla tvaru obdélníku nebo kosodélníku) o konečných rozměrech. V důsledku použití konečných rozměrů překreslovacího elementu zůstávají v překresleném snímku zbytkové radiální posuny ΔR (nekompenzovaná převýšení terénu), které je možno matematicky vyjádřit pomocí poměrně složitěho vztahu. Tento vztah se může za určitých předpokladů zjednodušit na vztah (1)

$$\Delta R = \frac{s}{2} \operatorname{tg} \varepsilon \operatorname{tg} \alpha, \quad (1)$$

kde
 s — délka použité štěrbin,
 ε — úhel sklonu terénu,
 α — úhel mezi vertikálou a příslušným projekčním paprskem,

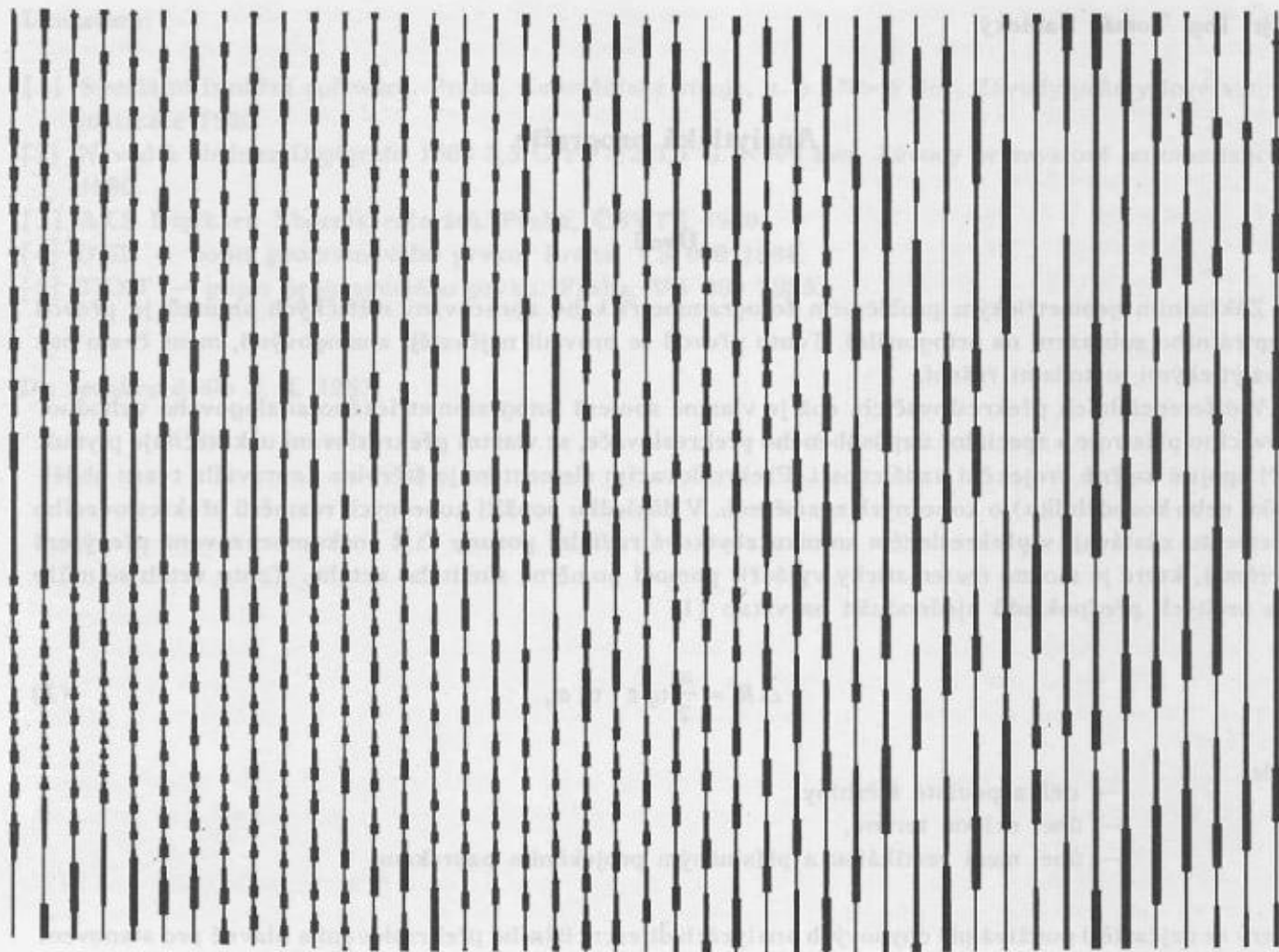
který se nejčastěji používá při chybových analýzách diferenciálního překreslování a hlavně pro stanovení vhodné délky štěrbin pro dopustnou chybu ΔR_{\max} . Zpravidla se za ΔR_{\max} volí hodnota 0,2 mm, ale přesnost diferenciálně překresleného snímku je v důsledku dalších chyb (srážka podložky filmového materiálu, osobní chyby, zbytkové chyby po provedené orientaci a další) menší (0,3 až 0,4 mm).

1. Integrovaná metoda a princip orografie

Integrovaná metoda mapování je fotogrammetrická metoda, při které je současně vyhodnocován polohopis ve formě diferenciálně překreslených snímků a výškopis ve formě záznamu výškových profilů. Sestava přístrojů pro integrovanou metodu obsahuje analogový vyhodnocovací přístroj, diferenciální překreslovač a přídatné zařízení pro záznam výškových profilů. Výsledkem integrované metody je fotomapa. Pokud byl dříve používán název fotomapa jen pro samotný diferenciálně překreslený snímek, je to v souladu s technicky vžitou praxí. Správně však musí mapa obsahovat kromě informací o situaci i informace o výškových poměrech, a proto je označení fotomapa jen pro samotný překreslený snímek nepřesné. Často se také užívá názvu ortofotografický snímek a od něho se odvozuje název ortofotomapa.

Skutečnost, že při diferenciálním překreslování je nutné proměřovat výškové profily, umožňuje pomocí speciálního zařízení — orografu — tyto profily vhodným způsobem znázornit a ze zaznamenaných profilů vyhodnotit vrstevnice. Výškové profily, jejichž vzdálenost je rovná šířce štěrbin, mají tvar po skocích se měnících různě silných čar, kde každá skoková změna představuje při vhodném nastavení elektronických obvodů zvolený interval ekvidistance (obr. 1a). Z těchto profilů se manuálně vyhodnocuje vlastní výškopis (obr. 1b) jako spojnice koncových bodů stejně silných šraf. Jde o práci náročnou a v členitých terénech velice obtížně řešitelnou. V převážné míře se šrafy vytvářejí rytím (Topocart + Orthophot + Orograf) nebo exponováním na citlivý fotomateriál (GZ-1). Jiná složitější zařízení pro profilový záznam výškopisu nekreslí šrafy, ale například krátké úseky (segmenty) vrstevnice.

Velmi důležitá je otázka, s jakou přesností je možné výškopis tímto způsobem získat. Otázka situační přesnosti byla naznačena dříve. Obecně je možno říci, že přesnost výškopisu v integrované metodě nedosahuje přesnosti v univerzální metodě, podrobný rozbor zatím chybí, ale na základě provedených prací



Obr. 1a. Záznam profilových šrafů

a srovnání dosažených výsledků je možno říci, že přesnost vyhodnoceného výškopisu integrované metody je přibližně dvakrát horší než u metody univerzální.

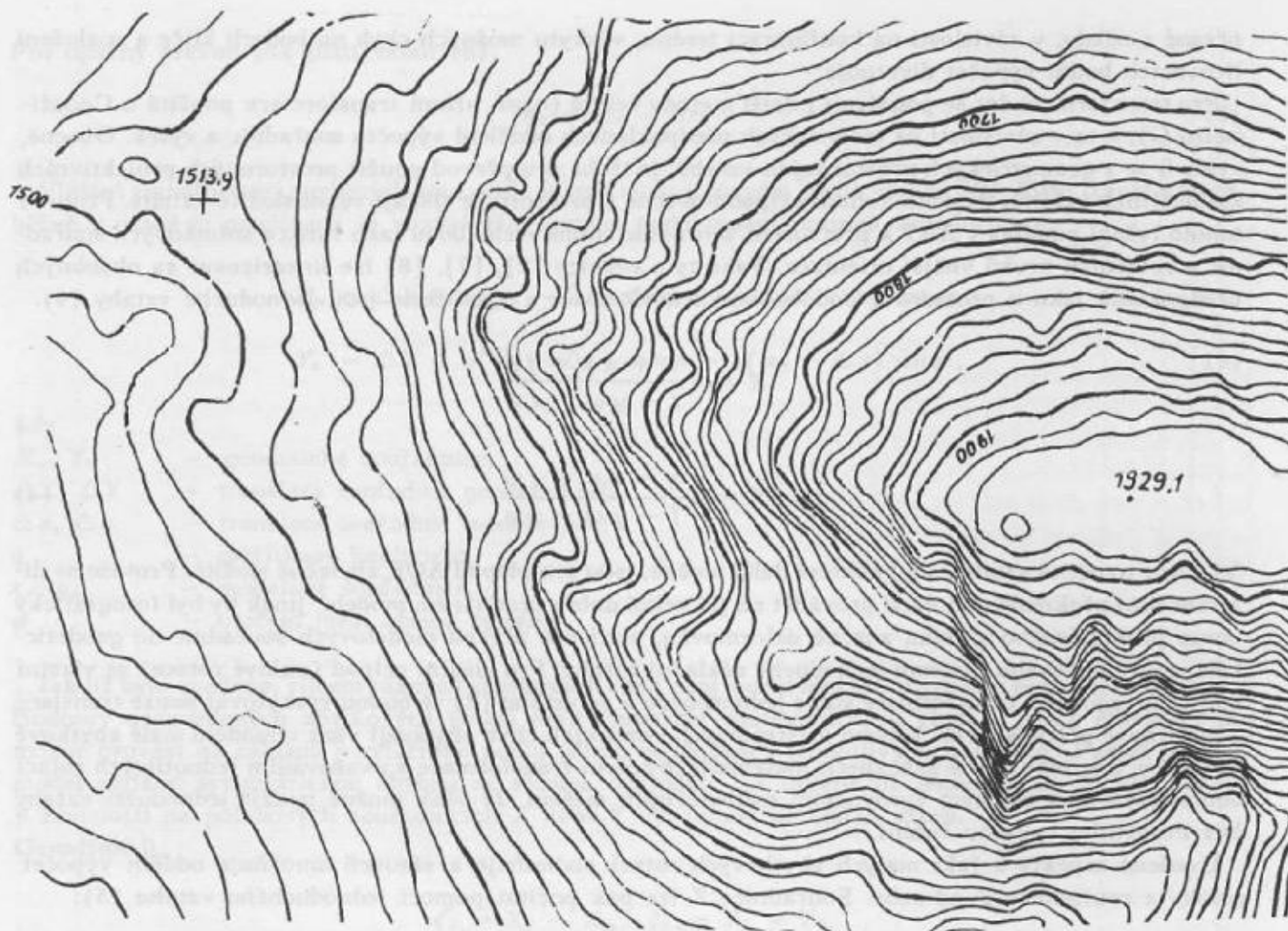
Integrovaná metoda, tak jak byla prezentována, nedokáže vyhodnotit nespojitou výškovou situaci (terénní stupně, skály, lomy) a šrafový záznam je v místech nespojitého terénu pochybený. Výhody integrované metody se tím snižují a vzhledem i k jiným aspektům se integrované metody v praxi používá minimálně.

Princip analytické (správněji digitální) orografie (dále jen AOR) spočívá v nahrazení orografické přídavné části přístrojového systému pro integrovanou tvorbu fotomap registračním zařízením, zdigitalizováním profilovaného výškopisu a v tvorbě výškopisu pomocí samočinného počítače. Ve světě existuje řada systémů využívajících a na různé úrovni řešících daný princip (on-, off-line; analogově, analyticky, bez i se zpětným řízením a jiné). Uvedené řešení vychází z konkrétních technických a technologických podmínek na fotogrammetrickém pracovišti TS.

2. Matematické řešení AOR

Transformace dat AOR

Digitalizace a registrace fotogrammetrických dat se provádí v souřadném systému vyhodnocovacího stroje. Tento souřadný systém se od souřadného systému geodetického liší nejen různým počátkem, ale obecně i smyslem a směrovými kosiny jednotlivých souřadných os. Při správné justáži vyhodnocovacího přístroje je však zachována ortogonalita os.



Obr. 1b. Manuálně vyhodnocené vrstevnice

Pro transformaci se používá několik způsobů řešení. Poměrně nejvíce rozšířená je prostorová podobnostní transformace, kde základní modelový vztah lze podle [2] psát ve tvaru (2) a linearizovaný vztah vhodný pro početní řešení ve tvaru (3).

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} = k \cdot T \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \end{pmatrix}, \quad (2)$$

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} + \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & x & -z & 0 & -y \\ 0 & 1 & 0 & y & 0 & -z & x \\ 0 & 0 & 1 & z & x & y & 0 \end{vmatrix} \cdot \vec{dg}. \quad (3)$$

Vektor neznámých má tvar:

$$\vec{dg} = (\Delta X, \Delta Y, \Delta Z, dk, d\varphi, d\omega, dx). \quad (3a)$$

Tohoto vztahu bylo například použito při řešení projektu POMAVÚ, úkolů DIGICE i AAT-NM. Znaménka určují smysl rotací jednotlivých os. Základní podmínkou provedení linearizace ale je, že rotace jednotlivých os musí být malé, což nebývá splněno pro rovinu (X, Y) , a souřadnicové přírůstky ve všech osách jsou přibližně stejného řádu. Zatímco první podmínka bývá po předběžné transformaci splněna s dostatečnou přesností, druhá prakticky málokdy. Souřadnicové přírůstky v osách X a Y dosahují hodnot řádově km, změny výšky dosahují řádově hodnot max. stovky metrů v rámci jedné stereo-dvojice. Následkem této skutečnosti je, že určení výšek, důležité pro AOR, není v některých případech

přesné a někdy, v závislosti na konfiguraci terénu, výskytu možných chyb na bodech klíče a rozložení líčovacích bodů, výpočet diverguje.

Pro transformaci dat se používají i další metody řešení (např. afinní transformace použitá u Coordimetru G), a to v závislosti na teoretických předpokladech oddělení výpočtu souřadnic a výšek. Obecně, vyjde-li se z geometrických prostorových vztahů, je třeba pro převod použít prostorových projektivních kolineárních vztahů. Řešením tohoto případu obecně v prostoru se získají velmi složité vztahy. Proto se tohoto řešení používá v AAT k přetvoření souřadnic snímkového bodu jako funkce snímkových souřadnic a rotačních prvků vnější orientace. Také tyto rovnice [2], [7], [8] lze linearizovat za obdobných předpokladů jako u prostorové podobnostní transformace a výsledkem jsou jednoduché vztahy (4).

$$\begin{aligned} X &= h \frac{x + y \kappa + f \varphi}{f - y \omega - x \varphi}, \\ Y &= h \frac{y - x \kappa + f \omega}{f - y \omega - x \varphi}. \end{aligned} \quad (4)$$

Všechny uvedené vztahy, ale i některé další možné, jsou pro případ AOR zbytečně složité. Protože se diferenciální překreslování musí provádět na již velmi dobře urovnaném modelu, jinak by byl fotografický obraz překresleného snímku značně deformován, platí pro převod modelových souřadnic do geodetického souřadnicového systému jednoduché základní vztahy. Pro ideální případ (nulové rotace) se vlastní matice ortogonální transformace stane jednotkovou a ve vztahu (2) se budou vyskytovat pouze translace a měřítkové přizpůsobení. Vlivem přístrojových i osobních chyb zůstávají však v modelu malé zbytkové odchylky, a je tedy nutné zabezpečit matematické řešení transformace s uvažováním jednotlivých rotací souřadných os s možným vyrovnáním nadbytečných měření. Je však možné použít jednodušší vztahy bez iteračního způsobu řešení.

Uvedené aspekty a fakt malých zbytkových rotací podmiňuje a zároveň umožňuje oddělit výpočet polohy a souřadnice Z od sebe. Souřadnice Z lze pak počítat pomocí jednoduchého vztahu (5):

$$Z_i = (z_i - \Delta z) \cdot k + \Delta Z, \quad (5)$$

kde

- z_i — registrované z-tové souřadnice,
- $\Delta z, \Delta Z$ — translační složky,
- k — měřítkový koeficient.

Pravoúhlé rovinné souřadnice geodetického souřadnicového systému a výšky spolu obecně tvoří soustavu tří pravoúhlých souřadnic v trojrozměrném prostoru, jako je tomu u modelových souřadnic. Výšky jsou vztaženy k určité referenční zakřivené ploše, a proto není tedy možná přímá transformace modelových souřadnic do systému geodetických souřadnic. Jednou z možností, jak transformaci umožnit, je převést nadmořské výšky na souřadnice, tvořící s geodetickými pravoúhlý systém. Vzhledem k tomu, že část zemského povrchu, na které se vyhodnocení provádí, je zpravidla malého rozsahu, lze použít podle [8] k přepočtu nadmořských výšek jednoduchého vztahu (6), kde parametr Kor se vypočte podle vztahu (7):

$$Z_n = h_n - Kor, \quad (6)$$

$$Kor = \frac{(X_n - X_c)^2 + (Y_n - Y_c)^2}{2R}, \quad (7)$$

kde

- X_n, Y_n — rovinné souřadnice bodu P_n ,
- X_c, Y_c — rovinné souřadnice těžiště geodetických bodů,
- Z_n — redukovaná výška bodu P_n ,
- h_n — nadmořská výška bodu P_n ,
- r — referenční zemský poloměr.

Pro opačný převod pak platí vztah (8):

$$h_n = Z_n + Kor. \quad (8)$$

Vlastní transformaci rovinných souřadnic je pak možné provést podle vztahů (9). Tato transformace běžně v geodézii používaná se nazývá Helmertova podobnostní rovinná transformace.

$$\begin{aligned} X_n &= \Delta X + q(y_n - \Delta y) \sin \varphi + q(x_n - \Delta x) \cos \varphi, \\ Y_n &= \Delta Y + q(y_n - \Delta y) \cos \varphi - q(x_n - \Delta x) \sin \varphi, \end{aligned} \quad (9)$$

kde

- X_n, Y_n — geodetické souřadnice,
- $\Delta X, \Delta Y$ — translace souřadnic geodetických,
- $\Delta x, \Delta y$ — translace souřadnic modelových,
- q — měřítkový koeficient,
- x_n, y_n — modelové souřadnice,
- φ — otočení mezi oběma systémy.

Jak již bylo uvedeno, vlivem různých zbytkových chyb není model ideálně urovnán a je zatížen chybami. Hodnoty nezavedených zbytkových rotací mají charakter systematických chyb a jejich eliminaci je možné provést na základě korelačního počtu přímo ve složkách jednotlivých souřadnic. Pokud je tedy model zatížen systematickou chybou ze sklonu, odchylky Δz určené na jednotlivých bodech budou v závislosti na polohových souřadnicích X nebo Y vykazovat korelační vztah.

Označíme-li:

$$\begin{aligned} \xi_{i_1} &= X_i - X_0, & \xi_{i_2} &= Y_i - Y_0, \\ \eta_{i_{1,2}} &= Z_i - Z_0, \end{aligned} \quad (10)$$

kde

- X_0, Y_0, Z_0 — souřadnice těžiště systému,

$$b = \frac{[\xi \eta]}{[\xi \xi]}, \quad b' = \frac{[\xi \eta]}{[\eta \eta]}, \quad (11)$$

platí podmínky

$$[v_x v_x] + [v_y v_y] = [dd] = \min:$$

$$\operatorname{tg} 2 \varphi = \frac{2[\xi \eta]}{[\xi \xi] + [\eta \eta]}. \quad (12)$$

Ze vztahu (12) lze určit hodnotu úhlu φ (13) a definovat korekční vyrovnávací přímku (14). Podstatně výhodnější je však přímá oprava transformačních parametrů:

$$\varphi = \frac{1}{2} \operatorname{arctg} \frac{2[\xi \eta]}{[\xi \xi] + [\eta \eta]}, \quad (13)$$

$$a = Y - X_0 \cdot \operatorname{tg} \varphi; \quad Y_n = a + b \cdot X_n. \quad (14)$$

Pro koeficient korelace pak platí vztah (15) a pro hodnocení korelace se pak používá klasifikace podle (16).

$$r = \sqrt{b \cdot b} = + \sqrt{\frac{[\xi \eta]^2}{[\xi \xi] \cdot [\eta \eta]}}, \quad (15)$$

$$\begin{aligned} r &\leq 0,4 && - \text{volný vztah,} \\ 0,4 &\leq r \leq 0,85 && - \text{prokázaný vztah,} \\ 0,85 &\leq r \leq 1,0 && - \text{těsný vztah.} \end{aligned} \quad (16)$$

Všechny transformační vztahy jsou z hlediska řešení jednoznačné. Prakticky je však ve všech případech použito nadbytečných prvků, a je tedy nutno přejít k vyrovnání souborů podle metody nejmenších čtverců. Vlivy chyb se pak projeví odchylkami na bodech a tyto odchylky je možné podrobit testování. V navrženém způsobu řešení vzniká oddělením výpočtu výšek a polohy a možností testování určitá strukturální komplikace, kde při vlastním výpočtu pak dochází k jakémusi pseudoiteračnímu způsobu řešení, které ale zpětně umožňuje zavést další testy optimalizující výpočet transformačního klíče, jehož správné určení je základní podmínkou další správné práce. Uvedený princip řešení při srovnání s řešením transformace dat u projektu POMAVÚ vykázal snížení neřešitelných stavů na minimum a maximální úsporu pevných bodů výpočtu transformačního klíče.

Dílejší profilové spojnice AOR

Vlastní průchod vrstevnice přes profil může mít obecně libovolný tvar a z hlediska řešení se nabízí jako nejvhodnější sledovat metodu, odpovídající analogovému řešení orografie. Tato metoda však kromě možných častých míst neurčitosti vede i k možné polohové chybě dané až šířkou štěrbiny, a to v místech, kde vrstevnice má směr rovnoběžný se směrem profilování. Správnější je tedy interpolovat tvar vrstevnic nejen ve směru profilování, ale i ve směru příčném.

Volba interpolačního způsobu je pro vlastní řešení interpolace vrstevnic rozhodující. Ve směru profilování je zpravidla hustota digitalizovaných bodů na jednotku délky vyšší než ve směru příčném, v kterém je hustota dána velikostí štěrbiny diferenciálního překreslovače, a může se tedy v poměrně širokém rozsahu měnit. Z hlediska srovnatelnosti výsledků tedy nemá smysl užít pro směr profilování přesnější vztahy, když příčný směr vykazuje zákonitě větší nepřesnosti. Proto stačí ve směru profilování zvolit jednoduchou lineární interpolaci.

Ve směru příčném je situace podstatně složitější. Je třeba najít kompromis mezi ještě přípustnými vzdálenostmi pro interpolaci (topografická plocha se dá vyjádřit matematickými aproximacemi v rozsahu malých území), ekonomikou překreslování, kapacitními možnostmi počítače i vlastní přesností vyhodnocení. Uvažovat příčnou interpolaci z více profilů by bylo jistě správné, ale hlavně z důvodů vysokých nároků na kapacitu počítače, rychlost zpracování a podstatně ztíženého analytického řešení, byla při uváděném řešení zvolena lineární interpolace i pro příčný směr. Postihnout funkční závislost přípustného počtu profilů pro interpolaci v závislosti na zvolené šířce štěrbiny, měřítku vyhodnocování i dalších naznačených faktorech je úloha velmi obtížná. Interpolaci v rámci dvou profilů je možné ještě hodnotit jako elementární a společnou pro všechny možné varianty řešení.

Při geometrické interpretaci se jeví lineární interpolace jako nahrazení průběhu funkce přímkou. Interpolační vzorec pro lineární interpolaci je vzorec, obsahující interpolační mnohočlen prvního stupně:

$$\begin{aligned} f(x_0 + th) &= f_0 + t\Delta_0 + R_1 \\ [\Delta_0 &= f(x_0 + h) - f(x_0)], \end{aligned} \quad (17)$$

kde

R_1 — chyba interpolace v bodě.

Vlastní matematické řešení se pak redukuje na vyhledání množin čtveřic bodů (2 + 2 v každém profilu), které obepínají nějakým způsobem elementární úsek libovolné vrstevnice pro danou dvojici profilů. Toto vyhledání je možné provést podle minima normy součtů čtverců souřadnicových přírůstků (vzdáleností). Pokud se tedy podaří vyhledat vhodnou čtveřici bodů, vyinterpolují se podle vztahu (17) pro danou ekvidistanci souřadnice průsečíků vrstevnice s takto definovaným čtyřúhelníkem. Vrstev-

nice může protínat tento čtyřúhelník teoreticky ve 144 způsobech, které se dají eliminovat na 36 základních.

Obecně je nutno interpolaci elementárních úseků vrstevnice v čtyřúhelníku rozšířit pro případ, že daným čtyřúhelníkem prochází více vrstevnic. Výsledkem řešení jsou pak neuspořádané elementy (úseky) dílčích částí vrstevnice, definované souřadnicemi počátečního a koncového bodu.

Další cesta není relativně náročná (analyticky) a tkví v uspořádání elementárních úseků tak, aby koncový bod jedné části byl zároveň počátečním bodem části další. Vzniknou tak uspořádané množiny definičních bodů vrstevnic.

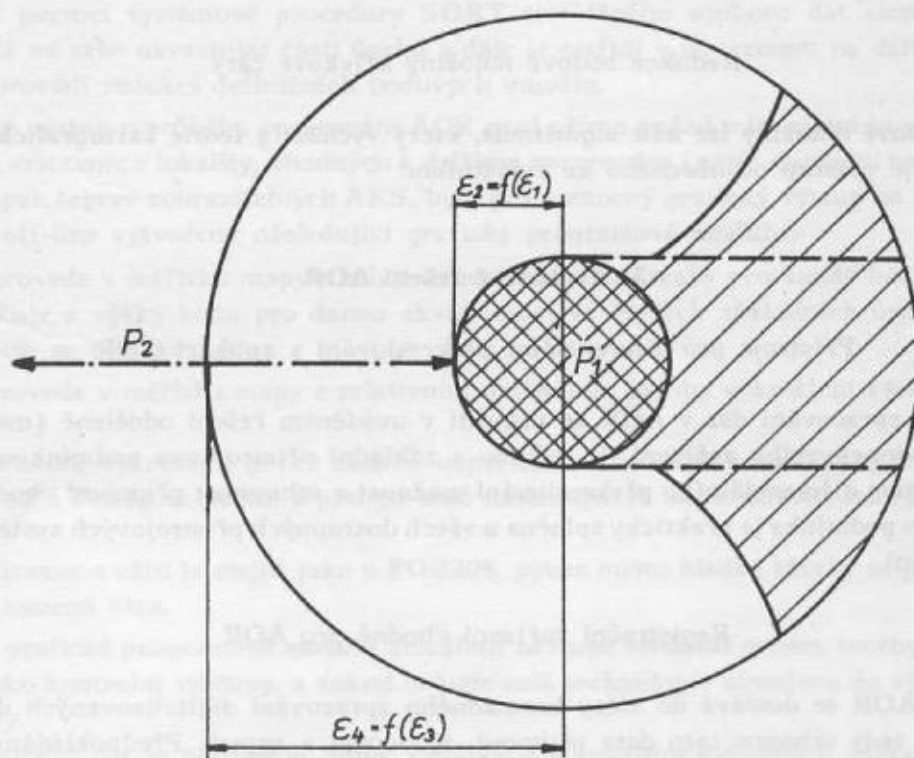
Ošetření zdigitalizovaných dat prvků situace

Pro účely orografie (integrována metoda), a tedy i pro účely analytické orografie je nutné, aby operátorka co nejpřesněji sledovala výškový profil terénu. U některých situačních prvků (mosty, výškové stavby) tak dojde k radiálnímu posunu v obrazu diferenciálně překresleného snímku. Jejich obraz tedy není geometricky přesný a je zatížen chybou, a tedy i digitalizace provedená z takového podkladu je chybná. Nabízí se zde zásadní a z hlediska digitální integrované metody nutné řešení: provádět vlastní vyhodnocení nadstavby také digitálním způsobem v návaznosti na vlastní diferenciální překreslování.

Způsob digitalizace situačních prvků je silně závislý na použitém registračním zařízení. Přesto některé zkušební práce prováděné autorem práce prokázaly, že za nynějšího stavu a možností v oblasti registračních zařízení a vzhledem k rychlosti vyhodnocování je účelné jako režim práce pro vlastní digitalizaci situace volit automatickou registraci s minimální časovou konstantou. Tento způsob digitalizace má však za následek, že v souborech zdigitalizovaných dat je řada bodů navíc — zbytečných (opakované registrace téhož bodu, registrace pod požadovanou přesnost, body na přímce atd.), které zbytečně rozšiřují soubory dat. Z hlediska prvotního zpracování dat je tedy vhodné provést **základní ošetření pořízených dat** a do další technologické části předat jen data nutná. Pro vlastní ošetření dat situace je pak možné volit různé úrovně.

a) Testování bodů

Testování bodů je možné provést na základě zadaných parametrů u množiny alespoň tří následujících bodů v prvku. Náznornější pohled na situaci je na obr. 2.



Obr. 2

Při testování se sledují **závislosti na vzdálenosti** — je-li třetí bod uvnitř kruhu o poloměru ε_2 (křížem šrafovaná plocha), je z dalšího zpracování vyloučen (zároveň se provádí test, zda by vyloučení druhého bodu nebylo výhodnější), je-li třetí bod vně kruhu o poloměru ε_4 , bod se nechává pro další zpracování. Bod v mezikruží (ε_4 , ε_2) je podrobován dalšímu testování na **úhlovou změnu směru** — pokud úhlová změna směru je větší než 0,942 rad, ponechává se pro další zpracování, v opačném případě (šrafovaná plocha) se bod podrobuje testování na přípustnou **grafickou přesnost** — je-li bod pod úroveň grafické přesnosti definované v limitě hodnotou ε_2 (čárkovane naznačený sektor), je z dalšího zpracování vyloučen.

Na první pohled je zřejmé, že navrhovaný způsob testování a ošetřování dat je poměrně přísný a některé zkušební práce prokázaly, že je vylučováno relativně malé množství bodů, ale čištění dat z hlediska již vlastního grafického výstupu není však plným smyslem v této části práce (viz výše). Problematika stanovení hlavních vlastních grafických definičních bodů je podle účelu případ od případu různě složitá a spadá do technologicky navazujících kroků zpracování digitalizovaných dat.

b) Specifické testování

Pro různé varianty řešení specifických problémů je možné provádět testování na souřadnicové přírůstky v X a Y (v absolutní hodnotě) s testovacím parametrem ε_4 a testování na stejné body v X , Y a Z . Je tak možné přejít na obdobné výsledky práce jako při registraci v automatickém režimu registrace s distančním parametrem práce.

c) Pomocné funkce

Do této části řešení úlohy je možné zařadit všechny další funkce, které se nedají zařadit do vlastního zpracování dat.

Spadá sem:

- vyloučení posledního registrovaného bodu;
- vyloučení posledního registrovaného prvku;
- ponechání všech registrovaných bodů;
- ukončení registrace;
- přechod na vyhodnocování další stereodvojice (modelu).

Všechny tyto pomocné funkce mají charakter optimalizačních prvků a ulehčují vlastní práci při digitalizaci.

Redukce bodové množiny křivkové čáry

Pro redukci bodové množiny lze užít algoritmus, který vychází z teorie kartografické čáry uvedené v [4]. Základem je přístup od obecného ke zvláštnímu.

3. Technické řešení AOR

Přístroje pro diferenciální překreslování s aplikací AOR

Protože vlastní zpracování dat v AOR se provádí v uváděném řešení odděleně (metodou off-line) od vlastního vyhodnocovacího zařízení, je jedinou a základní přístrojovou podmínkou aplikace AOR na přístrojový systém diferenciálního překreslování možnost a schopnost připojení vhodného registračního zařízení. Tato podmínka je prakticky splněna u všech dostupných přístrojových systémů pro diferenciální překreslování.

Registrační zařízení vhodné pro AOR

Vlastní řešení AOR se dostává do sféry hromadného zpracování digitalizovaných dat. Registrační zařízení musí být tedy schopno tato data přijmout, zpracovat a zapsat. Předpokládáme-li zpracování mapy měřítko 1:5000 o rozměrech 40×50 cm, velikost štěrbin překreslování 8 mm, překreslování pouze 2 cm za rám mapy a hustotu digitalizace 1 bod/4 mm profilu, dostaneme pro jednu fotomapu přibližně 7500 registrací. Z praktické zkoušky pro rozměr fotomapy 25×50 cm, šířku štěrbin 4 mm,

hustotu digitalizace 2 mm bylo získáno více než 15 000 registrací. Pokud se připočetly body digitalizace polohové situace, dostáváme se do počtu desítek tisíc registrací na jednu fotomapsu. Tyto požadavky dokáže v současnosti pokrýt pouze magnetická páska či velkokapacitní magnetický disk.

Další podmínku, kterou musí registrační zařízení splňovat, je automatická registrace s dostatečnou volbou parametru. Požaduje se, aby vzdálenost mezi body registrace ve směru profilových os byla přibližně poloviční než šířka použité šterbiny. Existuje zde silná závislost na rychlosti vlastního překreslování, a proto je třeba pro každý konkrétní případ parametry registrace vyzkoušet. Zkušenosti z ověřovacích prací prokázaly, že by pro AOR měla vyhovovat taková registrační zařízení, která umožňují nastavit dobu registrace v časovém intervalu alespoň jedné sekundy.

Vzhledem k uvedeným požadavkům a dostupnému instrumentáriu bylo pro koncepční řešení AOR vybráno registrační zařízení IZOT 9115/E se záznamem registrovaných dat pořizovatelem dat na magnetickou pásku typu EC 9002 (výrobce Elektronika Sofie, BLR). Podrobný popis registračního zařízení IZOT 9115/E a EC 9002 je uveden v [10].

4. Programové dílo

Vzhledem ke značnému objemu dat podrobných modelových bodů získaných při fotogrammetrické digitalizaci a technologickým podmínkám řešení je jasné, že veškeré zpracování zaregistrovaných dat, kromě vlastní digitalizace, je nutno provést na samočinném počítači. Počítač musí mít vstup z média, na které se prováděl záznam registrovaných dat (u magnetické pásky je to běžné), dostatečnou kapacitu operační paměti (164 kB), velkou operační rychlost, překladač jazyka Fortran (veškeré programové dílo je zpracováno ve Fortranu), a pokud bude požadován pomocný grafický výstup na zařízení Digigraf, pak i grafickou knihovnu.

Pro zpracování a výpočet byly zpracovány celkem tři základní programové moduly — FOB204, FOB206, FOB207. Dále je uveden stručný popis činnosti každého z nich:

FOB204 — přečte potřebná data pro výpočet (z magnetické pásky i děrných štítků), provede ošetření těchto dat, určí koeficienty transformačního klíče a po jednotlivých prvcích provede transformaci podrobných bodů. Při řešení AOR je každý profil brán jako samostatný prvek a pro každé dva následující profily určí elementární úseky vrstevnic.

FOB206 — s pomocí systémové procedury SORT setříděného souboru dat elementárních úseků vrstevnic vyhledá na sebe navazující části úseků a dále je setřídí v návaznosti na další použití SORT.

FOB207 — provádí redukci definičních bodových množin.

I když grafický výstup v průběhu zpracování AOR není přímo požadován, cílem je vytvoření souborů definičních bodů vrstevnic z lokality, vhodných k dalšímu zpracování (např. doplnění nespojitostí terénu, popisů apod.) a pak teprve zobrazitelných AKS, byly pro pomocný grafický výstup na zařízení Digigraf v režimu práce off-line vytvořeny následující grafické programové moduly:

FOB003 — provede v měřítku mapy s relativním umístěním kresby pro každý bod kresbu značkou, jejíž druh se určuje z výšky bodu pro danou ekvidistanci ve čtyřech základních úrovních. Je-li mezi body místo, vypíše se i výška bodu.

FOB201 — provede v měřítku mapy s relativním umístěním kresby vykreslení všech elementárních úseků vrstevnic.

FOB208 — provede vykreslení prvku daného uspořádanou množinou bodů tak, že body se proloží hladkou křivkou. Tečna křivky se počítá z pěti po sobě následujících bodů. Kresba má relativní charakter umístění.

FOB209 — činnost a užití je stejné jako u FOB208, pouze místo hladké křivky se prokládá definiční množinou bodů lomená čára.

Tyto pomocné grafické programové moduly umožňují názorně sledovat proces tvorby vrstevnic AOR, mohou sloužit jako kontrolní výstupy, a dokud nebude celá technologie zavedena do výroby, mohou být finálními výstupy.

Pro třídění souborů dat je při řešení úlohy využívána standardní systémová uživatelská procedura SORT a pro pomocný výstup dat programový modul FOB101. Ladění a ověření programového díla bylo provedeno na EC 1033 v OS s plným využitím uživatelských knihoven . VTV . a grafické . OKP. Pro výpočet jsou potřeba tři pracovní MP a jeden MD.

5. Ověření metody a výsledky praktických aplikací

Řešení na modelových datech

Pro účely ladění programového díla, ověření technologie zpracování a metodiky přístupu byla vytvořena na základě již dříve zpracované lokality modelová data AOR.

Řešení na praktickém příkladě

Pro praktické zpracování AOR byl vybrán zkušební prostor „JOHANNESBURG“, pro který snímky, souřadnice lícovacích bodů i ostatní parametry dodala firma Carl Zeiss Jena z NDR ke zkušebním a ověřovacím pracím u dodávaných vyhodnocovacích přístrojů a diferenciálních překreslovačů. Parametry tohoto prostoru plně odpovídají běžným parametrům snímkování u nás. Základní data použité snímkové dvojice jsou následující:

- měřítko snímků — 1:12 400;
- použitá komora — RMK 15/23;
- čísla snímků — 213 až 217;
- konstanta komory — 153,22 mm;
- rozměr snímků — 23 × 23 cm.

Snímková stereodvojice je zabezpečena potřebným počtem lícovacích bodů.

Běžnou technologií fotogrammetrického vyhodnocení bylo provedeno na konstrukční list v měřítku 1:5000 vyhodnocení vrstevnic (obr. 3) a diferenciálním překreslováním metodou on-line byla získána na přístroji GZ-1 fotomapa prostoru a zároveň orografický záznam výškopisu (obr. 4). Z technických důvodů bylo provedeno samostatně digitalizování výškových profilů při zachování stejných parametrů práce jako u diferenciálního překreslování. Digitalizovaná data byla podrobena výpočetnímu zpracování, jehož výsledkem je pomocná kresba vyinterpolovaných vrstevnic (obr. 5).

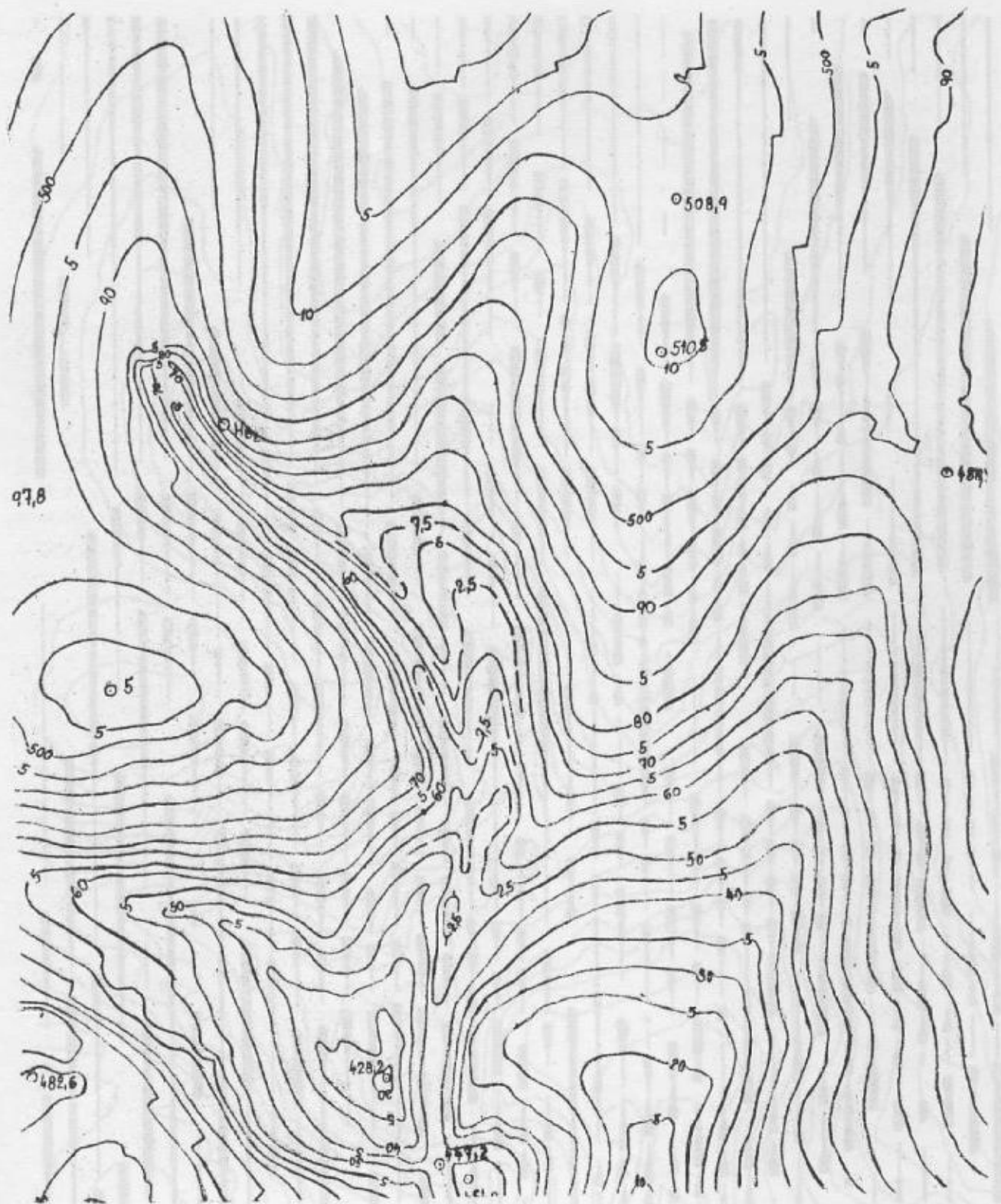
Provedené zkušební práce prokázaly, že navržený způsob přípravy dat i vlastní digitalizace výškových profilů je reálná a v praxi proveditelná. Samotná digitalizace a zápis dat na magnetickou pásku při diferenciálním překreslování nezatěžuje časově ani technologicky výrazně obsluhu vyhodnocovacího systému a ve srovnání s celým procesem diferenciálního překreslování činí kapacitní nárůst potřebného času ke zpracování jednoho listu méně než 10 %. Tento nárůst představuje hlavně proces registrace modelových souřadnic lícovacích bodů pro výpočet transformačních klíčů. Praktické ověření digitalizace situačních prvků v rámci této zkoušky nebylo ověřováno, protože registrační zařízení IZOT sice vyhovuje technologii AOR, ne však již plně požadavkům digitalizace situačních prvků nadstavby fotomapy.

Výsledky aplikací řešení AOR

Výsledky řešení AOR na modelových datech prokazují velmi dobrou shodu se vstupními grafickými podklady v lineární oblasti vykreslení vrstevnic na základě minimálně redukované množiny definičních bodů (kruhové okolí 0,1). U výsledků s využitím kresby vrstevnic pomocí hladkých křivek definovaných použitou grafickou knihovnou nebo u vrstevnic definovaných redukovanou definiční bodovou množinou pro kruhové okolí 10,0 se vyskytly zřetelné disproporce v jednotlivých tvarech.

U praktického výsledku řešení jsou patrné neshody v průběhu vrstevnic již mezi klasickým analogovým vyhodnocením výškopisu a lineárně vykreslenou neredukovanou definiční bodovou množinou vrstevnic. Tyto odchylky jsou místo od místa různě veliké a dosahují hodnoty až zadané ekvidistance (5,0 m). Charakter a základní tvar vrstevnic si však odpovídají. Protože výpočet transformačního klíče polohy i výšek vykazuje velmi dobré charakteristiky přesnosti, je možné tyto rozdíly přičíst na osobní chyby operátorů při vlastním analogovém vyhodnocení vrstevnic či digitalizaci dat výškových profilů. Přesné vedení značky po terénu má tedy podmiňující charakter správných výsledků práce.

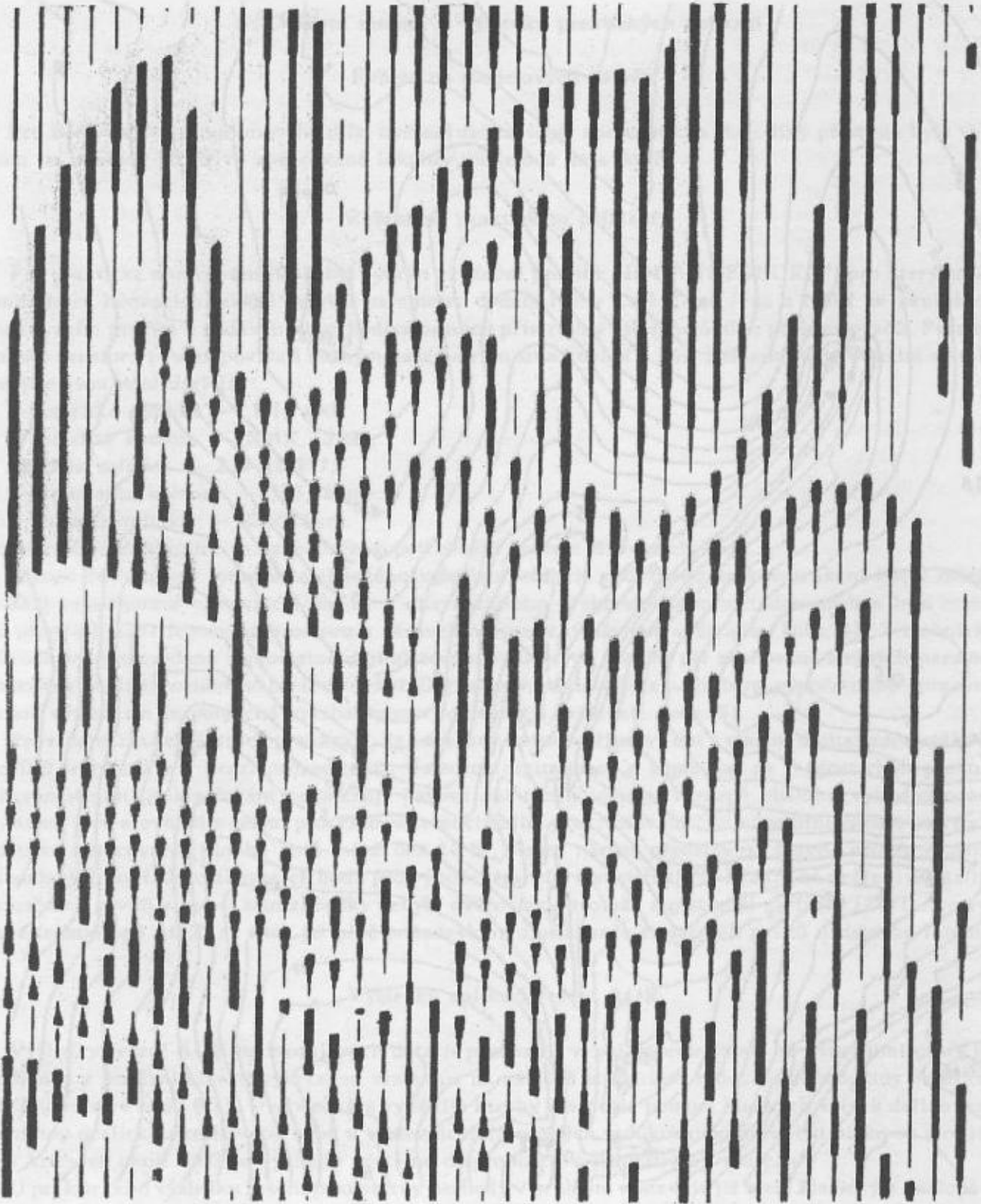
Pro grafický výstup s hladkou kresbou i pro výstup po provedené redukci základní definiční bodové množiny vrstevnic je možné dojít ke stejným závěrům jako u modelového řešení. V souladu s prací [4] je možné tvrdit, že kresba hladké křivky pomocí grafických programů použité grafické knihovny .OKP. (procedury IPO, IPC, IPR) není vhodná pro kresbu topografických prvků. Otázka volby vhodného kruhového okolí zůstává i přes učiněné pokusy otevřená. V řešených příkladech se také neprojevil vliv nespojitých částí terénu.



Obr. 3

Závěr

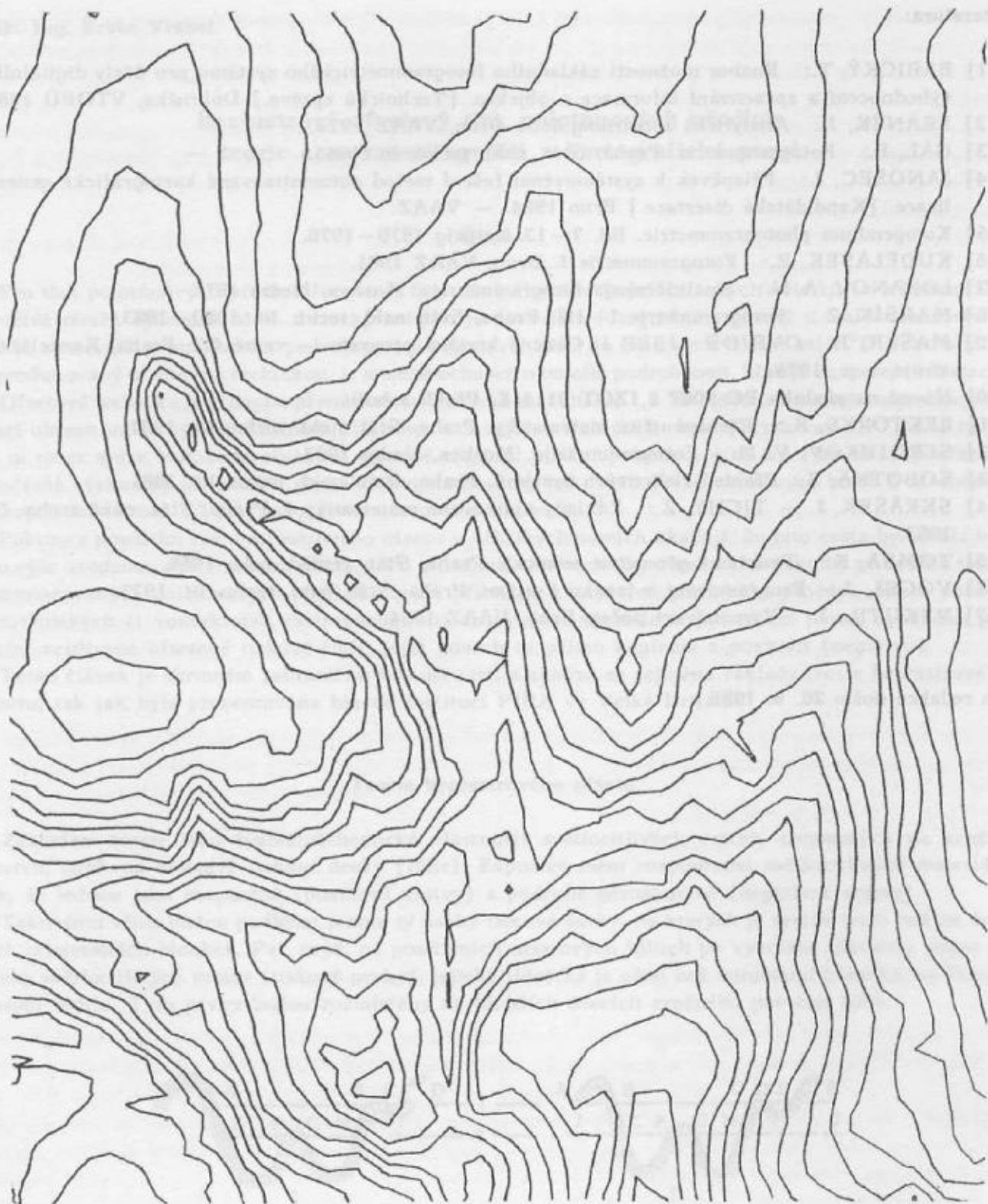
Na základě výsledků je možné konstatovat, že navržená metoda řešení výškopisu metodou AOR může přinést pro provozní fotogrammetrickou praxi nové reálné možnosti rozvoje v oblasti digitálních metod. Práce je svým zaměřením směřována do oblasti výroby fotomap integrovanou metodou zpracování,



Obr. 4

kteřou řeší novou metodou přístupu. Plně vychází z dostupného instrumentária a technických možností fotogrammetrických pracovišť u nás.

Při zabezpečení naznačených problémů je možno navrženou metodou dosáhnout dobrých výsledků. Nejzákladnějším problémem ale zůstává začlenění této technologie do širšího kontextu automatické tvorby map. Plně se prokázalo, že technické i technologické fotogrammetrické možnosti umožňují zabezpečit při respektování specifických oborových zvláštností potřebná data k digitálním a analytickým metodám automatizované tvorby map.



Obr. 5

Provedené zkušební práce vytvořily reálný základ a předpoklady pro další rozvoj technologie AOR i digitálních metod fotogrammetrického vyhodnocení. Limitující pro další jejich rozvoj je z hlediska fotogrammetrie otázka registračních zařízení se záznamem dat na vhodná nosná média v potřebných režimech práce. Jako perspektivní a v našich podmínkách i možný směr rozvoje se jeví systém s využitím stolní výpočetní techniky na bázi mikropočítačů a jejich práce v reálném čase v on-line zapojení s vyhodnocovacím zařízením. Druhým základním problémem zůstává návrh a zpracování projektů využívajících možnosti digitální fotogrammetrie.

Literatura:

- [1] BABICKÝ, T.: Rozbor možností základního fotogrammetrického systému pro účely digitálního vyhodnocení a zpracování informace o objektu. [Technická zpráva.] Dobruška, VTOPÚ 1983.
- [2] FRANĚK, J.: Analytická aerotriangulace. Brno, VAAZ 1974.
- [3] GAL, P.: Fotogrammetria. Praha, Stát. nakl. techn. lit. 1965.
- [4] JANOŠEC, J.: Příspěvek k systémovému řešení metod automatizované kartografické generalizace. [Kandidátská disertace.] Brno 1984. — VAAZ.
- [5] Kompendium photogrammetrie. Bd. 7—13. Leipzig 1970—1976.
- [6] KUDELASEK, R.: Fotogrammetrie I. Brno, VAAZ 1981.
- [7] LOBANOV, A. N.: Analitičeskaja fotogrammetrija. Moskva, Nedra 1972.
- [8] MARŠÍK, Z.: Fotogrammetrie I—III. Praha, Stát. nakl. techn. lit. 1980—1983.
- [9] MAŠEK, J.: OVP/OS - JSEP 1. Obecný kreslicí program — verze 0.2. Praha, Kancelářské stroje, n. p., 1978.
- [10] Návod na obsluhu EC 9002 a IZOT 9114/E. Překl. z bulh.
- [11] REKTORYS, K.: Přehled užití matematiky. Praha, Stát. nakl. techn. lit. 1981.
- [12] SERDJUKOV, V. M.: Fotogrammetrija. Moskva, Nedra 1982.
- [13] SOBOTKA, Z.: Přehled číslicových systémů. Praha, Stát. nakl. techn. lit. 1981.
- [14] SKRÁŠEK, J. — TICHÝ, Z.: Základy aplikované matematiky I. Praha, Stát. nakl. techn. lit. 1983.
- [15] TOMSA, K.: Praktická geometrie lesnická. Praha, Stát. zeměd. nakl. 1966.
- [16] VOGEL, J.: Programování v jazyku Fortran. Praha, Stát. nakl. techn. lit. 1973.
- [17] VYKUTIL, J.: Vyrovnávací počet. Brno, VAAZ 1964.

Do redakce došlo 26. 8. 1985.

Bezrastrový ofsetový tisk polotónových předloh — teorie a možnosti využití v kartografické praxi

Úvod

Pro tisk polotónových předloh fotomap, fotoplánů či jednotlivých leteckých snímků se v kartografii používá téměř výhradně ofset. Letecký snímek je zpravidla fotograficky plochý s malým množstvím světél, s největším množstvím podrobností v nejtmaší části do optických hustot asi $2^{\circ}D$. Jeho obsah, reprodukováný ofsetovou technikou, je značně ochuzen o mnoho podrobností, hlavně ve tmavých částech.

Ofsetová technika je schopna přenést tónový rozsah maximálně $1,5^{\circ}D$ (přičemž hustota nejsvětějších částí obrazu může být minimálně $0,2^{\circ}D$ a hustota nejtmaších částí nemá přesáhnout $1,7^{\circ}D$), a tudíž od ní nelze ani v budoucnu očekávat výrazné zlepšení podání polotónu, a to ani (jak ukazují některé současné výzkumy) při použití digitálních metod tvorby tiskových prvků rastrových bodů. Podrobnosti tmavých míst (nad $1,7^{\circ}D$) jsou zcela nereprodukovatelné.

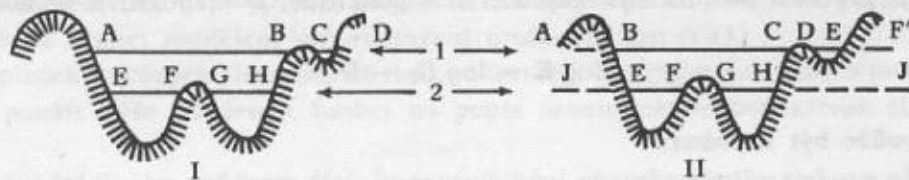
Pokusy s použitím tzv. bezrastrového ofsetu v některých zemích ukazují, že tato cesta by mohla být pro výše uvedenou potřebu výhodiskem. Po zvládnutí této techniky ofsetového tisku by se kvalita takto rozmnožovaných polotónových předloh značně přiblížila kvalitě fotografického procesu. Místo použití autotypických či kontaktních rastrovacích sítí se využívá speciálním způsobem jemně zrněného povrchu zcitlivěné ofsetové tiskové fólie, jejíž povrch se přímo kopíruje z pozitivu (negativu).

Tento článek je shrnutím zahraničních zkušeností a zabývá se zejména základy teorie bezrastrového ofsetu, tak jak byla prezentována hlavně institucí PIRA ve Velké Británii.

Teorie bezrastrového ofsetu

Základem teorie jsou fyzikálněchemické vlastnosti světlocitlivých vrstev, nanesených na zrněný povrch, např. na ofsetové tiskové desky (fólie). Expozice mění rozpustnost světlocitlivých materiálů tak, že jednou jsou rozpustné (pozitivní vrstvy) a podruhé nerozpustné (negativní vrstvy).

Takovému vlivu budou podléhat jenom ty úseky tiskové desky, na kterých je vrstva tenčí než na úsecích minimálních hloubek. Pak např. na pozitivních ofsetových fóliích po vyvolání zůstanou pouze ty úseky světlocitlivých vrstev (tiskové prvky), jejichž tloušťka je větší než minimální hloubka, na kterou působí světlo. Tyto prvky budou rozmístěny na hlubších úsecích zrněného povrchu fólie.



Obr. 1 (I). Pozitivní deska

1 - malá expozice; 2 - velká expozice; plocha tiskových prvků při malé expozici $AB + CD$,
při velké $EF + GH$

Obr. 1 (II). Negativní deska

1 - malá expozice; 2 - velká expozice; plocha tiskových prvků při malé expozici $AB + CD + EF$,
při velké expozici $JE + FG + HJ$

Takto (obr. 1) odvozená teorie čistě kvalitativně objasňuje, že rovnoměrné expozice na danou výšku světlocitlivé vrstvy nevytvářejí tónové gradace. Bez dalšího dopracování toto tvrzení nelze použít k ob-

jasnění takových proměnných tohoto procesu, jako je expozice, předexpozice a parametry vyvolávání. Tato jednoduchá teorie není vůbec spojená se statistickými závislostmi charakterizovanými zrnitostí fólie. Podstatně lépe odpovídá pravdě statistický model, který obsahuje schematické zobrazení zrnění pomocí pravidelných pilových zubů. Dobrá teorie musí vypracovat kvantitativní ukazatele a tím určit vliv proměnných veličin procesu a stanovit základní kritéria hodnocení zrnění. Srovnání této teorie s experimentem bylo umožněno teprve nedávno a jeho kladné výsledky uveřejňují práce [3] a [4]. V těchto pracích je zdůrazněna důležitost statistických závislostí zrnění fólie na dosažení reprodukčních charakteristik procesu.

Takový přístup dovoluje určit fotochemické konstanty světlocitlivých vrstev i zdůraznit úlohu expozice a odhalit roli předexpozice. Vliv proměnných může být ohodnocen i kvalitativně.

Expozice světlocitlivé vrstvy

Intenzita světla působící na průzračnou vrstvu se zmenšuje v důsledku jeho pohlcení mírou hloubky pronikání světla do vrstvy. Světlo působí na materiály použité jako světlocitlivé nánosy chemicky, způsobuje jejich rozpustnost (v případě pozitivní formy) nebo nerozpustnost (v případě negativní formy) do úrovně určené rozpouštědlem (vývojkou). Stupeň chemického působení, měnícího rozpustnost, závisí na množství pohlcené energie a samozřejmě též na frekvenci světla a expozici a je určen intenzitou světla a délkou jeho trvání. Změny rozpustnosti (při dané vývojce) proběhnou jenom tehdy, když expozice převyší určenou úroveň. Tato úroveň se nazývá prahem expozice E_t . Když určíme existenci závislosti mezi intenzitou osvětlení a prodloužením expozice, tehdy práh expozice E_t pro danou frekvenci (délku vlny světla) bude konstantou charakterizující světlocitlivý materiál i vývojku. Je-li světlocitlivý materiál dostatečně průzračný a pohlcuje světlo v souladu s Lambertovým zákonem, pak expozice E se zmenšuje k prahu expozice E_t v intervalech x_t podle vzorce

$$E_t = E \cdot (-K \cdot x_t),$$

kde

K — koeficient pohlcení.

Upravíme-li tuto rovnici do známější podoby, obdržíme

$$\log E_t/E = -\varepsilon \cdot x_t, \quad (1)$$

kde

ε (extinkce) — činitel útlumu ($0,434 \text{ } ^\circ\text{K}$) závisící na vlnové délce použitého světla.

Při kopírování polotónového diapozitivu s optickou hustotou D se základní expozice E_0 , určená jenom vlastnostmi vrstvy, přetvoří na pracovní expozici E s použitím D diapozitivu pomocí rovnice

$$\log E = \log E_0 - D. \quad (2)$$

Pak rovnice (1) může být napsána:

$$\log E_0 - D \cdot (-\log E_t) = \varepsilon \cdot x_t. \quad (3)$$

Takto je spojena prahová hloubka (hloubka, za jejíž hranicí se rozpustnost vrstvy nemění) s expozicí i optickou hustotou diapozitivu; ε je charakteristikou materiálu a E_t je charakteristikou materiálu i procesu jeho vyvolání.

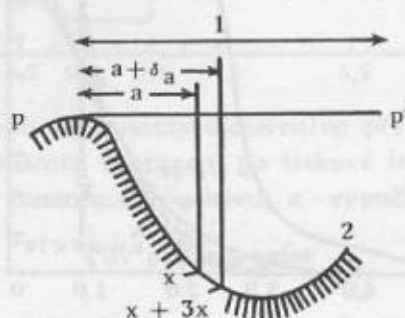
Existence prahu expozice je určujícím faktorem bezrastrového ofsetového procesu. Touto existencí se odlišuje od diskrétních (rastrových) systémů, v nichž je formování bodů závislé na proniknutí světla (fotochemické proměně) v celé tloušťce vrstvy. Z rovnice (3) je jasné, že bezrastrový proces oproti rastrovému je nezvykle citlivý na expozici.

Nyní si povšimneme nerovnoměrné tloušťky světlocitlivé vrstvy na různě hlubokých úsecích zrněné ofsetové fólie a posléze vzájemného vztahu mezi plochou tiskových prvků a expozicí.

Nerovnoměrnost tloušťky vrstvy na zrněném povrchu

Pro vrstvu, která úplně zaplňuje prohlubně na povrchu zrněné fólie, koresponduje nerovnoměrnost tloušťky s profilem zrna, tzn. je funkcí rozložení prohlubní pod libovolně vybranou ploškou. Předpokládejme také, že rozdělení prohlubní je stejné ve všech směrech v ploškách, paralelních s první ploškou.

To zjednodušuje úlohu tak, že je možné prozkoumat profil jenom jednoho příčného řezu.



Obr. 2. Profil zrna

1 - jednotková ploška; 2 - kontura tvaru

Jestliže je frekvence výskytu prohlubní, nacházející se v intervalu od x do $x + \delta x$, určená funkcí $f(x) \delta x$, pak na jednotlivé plošce zkoumané plošky $p - p'$ (obr. 2) ploška δ_a se rovná ploše zobrazení všech úseků obsahujících prohlubně ve výše uvedených mezích. To je možno vyjádřit jako:

$$\frac{da}{dx} = f(x).$$

Jestliže vrstva zaplňuje prohlubně mezi zrny do úrovně jednotlivé plošky $p - p'$, pak celá plocha u prohlubní, ležící mezi touto plochou a prahovou prohlubní x_t , je obecně exponovanou ploškou pro tento práh. Po provedení integrace v mezích $x = 0$, $x = x_t$ dostaneme

$$a = \int_0^{x_t} f(x) dx \quad (4)$$

pro negativní formu,

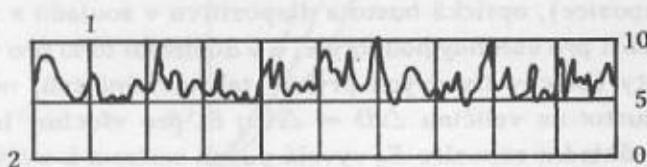
$$(1 - a) = 1 - \int_0^{x_t} f(x) dx \quad (5)$$

pro pozitivní formu.

Z těchto rovnic a z rovnice (3) vyplývá, že ploška tiskového prvku závisí na podmínkách expozice (E_0 ; D) a je určena funkcí rozdělení pro rozložení prohlubní zrn $f(x)$.

Přejdeme-li od plošek tiskových elementů na tiskové formě k optickým hustotám s pomocí příslušných vztahů, můžeme použít výše uvedenou funkci na popis senzimetrických křivek tiskové formy na ofsetové fólii.

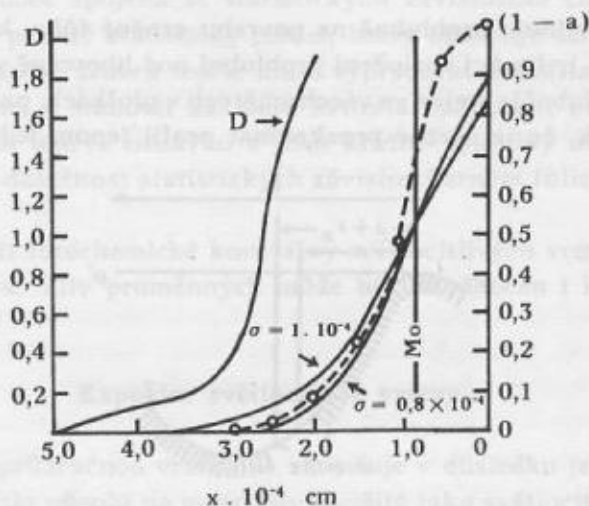
Shrneme-li dosavadní úvahy, můžeme říci, že reprodukční charakteristiky tiskové ofsetové formy se budou určovat parametry statistické funkce rozdělení pro rozložení prohlubní, koeficientem optické extinkce světlocitlivé vrstvy ε a jeho prahovou expozicí E_t . Přitom dva poslední faktory závisí na vlnové délce světla osvitu. Na obr. 3 je znázorněn profil, typický pro zrněný povrch obecně, obzvláště



Obr. 3. Profilogram typického zrněného povrchu

1 - vzduch; 2 - kov; převýšení vertikální 2000krát, horizontální 100krát

pro ofsetové tiskové formy. Profilogram byl určen v instituci PIRA pomocí přístroje Tallysurfe 3.



Obr. 4. Vliv změny standardní odchylky na tvar křivky

Obr. 4 je získán z obr. 3 a ukazuje (čárkovanou čarou) veličinu $(1 - a)$ určenou podle vztahu (5) jako funkci prohlubně ležící pod přímkou, procházející po vrcholech zrn. Je jasné, že rozdělení se nejeví plně náhodným, což můžeme jasně vidět, srovnáme-li je se dvěma křivkami (souvislá linie) odpovídajícími funkcím normálního rozdělení, vypočteným podle dvou standardních odchylek z rovnice

$$f(x) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \exp - \frac{1}{2} \left(\frac{x - \bar{x}}{\sigma} \right)^2$$

Plošky obdržené pro různé hodnoty pomocí známých tabelovaných hodnot podle integrální formy této funkce, přičemž střední hodnota \bar{x} se zvolila rovnou hodnotě x nejčastěji se vyskytující v souhrnu zkoumaných hodnot ($0,8 \times 10^{-4}$ cm) i pro dvě standardní odchylky, jsou

$$\sigma = 1 \cdot 10^{-4}; \quad \sigma = 0,8 \cdot 10^{-4}.$$

Na levé ose (obr. 4) jsou označeny hodnoty optické hustoty vypočtené do mezní hodnoty $1,8^\circ D$. Tyto hodnoty jsou v souladu se sigmoidální formou křivek bezrastového reprodukčního procesu.

Parametry určení křivky funkce rozdělení se neurčovaly, protože by jednak neukázaly nic nového, a zvláště proto, že není základní předpoklad, že charakter funkce rozdělení bude obecný pro všechny typy zrněných fólií.

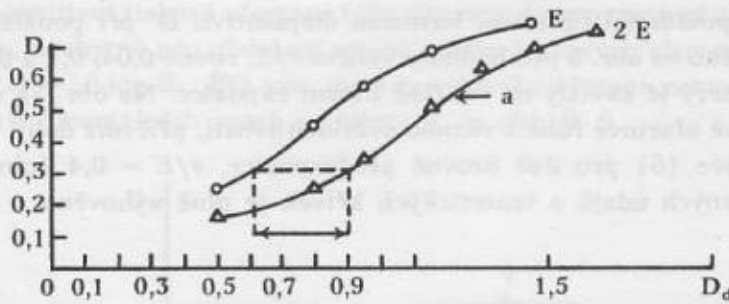
Je nutné zdůraznit, že výrobci ofsetových fólií jsou pro tento účel povinni zhodnotit funkci rozdělení na svých vyráběných ofsetových fóliích a použít takových statistických parametrů, jako jsou nejčastěji se vyskytující standardní odchylky i střední hodnoty prohlubní, ke kontrole jejich kvality.

Dvě teoretické křivky na obr. 4 charakterizují vliv změn standardní odchylky na tvar křivky.

Vliv expozice

Budeme zkoumat pozitivně pracující ofsetové fólie, protože jevy při exponování negativně pracujících ofsetových fólií nevykazují principiální odchylky. Prahová hloubka x_c může být určena z rovnice (3).

Protože rovnice (5) charakterizuje plošku tiskového prvku jako funkci x_c (je to proto, aby daná ploška byla nezávislá na změnách expozice), optická hustota diapozitivu v souladu s rovnicí (3) se musí proměňovat na jednu a tutéž velikost pro všechny hodnoty x_c , a v důsledku toho pro všechny plošky tiskových prvků. Křivka optické hustoty (plochy tiskových prvků) tak uchráni svůj nezměněný tvar, ale bude posunuta po ose optických hustot na veličinu $\Delta D = \Delta \log E_0$ pro všechny hodnoty plošek tiskových prvků. Např. zdvojnásobená základní expozice E_0 vyvolá posun směrem k vyšším hustotám diapozitivu na $\log 2$ neboli na $0,3010$, jak bylo experimentálně dokázáno a zaznamenáno na obr. 5. To podtrhuje rozhodující úlohu expozice a prakticky vyžaduje nutnost velmi rovnoměrného osvětlení, minimálního kolísání osvětlení a vysokou opakovatelnost výsledků expozic.



Obr. 5 Změny optické hustoty diapozitivu při změně expozice
 D_0 - hustota zobrazení na tiskové formě;
 D_d - optická hustota diapozitivu; a - vypočítaná křivka

Vliv předexpozice

Předexpozice bez diapozitivu se používaly proto, aby se ofsetová fólie zcitlivila k širšímu rozpětí optických hustot diapozitivu. Výsledky experimentů potvrdily, že osvit při dané expozici posunuje reprodukční křivku k hodnotám vyšších optických hustot diapozitivu tím více, čím je vyšší optická hustota diapozitivu. Z toho plyne, že křivka se přiklání ke straně vyšších optických hustot. Analogických výzkumů byla provedena celá řada.

Při předexpozici e (provedené bez diapozitivu) fotochemické reakce proběhnou v celé tloušťce vrstvy. Budeme-li předpokládat, že účinek této reakce na vrstvu, jejíž hloubka je určena, může být prostě přičten k účinku vyvolanému základní expozicí E_0 , pak rovnici (1) je možno upravit následujícím způsobem:

$$\frac{\log(E + e)}{E_t} = \varepsilon \cdot x_t$$

neboli

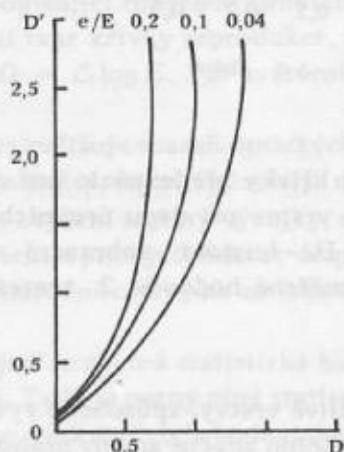
$$\frac{\log E}{E_t} + \log\left(1 + \frac{e}{E}\right) = \varepsilon \cdot x_t.$$

Tak jako $\log E = \log E_0 - D'$ nebo $E = E_0 / \exp(2,303 \cdot D')$, kde D' je příslušná optická hustota na diapozitivu, lze vyvodit

$$\log E - D' - \log E_t + \log\left[1 + \frac{e}{E_0} \cdot \exp(2,303 D')\right] = \varepsilon x_t. \quad (6)$$

Rovnice (6) ukazuje, že použití předexpozice vyvolává nutnost zvětšení optické hustoty diapozitivu pro jednu a tutéž veličinu x_t (nebo tutéž plochu tiskových prvků), která by mohla být dosažena bez předexpozice.

Přitom přírůstek optické hustoty musí být tím větší, čím vyšší je optická hustota diapozitivu. Na rozdíl od případu změny základní expozice se reprodukční křivka zkruskuje.

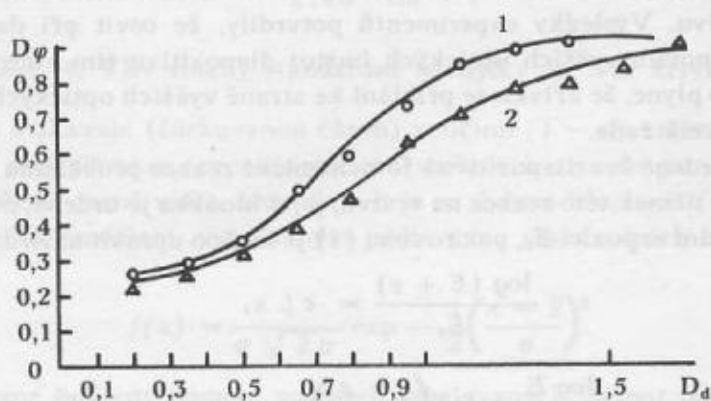


Obr. 6. Závislost mezi optickou hustotou diapozitivu D' , dosaženého při použití předexpozice i bez ní; D při expozici e/E 0,2; 0,1; 0,04

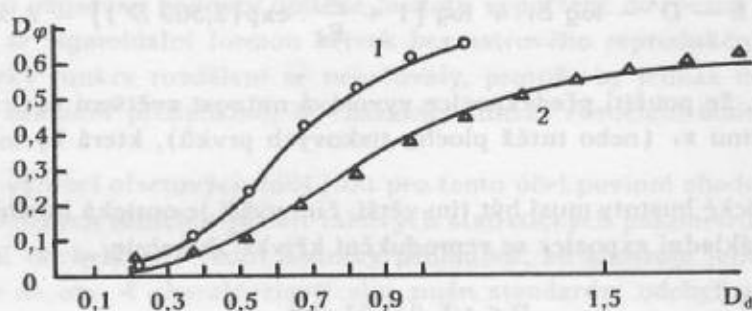
Vzájemné spojení mezi odpovídající optickou hustotou diapozitivu D' při použití předexpozice i bez ní (D) je graficky znázorněno na obr. 6 pro hodnoty veličin e/E , rovné 0,04, 0,1 a 0,2. Je jasné, že předexpozice je parametrem, který je závislý na veličině hlavní expozice. Na obr. 7a a 7b jsou vypočítány křivky předexpozice pro dvě ofsetové fólie s různou světlocitlivostí, přičemž dolní křivka v obou případech je vypočtena z rovnice (6) pro dvě úrovně předexpozice, $e/E = 0,4$ (obr. 7a) a $e/E = 0,10$ (obr. 7b). Souhlasu pokusných údajů a teoretických křivek je plně vyhověno.

Vliv režimu vyvolávání

Pro složitost a různorodost vlivu chemismu vývojek na exponovanou vrstvu není možné popsat absolutně důsledky vyvolávání, závislé na typu rozpouštědla, prodloužení a teplotě procesu. Teorie ukazuje směr i charakter změn tvaru křivek reprodukce.



a)

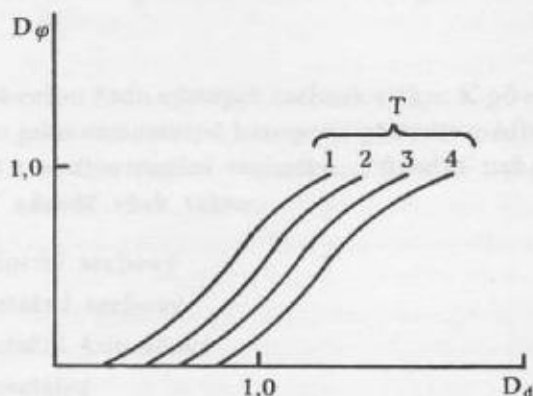


b)

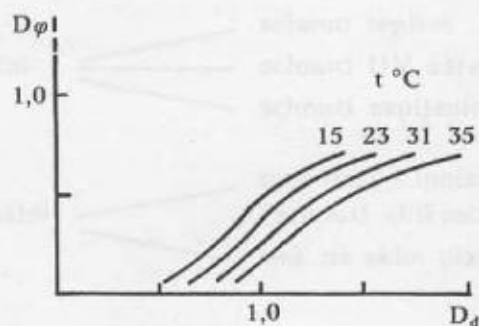
Obr. 7. Vypočítané a experimentální křivky předexpozic pro dvě tiskové formy s různou citlivostí kopírovacích vrstev při dvou úrovních předexpozice
 $a \rightarrow e/E = 0,04$; $b \rightarrow e/E = 0,10$; D_0 - hustota zobrazení na tiskové formě; D_d - optická hustota diapozitivu; 1 - naměřené hodnoty; 2 - teoretické (vypočítané) hodnoty

Libovolné změny v tloušťce světlocitlivé vrstvy, způsobené vyvoláváním, budou mít vliv na prahovou hloubku x , a mohou být pokládány za příčinu značné změny prahu expozice E_t . Zvětšení doby vyvolávání nebo zvýšení teploty vývojky je možno považovat za snížení prahu expozice E_t pro pozitivní tiskové ofsetové fólie a za zvýšení E_t pro negativní tiskové ofsetové fólie.

Rovnice (3) pro pozitivní tiskové ofsetové fólie ukazuje, že pro tento případ je potřebné zvýšení optické hustoty negativu, nezbytné pro obdržení stejné plošky tiskových elementů, ale při nižším času doby vyvolávání, tzn. $\Delta D = \Delta \log E$. Při tom všem tvar křivky zůstane nezměněn. Tato tvrzení jsou podložena výsledky experimentálních prací a vidíme je na obr. 8, 9.



Obr. 8. Vlivy změny doby vyvolávání
 D_0 - optická hustota zobrazení na tiskové desce; D_d - optická hustota diazopozitivu;
 T - doba vyvolávání v min



Obr. 9. Vliv teploty vývojky na vyvolání tiskové formy při konstantní expozici a době vyvolávání
 D_0 - optická hustota zobrazení na tiskové desce; D_d - optická hustota diazopozitivu;
 t - teplota vývojky

Závěr

Teorie předpokládá, že tvar křivky spojující hustotu zobrazení na tiskové formě a optickou hustotu diazopozitivu je určen funkcí rozdělení, popisující rozdělení prohlubní na zrněné fólii, a je obvykle tvaru sigmoidálního. Změny expozice nezmění tvar křivky reprodukce, ale změní její polohu ve vztahu k ose optické hustoty diazopozitivu tak, že $\Delta D = \Delta \log E$. Při zvětšení expozice dvakrát se optická hustota D zvětší 0,3krát.

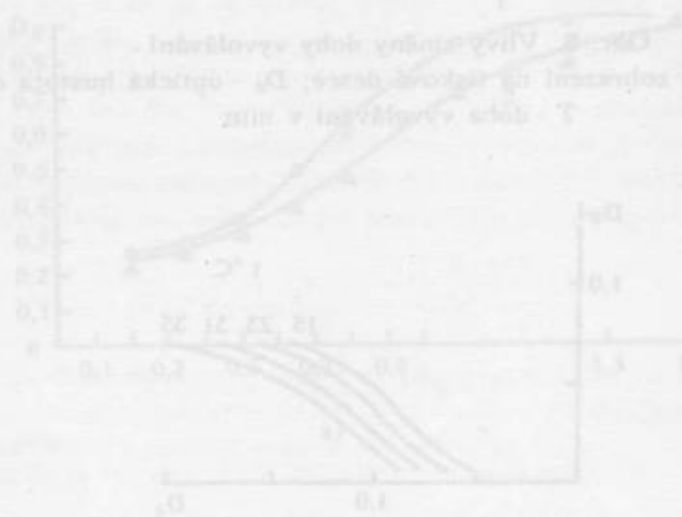
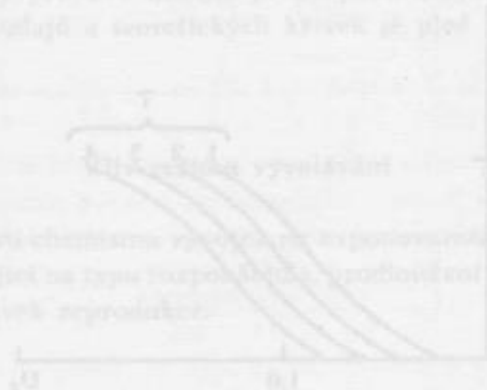
Předexpozice před i po hlavní expozici zvětšuje rozsah optických hustot tím více, čím větší je základní optická hustota. Libovolné faktory vyvolávání, které způsobují rozpuštění většího množství materiálu vrstvy, tj. zvýšení doby vyvolávání nebo zvýšení teploty vývojky, nemusí měnit tvar reprodukční křivky, ale budou ji posouvat ve směru zvětšení optických hustot diazopozitivu či zmenšení hustot negativu.

Teorie ukazuje, že tento proces je mimořádně citlivý ke změnám expozice a ve všech aspektech i k podmínkám vyvolání.

Při zhotovování zrněných fólií je zřejmě nezbytná statistická kontrola. Používání jednotlivých měření k určení hloubky zrnění je nedostatečné. Tady je nutný plný statistický popis používající např. standardních odchylek, středních i nejčastěji se vyskytujících hodnot hloubky zrnění.

Praktické zkoušky z tisku bezrastrovým ofsetem ukázaly, že se dosáhlo zvláště širokých gradačních charakteristik od optických hustot zobrazení na tiskové formě 0,05 °D do optických hustot 2,2 °D bez

zalití nejhlubších stínů, že stabilita tiskových ofsetových forem bezrastrového ofsetu je stejná a vyšší než u rastrového ofsetu a že kvalita tiskových prvků se během tisku nákladu nemění. Některé pokusné práce ukázaly, že bylo dosaženo takové kvality polotónového podání zobrazení, která korespondovala se zrnitostí rentgenových filmů.



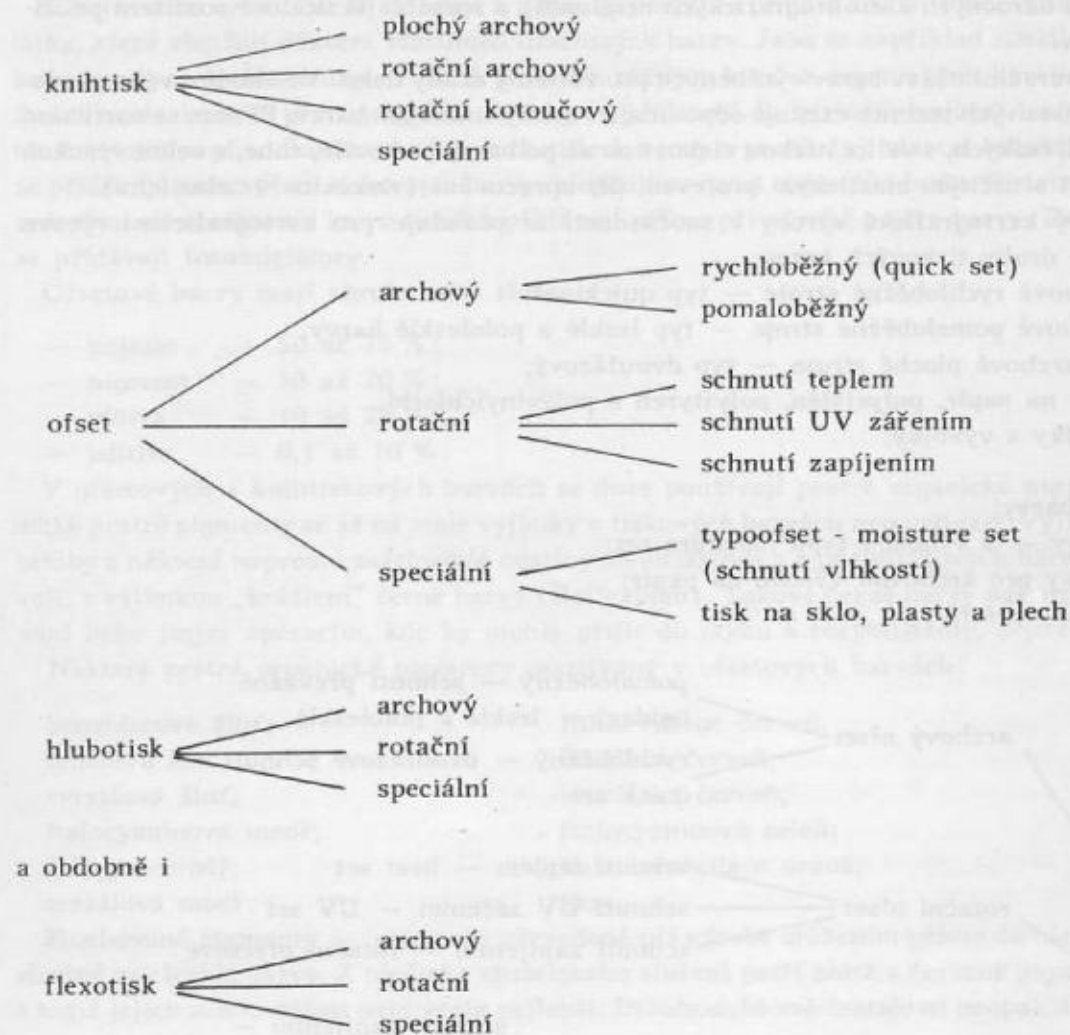
Literatura:

- [1] POBBORAVSKY, I. — PEARSON, N.: Advances in printing science and technology. London, Pergamon Press 1971.
- [2] Printing Technol., 11, 1967, č. 1; 19.
- [3] BANKS, V. H.: Screenless lithography specially funded project. In: PIRA Report (London), 1977, XI.
- [4] J. fotogr. Sci., 26, 1978, č. 111.
- [5] Deutsche Drucker (NSR), 1979; 1980.
- [6] Druckspiegel (NSR), 1978.
- [7] Brit. Printer (Vel. Brit.), 1978; 1979.
- [8] VYKUTIL, J.: Vyrovnávací počet. Brno, VAAZ 1964.

Do redakce došlo 30. 1. 1986.

Použití tiskových barev v kartografické výrobě

Polygrafická výroba používá celou řadu různých technik tisku. K původnímu knihtisku, ofsetu, hlubotisku a flexotisku je dnes nutno jako samostatné kategorie přiřadit měditisk (ocelotisk), sítotisk, elektrostatický tisk a v budoucnosti i audiovizuální techniku. Původní tiskové techniky lze dnes ještě dále rozlišit různým způsobem. V zásadě však takto:



Měditisk a ocelotisk jsou jakousi obdobou hlubotisku, avšak charakterem tiskové barvy se podobají spíše ofsetu nebo knihtisku. Sítotisk lze rozlišit na ruční, automatizovaný a speciální, z hlediska barev se však rozlišuje podle druhu potiskovaného materiálu. Elektrostatický tisk je zatím nejmodernějším a nejrychlejším typem rozmnožovací a maloobjemové tiskové techniky. Rozlišujeme druh válcový (suchý nebo kapalinový), elektrostatický síťový a nejmodernější elektrostatický tryskový.

Z těchto širokých možností polygrafické výroby, vzhledem ke své specifice, využívá kartografická výroba zejména tyto:

- rychlý vícebarevný archový (nebo i rotační) ofsetový tisk;
- archový pomaloběžný ofsetový tisk;
- archový knihtisk plochý;
- sítotisk pro speciální účely;
- elektrostatický tisk pro rozmnožování.

Rychlý vývoj polygrafických tiskových technik a zejména zrychlení zpracování tiskových předloh

a forem a modernizace meziproductů, to vše se zřejmě odrazí i v kartografické výrobě. Tak například lze v kartografii očekávat nástup:

- rotačního ofsetu;
- typoofofsetu (eventuálně moisture set);
- elektrostatického tisku pro maloobjemovou výrobu;
- flexotisku pro speciální účely;
- ústup knihtisku a pomaloběžného archového ofsetového tisku.

Lze očekávat modernizaci kopírovacích postupů, meziproductů, kartografických originálů i tiskových desek. Perspektivně lze předpokládat i přechod ke skenerům a grafickému zpracování map na barevném terminálu. S tím souvisí přechod ke stabilizovanému čtyřbarvotisku.

Výraznou odlišností kartografické výroby od běžné polygrafické výroby je složitější tvorba tiskových podkladů (vysoký podíl náročných kartolitografických originálů) a rozsáhlejší účelové rozlišení používaných tiskových barev.

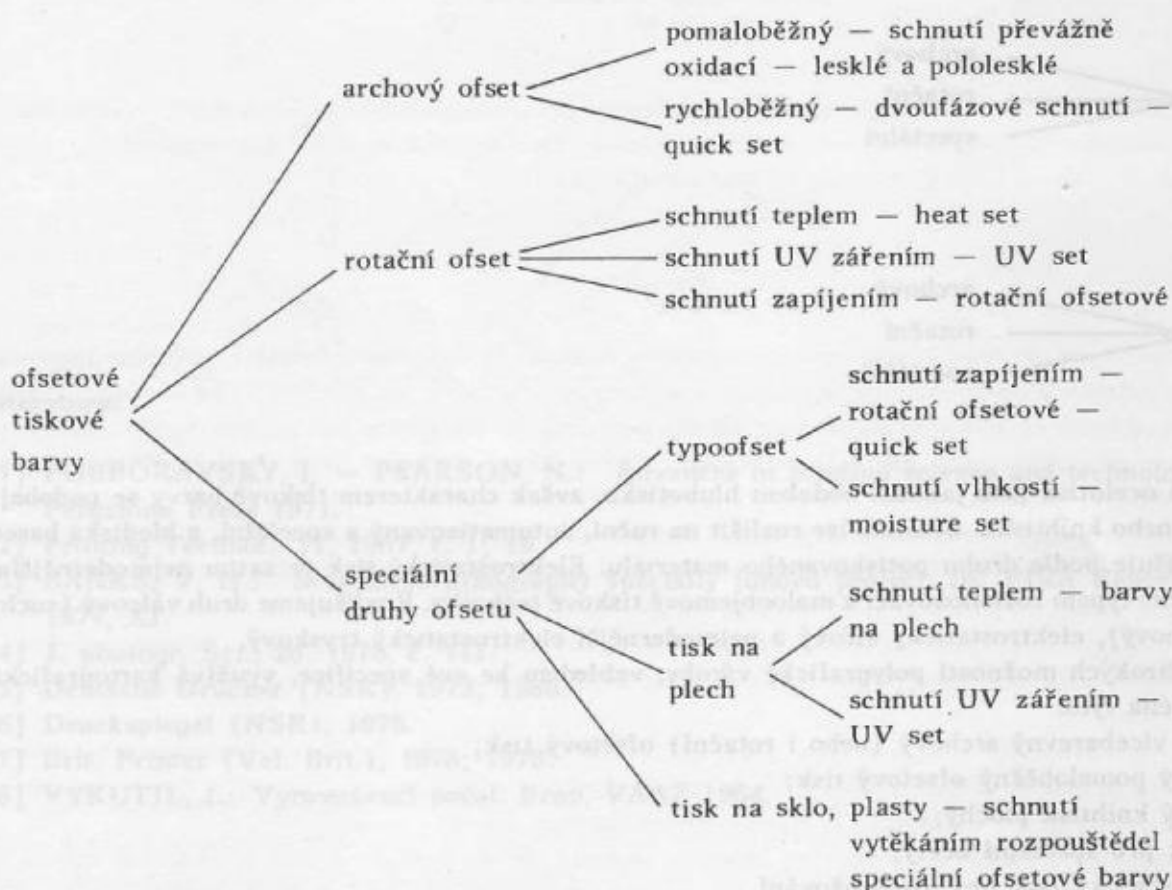
Tiskové barvy je univerzální název barev vyráběných pro všechny druhy tisku. Ve shodě s výše uvedeným rozlišením druhů tiskových technik existují odpovídající druhy tiskových barev. Přitom se sortiment skládá z barev tekutých, řídkých, s velice nízkou viskozitou až po barvy pastovité, tuhé, s velmi vysokou viskozitou, a dokonce i s určitým elastickým projevem při zpracování (viskozita + elasticita).

Ve shodě se způsoby kartografické výroby v současnosti se požaduje pro kartografickou výrobu zabezpečit zhruba tyto druhy tiskových barev:

- ofsetové pro archové rychloběžné stroje – typ quick set;
- ofsetové pro archové pomaloběžné stroje – typ lesklé a pololesklé barvy;
- knihtiskové pro archové ploché stroje – typ dvoufázový;
- sítotiskové barvy na papír, polyetylén, polystyren a polyvinylchlorid;
- xerografické prášky a vývojky;

výhledově pak:

- rotační ofsetové barvy;
- typoofofsetové barvy – s výhodou typu moisture set;
- flexografické barvy pro archovou výrobu na papír;
- xerografické prášky pestré.



Zanedbejme barvy pro speciální účely, jejichž spotřeba je omezená, a zůstanou pouze barvy ofsetové a knihtiskové. Jsou to husté pastovité barvy s viskozitami v rozmezí 10 000 až 40 000 mPas. Rozlišujeme různé typy těchto barev podle druhu pojiva a zasychání barvy. V poslední době se knihtiskové barvy pro ploché archové stroje nerozlišují od obdobných barev ofsetových, rozlišují se pouze typy knihtiskových rotačních barev a barev ofsetových obecně. Středem našeho zájmu zůstávají pouze barvy ofsetové.

Ofsetové tiskové barvy lze podle způsobu užití rozlišovat, jak ukazuje předcházející schéma.

Kompozice ofsetových barev

Ofsetové barvy se obecně skládají z pojiv, pigmentů a plniv a aditiv. Přidávaná aditiva jsou chemické látky, které zlepšují některé vlastnosti ofsetových barev. Jsou to například sušidla, vosky, gelové pasty, komplexotvorné sloučeniny. Sušidla jsou soli těžkých kovů a organických kyselin. Jsou to látky umožňující oxidaci pojiv, přenos kyslíku. Vosky se přidávají do barev ke snížení lepivosti, zejména v potišťném bloku papíru. Současně však snižují lesk barvy a prodlužují vlastní schnutí oxidací. Gelové pasty se přidávají pro zvýšení tixotropie barvy, zlepšují pevnost tiskového bodu. Podobně je tomu s komplexotvornými sloučeninami, které se však přidávají přímo při výrobě pojiva barvy. Pro schnutí UV zářením se přidávají fotoiniciátory.

Ofsetové barvy mají zhruba toto složení:

- pojidlo — 50 až 75 %;
- pigment — 10 až 20 %;
- plniva — 10 až 25 %;
- aditiva — 0,1 až 10 %.

V ofsetových a knihtiskových barvách se dnes používají pestré organické pigmenty a saze. Anorganické pestré pigmenty se až na malé výjimky v tiskových barvách nepoužívají. Výjimkami jsou především běloby a některé naprosto světlostálé odstíny měditiskových a ocelotiskových barev. Barviva se nepoužívají, s výjimkou „krášlení“ černé barvy (Reflexblau). Takové černé barvy pak nejsou určeny k přelakování nebo jiným operacím, kde by mohly přijít do styku s rozpouštědly, zejména s lihem.

Některé pestré organické pigmenty používané v ofsetových barvách:

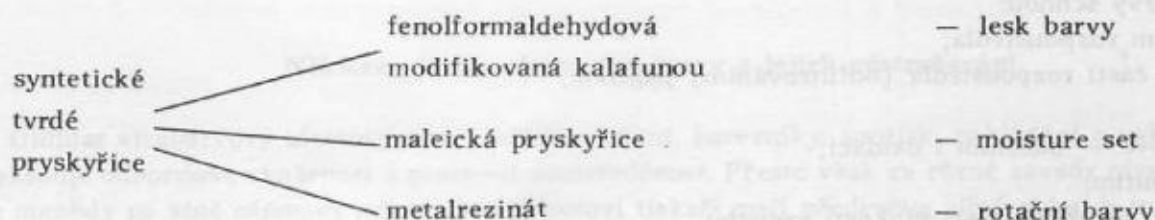
- | | |
|----------------------|-------------------------|
| benzidinová žluť; | lithol-rubine červeň; |
| fanálová žluť; | fanálová červeň; |
| versálová žluť; | versálová červeň; |
| ftalocyaninová modř; | ftalocyaninová zeleň; |
| heliogen modř; | indantrenbrilant oranž; |
| versálová modř; | saze. |

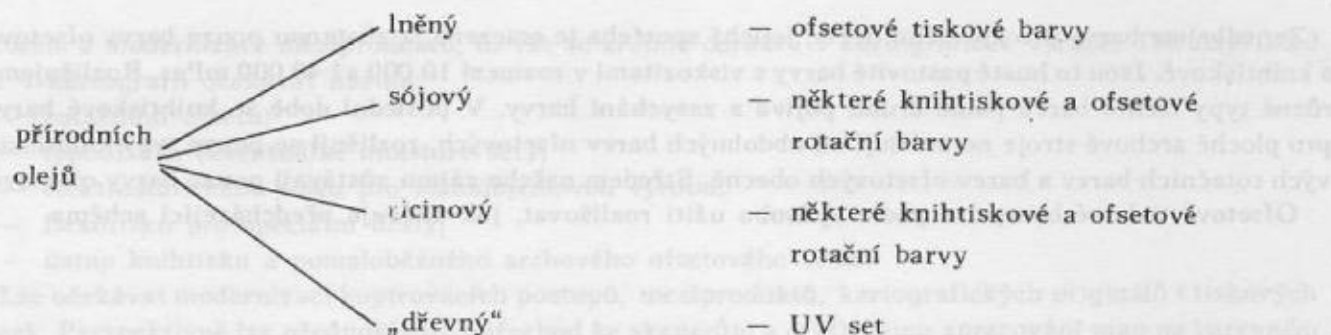
Flushované pigmenty — pigmenty převedené při výrobě srážením přímo do olejové báze — jemné — vhodné pro lesklé barvy. Z hlediska chemického složení patří žluté a červené pigmenty mezi azobarviva, a tudíž jejich světlostálost není zcela nejlepší. Dlouhodobé světlostálosti naopak dosahují ftalocyaninové pigmenty, indantrénové pigmenty a saze.

Jako plniva se v ofsetových barvách používají zejména bílé málo opacitní a málo vydatné pigmenty, jako jsou: oxid křemičitý (aerosil), hydroxid hlinitý, síran barnatý a podobně.

Pojidla ofsetových barev se skládají z vysokovroucích alifatických rozpouštědel a pojivých pryskyřic a olejů. Kompozice pojivové báze je závislá na typu a určení ofsetové a knihtiskové barvy.

Obecně lze uvést, že pojivová báze se skládá ze:





syntetických tekutých pryskyřic (alkydů)	[tj. nenasycených polyesterů kyseliny orto- nebo izoftalové s polyglykoly modifikované oleji]	– ortoftalový, glycerinový a pentaerytritový modifikovaný lněným olejem	– lesklé barvy a dvoufázové barvy
		– izoftalový, pentaerytritový modifikovaný sójovým a lněným olejem	– heat set, rotační dvoufázové
		– izoftalový, pentaerytritový modifikovaný lněným olejem	– heat set a dvoufázové

Pojidla se z pojivovýchází připravují rozpouštěním ve vysokovroucím alifatickém rozpouštědle (petrolejové nebo naftové frakci). Používají se frakce nafty 230 až 260 °C a 270 až 290 °C. Jsou to kapaliny podobné costarové kapalině nebo vývojce. Tvrdé pryskyřice se svářejí nejprve s olejem při asi 240 °C, potom se přidá frakce a při asi 170 °C alkyd. Pojidlo se nechá volně ochladit. Potom se naváží složení ofsetové barvy a barva se disperguje na tříválcovém mlýnu na jemnost pigmentových zrn 10 μm.

Kompozice pojiv ofsetových barev

Jak působí jednotlivé složky pojiva ofsetové barvy na její schnutí? Odpověď na tuto otázku je jedním ze základních principů kompozice ofsetové barvy. Doba původních tiskových barev na bázi čistě přírodních materiálů je dávno minulostí. Dnes jsou všechny tiskové barvy v převážné míře syntetické. To ale neznamená, že lněný olej, eventuálně další přírodní oleje nejsou přítomny. Ve většině lesklých ofsetových barev není možné vypustit lněný olej. Současné syntetické alkydy jsou v převážné míře modifikovány právě lněným olejem.

Lněný olej, sójový olej a dřevný olej schnou čistou oxidací. Přitom se molekuly mastných kyselin v místě nenasycených dvojných vazeb rekombinují přes kyslíkové můstky. Film vysychá a tvrdne.

Obdobným způsobem schne alkydová (syntetická) pryskyřice, s tím rozdílem, že aktivních center je více a reakce se zúčastňují již vytvořené makromolekuly. Schnutí je tedy podstatně rychlejší.

Tvrdá pryskyřice vypadává z roztoku při odpařování nebo odsání části rozpouštědla. V olejovém, ale i alkydovém pojidle zůstává pryskyřice dále rozpuštěna a zabudována v olejové fázi, což představuje vlastní podstatu lesklých barev.

Ofsetové barvy schnou:

- odpařením rozpouštědla;
- odsáním části rozpouštědla (odfiltrováním) papírem;
- oxidací;
- dvoufázově – odsáním i oxidací;
- UV schnutím;
- schnutím za přítomnosti vlhkosti vzduchu.

Orientační schéma pojiv ofsetových barev

	tvrdá pryskyřice	lněný olej	alkyd	frakce	glykol	škrob	dřevný olej
lesklé	22	48	30	—	—	—	—
pololesklé	30	25	20	25	—	—	—
quick set	34	33	—	33	—	—	—
rotační	33	—	—	67	—	—	—
heat set	35	5	5	55	—	—	—
UV set	15	20	20	25	—	—	20
dvoufázové	—	—	50	50	—	—	—
moisture set	42	—	—	—	50	8	—

Pojidlo ofsetové barvy má zásadní význam jak pro schnutí barvy, tak pro samotnou „potiskovatelnost“. Pod tento pojem se zahrnuje řada vlastností barvy, zejména: tvorba tiskového bodu, přenos barvy, lepivost (ale i vytrhávání papíru), citlivost na vodu, emulgace barvy, viskozita a rozvalovací schopnost barvy, rovnoměrnost tisku plochy, lesk barvy, obtahování, zapíjení apod. Jsou to naprosto nesourodé požadavky na barvu, které se často a v převážné míře zastřešují samotným názvem „potiskovatelnost“. Tak například problém emulgace:

Pryskyřice s velmi vysokou rezistencí vůči vodě poskytují barvy se špatnou „potiskovatelností“. Neboli: nejlepší typy fenolických a maleických modifikovaných pryskyřic jsou do jisté míry citlivé na vodu.

Typ frakce nebo rostlinného oleje má vliv na „potiskovatelnost“. Vzhledem ke smáčení pigmentu, viskozitě, lepivosti a tixotropii mají alkydy lepší smáčecí vlastnosti než tvrdé pryskyřice, z toho plyne výhodnost kombinace s alkydy. Metoda přípravy pojiva pro optimální vlastnosti barvy může být různá pro různé typy pryskyřic. Z orientačního schématu pojiv je na první pohled zřejmé, že existuje velice málo surovin a materiálů, z kterých se ofsetové barvy vyrábějí. Je to z důvodu samotné podstaty ofsetového tisku — oleofilní tiskový prvek, hydrofilní povrch tiskové desky, vlhčení, gumové ofsetové potahy. Použití pouze alifatických vysokovroucích rozpouštěděl je dáno požadavkem stálosti gumových potahů tiskových válců. Používání olejů a alkydů zlepšuje afinitu barvy k tiskovému prvku. Pouze pro typofset lze připravit barvy na bázi jiných rozpouštědel a jiných filmotvorných látek než frakcí nafty, schnoucí jiným mechanismem (moisture set). Typofset má současně vhodné vlastnosti zejména pro rozměrovou stálost papíru. Tento způsob tisku je schopen ve své podstatě zkombinovat dobré vlastnosti ofsetu a flexotisku.

Největším problémem kompozice ofsetových pojiv jsou lesklé barvy typu „mokrý do mokré“, které se navíc potiskují značnou rychlostí. Tento problém lze vyřešit vhodnou kombinací lesklého nebo pololesklého pojiva s komplexotvornými cheláty hliníku. Metoda je ale značně náročná na průmyslové zpracování.

Některé závady ofsetových barev a jejich odstraňování *

Uhlídat vícebarvý ofsetový stroj, seřadit vlhčení, barevníky, soutisk, nakládání a vykládání — to vyžaduje odbornost, zkušenost a pracovní soustředěnost. Přesto však za různé závady ofsetových barev je mnohdy na vině ofsetový tiskař sám. Ofsetoví tiskaři mají především silný sklon k tomu, vymyslet si vlastní ofsetové barvy systémem „smíchej vše, co máš“. Když už nemohou smíchat dvě barvy od na-

prosto odlišných výrobců a k naprosto odlišným způsobům tisku, snaží se alespoň vymíchat do barev celou vyráběnou škálu přípravků pro úpravu barev. Ani tento způsob neposkytuje nejlepší výsledky.

Není vhodné upravovat ofsetové barvy ještě v krabici (pokud nekombinujeme odstín), dokud ještě nevíme, jak se nám barva bude na stroji chovat. Je to především proto, že každá výrobní šarže stejné barvy se liší od té předchozí alespoň trochu v reologickém chování, tj. viskozitě, lepivosti a elasticitě. Tyto rozdíly jsou způsobeny drobnými rozdíly při sváření pojiva, které jsou z hlediska produktivní výroby neodstranitelné, nelze jim zamezit a současně stárnutím barvy v krabici dochází ke změně reologických parametrů. Proto výrobci tiskových barev dodávají i pomocné prostředky, kterými lze do jisté míry korigovat některé vlastnosti tiskových barev.

Některé závady ofsetových barev nelze však zcela odstranit. Je to především prášení barev. Prášení vzniká při vysokých rychlostech zejména v rotačkách, když barva při přenosu z válce na válec má značnou elasticitu. Lze zmírnit zpomalením a přidáním gelové pasty.

Další těžko odstranitelnou závadou barev je emulgace. Vyskytuje se zejména u barev neobsahujících oleje nebo obsahujících málo olejů a alkydů. Příkladem jsou rotační, heat setové a eventuálně i dvoufázové barvy. Závadu lze částečně odstranit přidáním elainu, tj. kyseliny olejové, a úpravou vlhčicího roztoku (pH, alkoholické vlhčení).

Podstatnou a těžko odstranitelnou závadou je vysoká lepivost barvy. Projevuje se zejména u lesklých barev s dlouhým schnutím a negativně ovlivňuje jejich použití. Znamená často slepení vytištěného nákladu v bloku. Přílišnou lepivost lze zmírnit gelovou pastou, dále voskovou pastou (ale na úkor lesku) a zaprašováním křídových papírů a kartónů. Úplně ji odstranit nelze. Často se projevuje i „vytrháváním“ papíru v okolí tiskového bodu, úprava gelovou pastou a zředěným pojivem by měla v tomto případě pomoci.

Se slepením bloku vytištěného nákladu souvisí dlouhé schnutí barvy. Pomalým zasycháním rozumíme obvykle schnutí oxidací; schnutí odsátím rozpouštědla nebo odpařením je řádově několikrát rychlejší. Oxidaci podporují přenašeče kyslíku — sušidla. Jsou to naftenáty, oktoáty a linoleáty kobaltu, manganu a olova. Přitom soli olova a manganu působí vnitřně — ve hmotě, kdežto soli kobaltu převážně povrchově. Předávkováním sušidla však dochází i k opačnému jevu — prodlouženému schnutí. Proto jsou tyto přípravky dodávány jako zředěné asi 1 až 2% roztoky.

„Obtahování“ je závada související se zapíjením barvy. Projevuje se přenášením části tiskového bodu na rub předchozího archu v bloku. Lze zlepšit přidáním voskové pasty a rozpouštědla nebo i zředěného zasušeného pojidla.

Jestliže se projevuje závada vysoké viskozity, špatného přenosu nebo špatné schopnosti rozvalování na válcích, lze barvu opravit pojidlem.

Naopak závada rozpíjení tiskového bodu je závadou z nízké viskozity a malé tixotropie (elasticity). Lze zlepšit přidáním husté barvy a tixotropní gelové pasty.

Ofsetové barvy Kontrast

V ČSSR je jediným výrobcem tiskových barev n.p. Barvy a laky, závod Kontrast, Podkovářská 2, Praha 9. V současné době je před dokončením nový závod v Praze 10-Hostivaři, který má začít produkovat již v roce 1985.

V souvislosti s velkoobjemovou výrobou v novém závodě byl po řadu předchozích let omezován sortiment tiskových barev, mnohdy i za účasti mezinárodní spolupráce. Tak je tomu například v sítotiskových barvách: barvy na PVC dovážíme z NDR, barvy na PE a PS vyvážíme.

Sortiment ofsetových a knihtiskových barev byl omezen na několik druhů. Jsou to:

Ofsetové a knihtiskové barvy řady 14 — syntetické

Jsou určeny pro potiskování savých papírů, nevhodné pro velmi klížené, křídové, strojově natírané papíry a fólie. Schnou dvoufázově: zapíjením a oxidací. Jsou vhodné pro pomaloběžné i rychloběžné ofsetové stroje včetně rotačních ofsetových novinových strojů (Průboj). Velmi dobře se osvědčují pro tisk map. Proto jsou vyráběny i některé speciální odstíny pro topografické mapy. Barvy řady 14 jsou vyráběny v nejširším sortimentu odstínů s možností vzájemného vymíchání.

Ofsetové a knihtiskové barvy řady 20 — univerzální

Jsou určeny pro potiskování savých i nesavých papírů, nevhodné pro fólie a novinový rotační papír. Jsou typem pololesklých ofsetových barev syntetických s kombinovaným zasycháním s převahou oxidace. Jsou vhodné pro pomaloběžné ofsetové stroje. Osvědčují se i pro potisk kartónů a lakovaných kartónů a papíru ofsetem a knihtiskem. Jsou použitelné i pro tisk map a speciální kartografické práce. Vyrábějí se v nejširším sortimentu odstínů s možností vzájemného vymíchání.

Barvy ofsetové rychle schnoucí (typ mokrá do mokré) řady 17

Jsou určeny pro potiskování nesavých papírů způsobem „mokrý do mokré“. Jsou typem lesklých ofsetových syntetických barev, které zasychají oxidací i na nesavých površích natíraných papírů a fólií. Jsou určeny pro pomaloběžné ofsetové stroje. Tisk je často nutno práškovat, barvy se vyznačují značnou lepivostí. Vyrábějí se pouze v čtyřbarvotiskových odstínech škály Evropa.

Ofsetové barvy řady 18 a 28 — barvy na plech

Jsou určeny k potiskování plechových obalovin. Schnou oxidací za zvýšené teploty. Barvy řady 18 — odolné autoklávování — jsou určeny pro konzervářský průmysl. Vyrábějí se v omezeném sortimentu odstínů.

Ofsetové barvy řady 19 — barvy na polystyren

Jsou určeny k potiskování obalů z plastů. Schnou odpařením rozpouštědel, tisk typoofofsetem. Barvy jsou vyráběny ve specifických odstínech.

Ofsetové barvy řady 22 — heat set

Jsou určeny k potiskování hlazených, bezdřevých ilustračních papírů ofsetem. Zasychají odpařením rozpouštědel za zvýšené teploty. Lze jimi potiskovat i savé papíry včetně papíru mapového. Na těchto materiálech zasychají zapíjením.

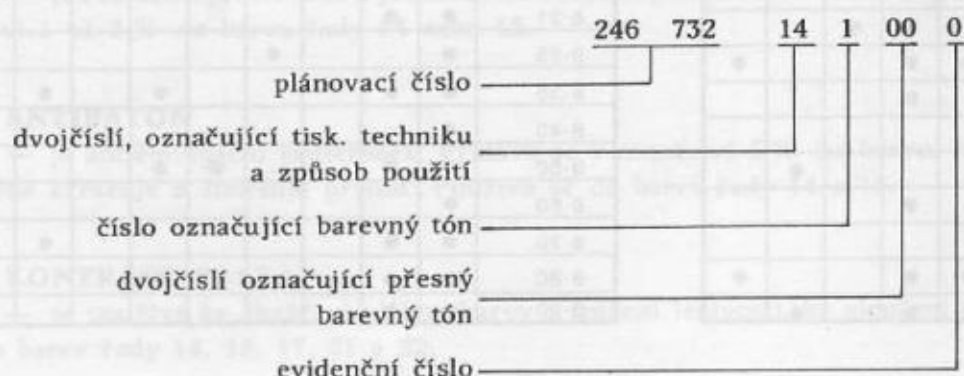
Ofsetové tiskové barvy je možno mezi sebou mísit pouze v dané skupině. Současně je nevhodné použití celé škály tiskových přípravků do všech skupin tiskových barev. V tomto případě je nutno použití přípravků nalézt v příručkách a v odborné literatuře nebo přímo konzultovat s výrobcem.

Nově vyvíjené typy ofsetových barev

Ve vývoji jsou ofsetové barvy rotační, ofsetové barvy pro UV schnutí, ofsetové barvy pro typoofofset. Všechny vyvíjené typy barev jsou určeny pro rychloběžné stroje.

Pro numerické značení tiskových barev a pomocných přípravků je zaveden systém 12 čísel. Prvních 6 čísel tvoří plánovací číslo podle jednotné klasifikace stanovené oborovým číselníkem 246/MCHP/1965, sedmé a osmé číslo označuje tiskovou techniku a způsob použití, deváté číslo označuje barevný tón, desáté a jedenácté přesný barevný tón a dvanácté, nula, slouží k evidenčním účelům podniku.

Příklad:



Značení barevných tónů:

- | | |
|------------|-------------|
| 1 bílý; | 6 žlutý; |
| 2 hnědý; | 7 oranžový; |
| 3 fialový; | 8 červený; |
| 4 modrý; | 9 černý; |
| 5 zelený; | 0 přípravy. |

Označení tiskové techniky a způsobu použití s uvedením příslušného plánovacího čísla:

- 246 732 14 barvy ofsetové a knihtiskové syntetické;
 731 15 barvy ofsetové a knihtiskové olejové;
 731 17 barvy ofsetové a knihtiskové rychle schnoucí;
 734 18 barvy syntetické na plech odolné autoklávování;
 732 19 barvy ofsetové na polystyren;
 732 20 barvy ofsetové a knihtiskové univerzální;
 732 22 barvy ofsetové teplem schnoucí;
 734 28 barvy syntetické na plech;
 712 30 barvy novinové rotační;
 771 19 olejové fermeže;
 771 92 sušidla;
 771 94 syntetické fermeže a tiskové přípravy.

Při objednávání tiskových barev se doplní příslušná skupina osmi čísly označením barevného tónu podle katalogu.

Pro stabilizovaný čtyřbarvotisk se vyrábějí tiskové barvy ve skupině 14, 17, 20 a 22.

Doplňkem katalogu tiskových barev je sortiment tiskových barev KONTRAST, který je vydáván každý druhý rok. Na výrobky zařazené v sortimentním seznamu se vztahují velkoobchodní ceny, které jsou uvedeny v ceníku tiskových barev vydaném 1. 1. 1968 a v příslušných dodatcích, které vydává oborové ředitelství ZPCH Pardubice.

Přehled barevných tónů vyráběných v jednotlivých skupinách tiskových barev

Tón	SKUPINA									
	14	15	17	18	19	20	22	28	30	
2-30	•	•			•			•		
2-60	•	•								
2-90	•	•								
3-05	•					•				
3-08	•		•			•	•			
3-20	•	•								
3-30	•	•			•				•	
3-70	•	•				•				
3-80	•			•						
4-00	•	•		•						
4-05	•					•				
4-08	•		•			•	•			
4-20	•	•		•	•	•			•	
4-40	•	•				•				
4-60	•			•						
4-70	•	•						•		
5-20	•	•		•		•				
5-30	•	•		•						
5-40	•	•			•	•			•	
6-00	•	•			•	•		•		

Tón	SKUPINA									
	14	15	17	18	19	20	22	28	30	
6-52	•									
6-53	•			•		•	•			
6-60	•	•				•		•	•	
6-70	•	•		•		•				
6-80	•	•								
7-00	•	•								
7-20	•									
7-30	•	•				•			•	
7-31	•			•	•					
8-10	•	•				•				
8-20								•		
8-21	•	•								
8-25	•			•						
8-35	•	•				•		•	•	
8-40	•									
8-50	•	•			•	•				
8-60	•									
8-70	•	•						•	•	
8-80	•	•		•		•				
8-90	•	•								

Světlostálost ofsetových barev je určena typem použitých pigmentů a barviv. Obdobně i odolnost vůči teple a různým organickým rozpouštědlům. Podrobný přehled odolností jednotlivých odstínů barev je uveden např. v příručce pro strojmistry, kterou vydává n. p. Barvy a laky pod názvem „Tiskové barvy KONTRAST“.

Tiskové přípravky KONTRAST

Pastovité sušidlo FIXIN — do barev řady 14, 15, 17, 18 a 28

— je mírně působící sušidlo olovnaté a manganaté. Přidává se v množství 3 až 5 % na barvu. Větší přídavek může způsobit snížení vydatnosti barvy.

Sušidlo kobaltnaté — do barev řady 14, 15, 17, 18, 21 a 28

— je radikálně působící sušidlo. Používá se zejména v knihtisku. Přidává se v množství 1 až 3 % na barvu. Nadbytek sušidla může způsobit zvýšenou lepivost barvy.

Sušidlo manganato-olovnaté — do barev řady 14, 15, 18, 21 a 28

— je pastovité sušidlo vhodné pro všechny druhy ofsetových a knihtiskových barev. Přidává se v množství 3 až 5 % na barvu.

Radikální sušidlo — do barev řady 14, 15, 17, 18, 21 a 28

— je pastovité sušidlo s obsahem olova, manganu a kobaltu, vhodné pro všechny druhy ofsetových a knihtiskových barev. Přidává se v množství 1 až 3 % na barvu.

Sušidlo RAPID — do barev řady 14, 15 a 21

— je radikální kobaltnaté sušidlo do všech druhů barev. Přidává se v množství max. 1 % na barvu. Nadbytek sušidla vede k lepení barvy.

Syntetické fermeže

— **fermež se sušidlem** se používá ke zkrácení vlákna barvy. Používá se do všech druhů ofsetových a knihtiskových barev, kde urychluje schnutí. Je méně vhodná do barev řady 17;

— **fermež syntetická** je fermež s obsahem minerálního oleje. Užívá se k zeslabení vydatnosti barev řady 14;

— **fermež rychle schnoucí** zkracuje vlákna barvy a urychluje zasychání. Přidává se při potiskování nesavých materiálů do barev řady 14, 15 a 21;

— **fermež syntetická lesklá** je fermež s obsahem lněného oleje. Užívá se k zeslabení vydatnosti barev určených na nesavé materiály a k úpravě syntetických barev prodloužením vlákna barvy.

Ředidlo CELLOL

— zkracuje vlákno barvy. Používá se do ofsetových a knihtiskových barev na savé materiály.

TYPOGRAFIN

— je radikální prostředek k prodloužení doby zasychání barev schnoucích oxidací. Přidává se v množství 1 až 3 % na barvu řady 14 nebo 15.

ANTIBATON

— je antiemulgační prostředek. Přidává se v množství 5 % na barvu. Nadbytek Antibatonu barvu silně zkracuje a zhoršuje přenos. Používá se do barev řady 14 a 15.

KONTRAST PASTA

— se používá ke zkrácení vlákna barvy a snížení lepivosti, ke zlepšení přenosu barvy. Používá se do barev řady 14, 15, 17, 21 a 22.

KONTRAST GEL

— se používá ke zkrácení vlákna barvy a zvýšení ostrosti tiskového bodu do barev řady 14, 15, 17, 21 a 22.

LAZURIN

— je prostředek používaný při vymíchávání tónových barev. Používá se do barev řady 14 a 15.

Závěr

Závěrem článku podáváme přehlednou tabulku typů barev, druhů papíru a jejich vhodného či méně vhodného použití a přehled častých závad v ofsetovém tisku a způsobu jejich odstranění.

Druh papíru	Barvy typu							
	lesklé	polo-lesklé	quick set	rotační	heat set	UV set	dvou-fázové	moisture set
novinový	—	—	○	●	—	—	○	—
mapový	—	○	●	○	○	—	●	○
bezdřevý ilustrační	—	○	●	○	●	○	●	●
bezdřevý strojně hlazený	○	●	○	—	●	○	○	●
bezdřevý strojně natíraný	●	●	—	—	○	●	—	●
chromopapír	●	●	—	—	—	●	—	○
křídový hlazený papír	●	○	—	—	—	○	—	○
plastová fólie	●	—	—	—	—	○	—	—
odpovídá typ KONTRAST	řada 17	řada 20		ofset vývoj knihtisk 30	řada 22	vývoj	řada 14	vývoj

- vhodné použití
- méně vhodné použití
- nevhodné použití

Nejčastější závady v ofsetu a knihtisku

Závada	Příčina	Odstranění
barva maže a obtahuje na zadní stranu papíru	<ul style="list-style-type: none"> a) velký nános barvy na tiskové formě b) barva je tuhá, nestiskuje c) málo zasušená barva d) příliš hlazený papír 	<ul style="list-style-type: none"> a) seřídít přívod barvy v barevníku b) přidat řídkou fermež c) přidat sušidla d) použít co nejvíce koncentrované barvy a tisknout malým nánosem na tiskové formě a přidat voskovou pastu
barva práší	<ul style="list-style-type: none"> a) řídká a krátká barva b) příliš dlouhá barva c) velká rychlost stroje d) tvrdé válce 	<ul style="list-style-type: none"> a) přidat dlouhou fermež a gelovou pastu b) přidat řídkou fermež a gelovou pastu c) snížit rychlost stroje d) vyměnit válce
barva nasazuje na válcích	<ul style="list-style-type: none"> a) krátká barva b) málo vydatná barva; tiskař dohání vydatnost větším nánosem na tiskové formě 	<ul style="list-style-type: none"> a) přidat dlouhé fermeže b) použít koncentrovanou barvu
rozšiřování kresby	<ul style="list-style-type: none"> a) barva emulguje s vodou 	<ul style="list-style-type: none"> a) zjistit kyselost vody (pH), vyměnit vodu, ubrat vodu; nepomůže-li ubrání vody, vyměnit barvu, přidat elain nebo Antibatón
barva krvácí a tónuje	<ul style="list-style-type: none"> a) barva obsahuje pigmenty rozpustné částečně ve vodě b) použití nevhodných ředidel (petroleje) 	<ul style="list-style-type: none"> a) přidat dlouhé fermeže; nepomůže-li to, barvu vyměnit b) nepoužívat silně zředující ředidla
zanášení rastru	<ul style="list-style-type: none"> a) znečištěná barva prachem z papírů b) málo vydatná barva, kdy tiskař dohání vydatnost větším nánosem c) příliš řídká barva d) podleptaný štoček 	<ul style="list-style-type: none"> a) vyměnit barvu b) použít koncentrovanou barvu c) přidat do barvy dlouhou fermež a gelovou pastu d) vyměnit štoček
barva krvácí při lakování, laminování, parafinování	<ul style="list-style-type: none"> a) barva není stálá k příslušným vlivům b) barva není dostatečně zaschlá 	<ul style="list-style-type: none"> a) použít barvu s potřebnými stálostmi b) před lakováním, laminováním, parafinováním nechat tisky dokonale zaschnout

Závada	Příčina	Odstranění
plocha není rovnoměrně zabarvená	řidká barva	omezit ředění řídkými ředidly, přidat delší fermeže; nepomůže-li to, vyměnit barvu
barva nejde k duktoru	příliš krátká nebo tuhá barva	upravit konzistenci dlouhými fermežemi
barva pomalu schne	a) barva obsahuje málo sušidel b) vlhký papír c) špatný přístup vzduchu k vytištěnému nákladu	a) barvu přisušit b) papír správně vytemperovat c) dělat menší štosy, dávat tisky do prokladů
nežádoucí lesk barvy	a) nevhodný papír b) nadměrný obsah sušidel	a) vyměnit papír b) přidat Typografin
nedostatečný lesk barvy	a) savý papír b) pomalé schnutí barvy	a) použít papír s minimální savostí b) urychlit zasychání přidávkem sušidel
vytrhávání papíru	a) příliš dlouhá barva b) málo klížený papír	a) barvu zkrátit řídkými fermežemi nebo gelovou či voskovou pastou b) nepomůže-li zkrácení vlákna barvy, vyměnit papír

Literatura:

Firemní literatura Synres — Holandsko.

Firemní a propagační literatura BaL KONTRAST.

APPS, G.: Printing Ink Technology. London, Leonard Hill Ltd. 1958.

HUDEČEK, K.: Tiskové barvy. 2. vyd. Praha, Stát. nakl. techn. lit. 1975.

Do redakce došlo 19. 8. 1985.

Nehalogenstříbrné procesy v kartografii

Úvod

Již v minulém století zaznamenala věda i praxe oborů spjatých se záznamem nebo zachycením světla a informace bouřlivý rozvoj. Byla to především halogenstříbrná fotografie, která otevřela lidstvu bránu nového poznání, cestu fantazie, snů, ale umožnila i zachycení objektivní skutečnosti. V jejím stínu se vyvíjel i nehalogenstříbrný proces.

Rozvoj, který zaznamenala vědní odvětví spjatá s podstatou a efekty světla a elektromagnetického záření obecně v tomto století, je vpravdě revoluční. Stejně revolučně se rozvíjela i halogenstříbrná fotografie a obory s ní spojené.

Praxe si však postupně vynutila i vývoj materiálů a technologických postupů, které vznikají na bázi nehalogenstříbrných syntetických makromolekulárních látek.

Nehalogenstříbrné syntetické světlocitlivé materiály, které se prakticky osvědčily již ve 40. letech tohoto století, ovládly v posledních desetiletích řadu výrobních odvětví, a to zejména nově vznikajících oborů a progresivních výrob. Polygrafie, barevná televize, elektronika, elektrotechnika a řada dalších průmyslových odvětví se neobejde bez moderních nehalogenstříbrných světlocitlivých materiálů. Také rozvoj kartografie není možno uvést do souladu s potřebami společnosti bez využití technických možností světlocitlivých nehalogenstříbrných materiálů.

Tento článek si neklade za cíl seznámit čtenáře se všemi způsoby a principy nehalogenstříbrných postupů. Některé záměrně zanedbává, jsou to především postupy na čistě fyzikálním nebo převážně fyzikálním principu: elektrografie (xerografie), fyzikální termografie, vesikulární procesy (mikrografie) a jiné již rozšířené způsoby reprografie. Práce výzkumného kolektivu byla zaměřena především na chemické nebo fyzikálněchemické postupy a způsoby záznamu obrazu a informace. Z tohoto důvodu je článek pojat jako úvod do řešení problematiky a předpokládá se, že budou následovat postupně další informační články o nových kartografických materiálech a technologických postupech jejich zpracování.

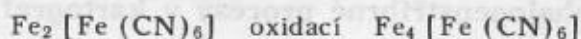
Nehalogenstříbrné procesy, které jsou v článku představovány, jsou jednak známé, již v kartografii používané, jednak jde o nové postupy a procesy, používané v jiných oborech, s předpokládaným využitím v kartografii. Jsou to:

- a) anorganické sloučeniny a postupy;
- b) koloidy zcitlivené dvojchromany;
- c) diazosloučeniny a diazografie;
- d) fotorezisty obecně;
- e) fotorezisty — nenasycené organické sloučeniny;
- f) fotorezisty — fotopolymery;
- g) fotorezisty — aromatické azidy;
- h) fotorezisty — naftochinondiazidy.

Nově vznikající komplex kartografických a kartoreprodukčních materiálů využívá postupy, procesy i materiály jiných oborů, které úpravou a způsobem aplikace na jednotnou podložku přetváří pro potřeby kartografie. Nástin principů nehalogenstříbrných procesů využitých při vývoji nových materiálů je záměrem, který vedl k napsání tohoto článku.

Anorganické sloučeniny a postupy

Světlocitlivé vlastnosti anorganických sloučenin jsou (vyjma klasické halogenstříbrné fotografie) pro použití v kartografii nepodstatné. Za zmínku stojí světlocitlivé vlastnosti některých solí železa, zejména oxalátu železitého. Osvícením aktinickým zdrojem vzniká reaktivní oxalát železnatý, který potom s ferrokyanidem draselným poskytuje modrou barvu (berlínská modř — Milori Blau atp.)



Celá reakce je poněkud složitější, je uvedeno pouze zjednodušené schéma. Jestliže zaměníme ferrokyanid draselný za dusičnan stříbrný, reaktivní oxalát železný vyredukuje stříbro z dusičnanu:

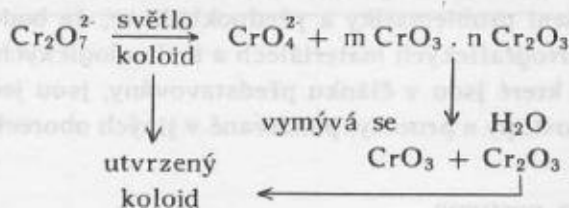


Oba postupy se dosud používají zejména u materiálů na papírové podložce. Fóliové kreslicí materiály a zvláště materiály na bázi polyetyltereftalátové biaxiálně orientované fólie, která je nejvhodnější podložkou pro přesné kartografické práce v současnosti, dávají přednost jiným způsobům kopírování pomocného obrazu. Předpokládá se postupný přechod na fóliové kreslicí materiály, zejména po dořešení československé výroby tuší, korektorů a nástrojů z tvrdokovu a korundu.

Argentotypie a kyanotypie se udrží na přechodnou dobu při používání papírových podložek. Při důsledném zavedení jednotné podložky budou pravděpodobně nahrazeny fotorezistními kopírovacími materiály a postupy a diazografií.

Koloidy zcitlivené pomocí dvojjchromanů

Závěrem kvalitativní studie světlocitlivého systému želatina — dvojjchromany přišel Eder s názorem, že za přítomnosti organické hmoty schopné oxidace se dvojjchroman osvětlením rozkládá na neutrální chroman a chroman chromitý, který sérií dalších reakcí za přítomnosti vody poskytuje kyselinu chromovou a oxid chromitý. Jeho vznik za přítomnosti koloidu je vlastní příčinou utvrzení koloidu, protože vytváří s želatinou nerozpustný komplex:



Dnes existuje řada dalších doplňujících názorů a teorií, jejichž popis je pro účely kartoreprodukční výroby nepodstatný. Podstatné však je, že pod pojmem hmoty schopné oxidace si nemusíme představovat pouze přírodní koloidy, ale i koloidy živočišného původu.

Od roku 1982 bylo používání dvojjchromanů v provozech, kde nejsou při likvidaci zredukovány na oxid chromitý nebo jiné méně nebezpečné látky, zakázáno hlavním hygienikem ČSSR.

Používané organické koloidy:

- přírodní: želatina, albumin, arabská klovatina, škrob a jeho deriváty, kliš, šelak, asfalty a další;
- umělé: polyvinylalkohol, polyvinylpyrolidon, polyvinylbutyral apod.

V kartoreprodukčních procesech byla nejvíce rozšířena světlocitlivá vrstva na bázi arabské klovatiny.

Technologické postupy chromovaných koloidů a jejich předpokládaná náhrada

šablonová vrstva — kopie ultralakem — fotorezisty na bázi naftochinondiazidu

— soukopie ultralakem — fotorezisty na bázi aromatických azidů

vymývaná kopie — černokopie — fotorezist na bázi aromatických azidů

vymývaná kopie — rycí vrstva — fotorezist na bázi aromatických azidů

šablonová vrstva pro pomocné obrazy — fotorezist pozitivní

šablonová vrstva na tiskovou desku — PLD-1 — fotorezisty Grafotechny

Závěrem tohoto odstavce je nutno připomenout, že přírodní i umělé koloidy lze zcitlivovat aromatickými azidy, diazidy a jinými způsoby, o nichž bude ještě zmínka. V současné době se již používají vrstvy n. p. Grafotechna, které jsou připraveny z aromatických azidů a diazidů ve spojení s koloidy. Těžiště práce výzkumného kolektivu bylo zaměřeno především na náhradu a modernizaci technologických postupů používajících dvojchromany. Moderní fotorezisty splnily předpoklady použitelnosti a budou postupně zaváděny do praxe.

Aromatické diazosloučeniny a diazografie

Aromatické diazosloučeniny jsou velice reaktivní organické látky známé již v minulém století. Významná je jejich reakce s organickými látkami obsahujícími aktivní metylénovou skupinu, kopulace s fenoly, aminy a jejich různými deriváty, která poskytuje takzvaná azobarviva.

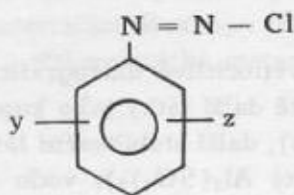
Kuplery (kopulenty), jak se souhrnně tyto sloučeniny nazývají, poskytují podle svého chemického složení a struktury azobarviva příslušný odstín. Aromatické diazosloučeniny se pro zlepšení stability a rozpustnosti systému používají ve formě podvojných solí obvykle s chloridem zinečnatým.

Kombinaci diazosloučeniny s kuplerem ve zjednodušení si lze představit asi takto:

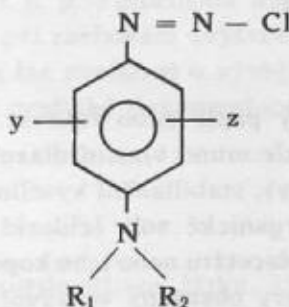


V současné době je známo mnoho tisíc diazosloučenin. Podle struktury je lze rozdělit na několik typů:

a) substituované diazobenzeny

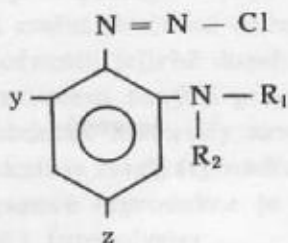


b) diazo-p-aminobenzeny

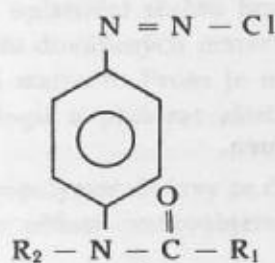


y, z = substituenty
R₁, R₂ = alkyly, arily

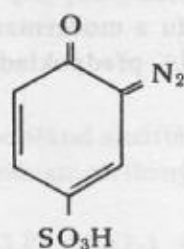
c) diazo-o-aminobenzeny



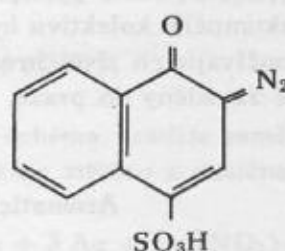
d) diazo-p-aminoestery



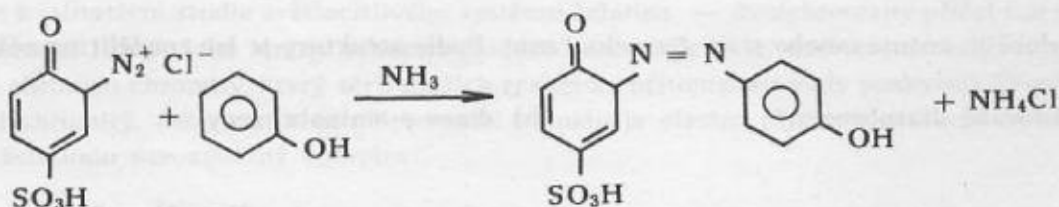
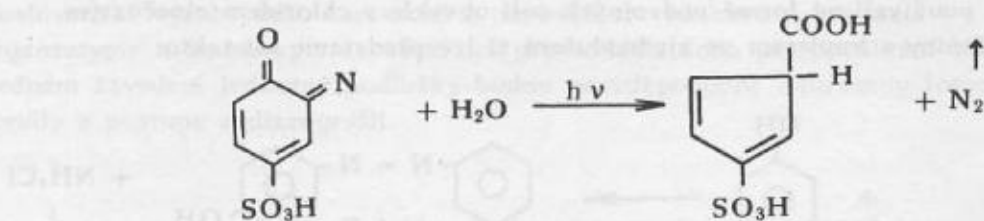
e) o-chinondiazidy



f) naftochinondiazidy



Za bližší seznámení stojí zejména posledně jmenované typy. Fotolýzou poskytují za přítomnosti vlhkosti cyklopentadienkarboxylové kyseliny, které se v alkalické vývojce vymývají. Na neosvětlených místech přitom může reagovat diazosloučenina s kuplerem za vzniku azobarviva:

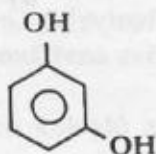


Na diazografický papír nebo fólii se nanáší diazosloučenina ve světlocitlivé diazografické sestavě, obsahující obvykle mimo vlastní diazolatku vyjmenovaných typů ještě další látky, jako kuplery (kopulační komponenty), stabilizační kyseliny (citronovou, boritou, vinnou), další stabilizační látky (kofein, močovinu), anorganické soli (chlorid zinečnatý $ZnCl_2$, síran hlinitý $Al_2(SO_4)_3$), vodu a zředěnou disperzi polyvinylacetátu nebo jeho kopolymerů k zabezpečení přilnutí k podložce. V některých případech mohou být kuplery obsaženy ve vývojce. Podle typu diazosloučeniny a kupleru vychází nejen odstín azobarviva, ale i způsob vyvolávání.

Dnes jsou známy procesy: mokrý, polosuchý a suchý. Mokrý proces probíhá za použití vývojky na bázi různých alkálií, rozpuštěných ve vodě. Suchý proces je vyvolávání plynným čpavkem. Polosuchý proces je modifikací mokrého způsobu vyvolávání.

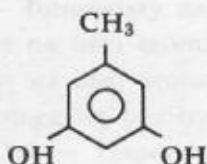
Některé přísady kuplerů podle odstínu azobarviva:

1,3-dihydroxybenzen

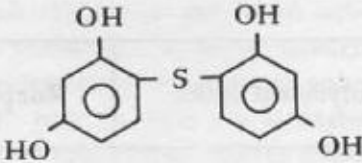
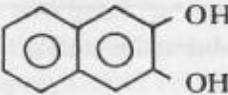
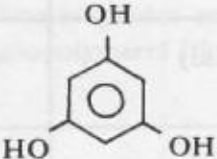


červený

3,5-dihydroxytoluen



červený

bis-2,4-dihydroxyfenylsulfid		žlutý
2,3-dihydroxynaftalen		modrý
floroglucin		fialový

V současné době se již používají diazografické materiály v kartoreprodukci a kartografické tvorbě; v ČSSR zatím ale značně omezeně, zejména pro nedostatek vhodných fóliových materiálů, jednoduchých a jednotných způsobů zpracování. Nově zaváděné materiály postupně vyřeší technologické problémy spjaté s nedostatkem těchto materiálů a umožní i nahradit některé halogenstříbrné filmové materiály diazografickými. Předpokládá se náhrada argentotypie a kyanotypie, náhrada zahloubené kopie u pomocných obrazů na fóliích, náhrada různých dovozních materiálů a jiná drobná technologická řešení.

Diazografické materiály se s výhodou používají jako relativně rychlá technika rozmnožování vojenské grafické dokumentace. V této oblasti byl vyvinut ve spolupráci s n. p. Fotochema inovovaný materiál UNI-R na silnější transparentní podložce, než byl předchozí typ, při zachování zvýšené citlivosti oproti dovozním materiálům. Rozvoj v této oblasti dospěl tak daleko, že lze uvažovat o vývoji dvoubarevných (eventuálně i tříbarevných) materiálů pro zkvalitnění vojenské grafické dokumentace.

Fotorezisty — obecně

Výraz fotorezist je převzat z technické angličtiny; znamená světlocitlivou látku, která po utvrzení světlem aktinického zdroje je rezistentní vůči původním rozpouštědlům a silným kyselinám leptacích lázní. Jako první fotorezisty nám sloužily dobře známé koloidy zcitlivěné dvojchromany. V moderních technologiích je však zastínily nové fotorezisty na syntetické bázi, které vykazují lepší vlastnosti v kvalitě přenosu obrazu nebo informace a rychlosti zpracování. Současné fotorezisty jsou určeny pro polygrafii, elektrotechniku a elektroniku. Většinu vyráběných typů lze využít pro kartografii a kartoreprodukci. Fotorezisty pracují negativně a pozitivně. Zatímco negativní fotorezisty odpovídají původní definici, pozitivní fotorezisty jsou rezistentní vůči leptacím kyselinám neosvícené.

V ČSSR vyrábí fotorezisty n. p. Lachema Brno. Část (vrstvy PLD) vyrábí i n. p. Grafotechna s využitím světlocitlivých látek z n. p. Lachema. Fotopolymerní systémy vyrábějí i jiné závody (jako UV tvrditelné laky a podobně). Fotorezisty nalézají v současnosti široké uplatnění zejména u moderních a náročných výrob plošných spojů a mikroprocesorů. Komplexní uplatnění těchto hmot v kartografii v budoucnosti změní současné technologie a umožní nejen náhradu dovážených materiálů, ale vytvoří úplně nové možnosti, jejichž dosah není možno zatím v plné šíři stanovit. Proto je nutné se již nyní připravit na zavedení nových progresivních materiálů a technologií a přebírat zkušenosti z oborů, kde již byly obdobné materiály zavedeny.

Často se diskutuje vztah (tj. nadřazenost) pojmů fotorezist a fotopolymer. Názvy se často překrývají. V oblasti obrazové reprodukce je vhodnější název fotorezist, v oblasti velkoobjemové polymerace (blokové apod.) fotopolymer.

Světlocitlivá látka typy fotorezistů	Polymerní látka	Rozpustnost	Určení
dvojchromany	přírodní nebo umělé koloidy	voda	polygrafie
naftochinondiazidy	přírodní nebo umělé koloidy	voda	polygrafie
aromatické azidy	přírodní nebo umělé koloidy	voda	polygrafie
nenasycené org. kyseliny	umělé koloidy	voda	polygrafie, elektro- technika
organické peroxidy, nitrily	fotopolymery	rozpouštědla	polygrafie, elektro- technika
naftochinondiazidy	novolaky	rozpouštědla	polygrafie, elektro- technika
aromatické azidy	částečně nenasyčené polymery různého druhu	rozpouštědla	elektrotechnika, elektronika

Fotorezisty — nenasyčené sloučeniny

Je mnoho sloučenin s jednou nebo více dvojnými vazbami, které osvětleny UV zdrojem poskytují dimery nebo zesíťované polymery. Základní typy těchto sloučenin jsou:

- deriváty kyseliny maleinové;
- deriváty kyseliny skořicové;
- deriváty stilbenu;
- deriváty mastných kyselin sójového a lněného oleje.

Největší pozornost zaslouží deriváty kyseliny skořicové. Nejznámější je Kodak Photo Resist, který je připraven na bázi cinnamoylpolystyrenu. Podobným vhodným rezistem je také polyvinylcinnamát. Fotorezisty na bázi polyvinylcinnamátu je však nutno senzibilizovat do oblasti UV a viditelného světla speciálními barvivy.

Československé fotorezisty na bázi polyvinylcinnamátu jsou senzibilizovány ftaloylmetylderiváty heterocyklických bází. Začínají se postupně využívat v elektrotechnice a polygrafickém průmyslu.

Na bázi derivátů kyseliny maleinové jsou připraveny fotorezisty a fotopolymery polyesterového typu. Ve směsi s acetylcelulózou jsou deriváty kyseliny maleinové podstatou fotopolymerní tiskové desky sovětské výroby pod názvem Cellofot. Výzkumný kolektiv provedl zkoušky sovětských fotopolymerních desek Cellofot při tisku topografické mapy. Kvalita tisku předčila kvalitu klasického ofsetu.

Fotopolymery

Fotopolymerní systémy — světlocitlivé — obvykle sestávají:

- z oligomeru nebo polymeru s nenasyčenými (dvojnými) vazbami;
- z monomeru schopného zesíťovat polymer;
- z iniciátoru (organické peroxidy, nitrily apod.);
- z inhibitoru zpomalujícího želatinaci ve tmě a při skladování.

V současné době je známa řada typů základních polymerů nebo oligomerů. Jeden z nich je polyester s nenasycenými (dvojnými) vazbami maleinové kyseliny uvedený v předchozím odstavci. Obvyklými typy jsou různé akryláty nebo metakryláty nebo nenasycené polyamidy. Většina systémů jsou kapaliny.

Fotopolymerní desky typu „Dycril“ jsou na bázi směsi částečně acylované acetylcelulózy s trietylenglykoldiakrylátem, NN-metylen-bis-akrylamidem, malým množstvím antrachinonu a p-metoxyfenolu.

Nejnámějšími iniciátory jsou benzoin, benzofenon a azobisisobutyronitril.

Inhibitorem jsou obvykle chinony, rezorcín, fenoly a podobně.

Fotopolymerizace je radikálová polymerace, při které se iniciátor světlem štěpí na dva radikály, které v další propagační etapě rostou, až terminují vzájemnou reakcí. Při fotopolymeraci se reakce zúčastní jak polymer, tak monomery směsi. Fotopolymeraci inhibuje přítomnost kyslíku a zvláště ozónu. Proto musí být osvit aktinickým zdrojem prováděn ve vakuu nebo v inertní atmosféře. Často je nutné předzcitlivěné tiskové desky ponechat delší dobu v inertním plynu před vlastním použitím.

Fotopolymery používané v polygrafii jsou zejména reliéfní tiskové desky pro knihtisk a typoořez, které znamenají v polygrafické výrobě přímo revoluční změny v technologii výroby. Ve fototechnice, polygrafii a kartografii k tomu přistupují fotopolymerní filmy, které nahrazují současné halogenstříbrné reprodukční filmy.

Fotorezisty na bázi aromatických azidů

Aromatické azidy jsou sloučeniny obdobné diazosloučeninám. Jejich struktura není zcela přesně objasněna a udává se v mezních vzorcích:



Organické azidy se účinkem světla rozkládají na radikál a dusík:



Iminový radikál je iniciátorem reakce nenasycených polymerů zejména s konjugovanými dvojnými vazbami.

Používané aromatické azidy jsou obvykle deriváty stilbenu nebo imidazolu, polymerní azidy jsou nabudovány např. na polyvinylcinnamát, monomerní na samostatný ester kyseliny skořicové, benzoové atp.

Aromatické azidy se používají jednak ke zcitlivování koloidů (na vodní bázi) na fotorezisty pro polygrafický průmysl, jednak v rozpouštědlové formě s polymery kaučukového typu na fotorezisty pro elektrotechniku a elektroniku. Úpravami z nich lze připravit i vhodné vrstvy pro negativně pracující kopírovací fólie.

Předpokládá se, že tyto nové materiály částečně nahradí fototechnické kontaktní filmy a fóliové materiály včetně technologického postupu zahloubené kopie a soukopie, technologického postupu chemického rytí a podobně. V současné době byla vyvinuta na našem působišti řada fóliových a roztokových materiálů na bázi tohoto typu fotorezistů, které ve zkouškách prokázaly schopnost částečné náhrady fototechnických filmů i technologických postupů se šablonovými vrstvami, za předpokladu jejich výroby a zpracování na průmyslové úrovni.

Fotorezisty na bázi naftochinondiazidů

O chinondiazidech a naftochinondiazidech byla již zmínka v odstavci o diazografii. Chinondiazidy mohou při rozkladu světlem iniciovat svázání makromolekul koloidů v nerozpustné gely.

Fotorezisty na tomto principu bývají připraveny na bázi přírodních a zejména syntetických koloidů, systém je rozpustný vodou. Dále mohou být chinondiazidy kombinovány s polyamidy; systém je rozpustný etylalkoholem.

Tabulka 2

Druh fotorezistu	Původní určení	Využití v kartoreprodukci	Výrobek	Výsledky hodnocení		
				výzkumu	vývoje	výroby
SCR 8	na ovrstvení maloformátových ofsetových TD	na ovrstvení maloformátových ofsetových TD	pozitivní TD	kladné	kladné	kladné
SCR 12	na ovrstvení velkoformátových ofsetových TD	na ovrstvení velkoformátových ofsetových TD	pozitivní TD	kladné	kladné	kladné
SCR 5	pro výrobu plošných spojů	kopírovací hmota na fólie	pozitivní kopírovací kontaktní fólie	kladné	kladné	—
SCR 7.3	pro výrobu plošných spojů	kopírovací hmota na fólie	negativní kopírovací a rycí kontaktní fólie	kladné	kladné	—
SCR 7.1 p	fotolept Si	kopírovací hmota na fólie	negativní kopírovací kontaktní fólie	kladné	—	—
SCR 3.1	pro výrobu plošných spojů	kopírovací hmota na fólie	pozitivní negativní kopírovací fólie	ve výzkumu	—	—
SCL 14 SCL 16	pro zcitlivění koloidů	náhrada chromanů	zcitlivěná koloidní vrstva	ve výzkumu	—	—

Největšího rozšíření doznaly fotorezisty na bázi chinondiazidů ve směsi nebo vázaných na novolakové pryskyřice. Československé fotorezisty tohoto typu pracují na bázi monoesteru dianu a 1,2-naftochinon-2-diazido-5-sulfokyselinou a fenolaldehydovými pryskyřicemi. Jsou určeny pro elektrotechniku, elektroniku a polygrafii. Pracují pozitivním způsobem: osvětlená vrstva se při rozkladu chinondiazidu vymývá zředěnými alkáliemi.

Fólie ovrstvené těmito fotorezisty nahradí pomocné obrazy kyanotypií a argentotypií, pomocné zahloubené kopie a částečně i kontaktní autoreverzní filmy.

Přehled fotorezistů československé výroby a jejich předpokládané uplatnění v kartoreprodukcí

Vzhledem k obtížnosti získávání dovozních materiálů se zájem soustředil na výrobní program n. p. Lachema Brno.

Fotorezistní hmoty byly fyzikálně a chemicky upraveny a takto použity k jednotlivým kartoreprodukčním aplikacím. Přehled vhodných fotorezistních hmot, jejich původního určení, jejich druhotného technologického využití v kartoreprodukcí a přehled o stadiích výzkumu a vývoje nových materiálů podává tabulka 2.

Elektrografické pigmenty (tonery — xerografické barvy)

Xerografie je nejrozšířenějším druhem elektrografického kopírování. Již název vymezuje xerografii jako techniku, která využívá přenosu elektrostatické barvy (toneru) suchou cestou (xeros — suchý) na rozdíl od ostatních druhů elektrografického kopírování, vybudovaných na principech vyvolávání kapalnými vývojkami nebo aerosolům.

Xerografický tisk byl vynalezen v roce 1939 Carlsonem jako součást elektrostatického tisku. Za své rozšíření vděčí zejména:

- způsobu potiskování papíru bez povrchových úprav;
- možnosti použití řady polovodičů jako světlocitlivého média;
- technickému zvládnutí xerografie rotačním způsobem tisku;
- automatizaci chodu xerografických strojů.

Xerografie se používá jako rychlá pohotová rozmnožovací technika s minimálními nároky na zacvičení obsluhy, zato však s podstatnými nároky na servis a údržbu kvalifikovanými pracovníky.

Xerografie využívá např. kaskádového vyvolávání, což je v podstatě přelévání xerografické barvy a vývojky (elektrizačního nosiče) po povrchu exponované desky. Pohybem elektrizačního nosiče (nebo magnetického kartáče) v xerografické barvě (toneru) získává barva opačný náboj vůči nosiči a současně i latentnímu obrazu na polovodičové matrici. Při „přelévání“ takto zelektrizované vývojky po exponované matrici je barva strhávána silnějším elektrostatickým nábojem latentního obrazu, v následující fázi je opět elektrostaticky přenesena na papír a nakonec je na něm fixována teplem, tlakem nebo parami rozpouštědla. Namísto papíru lze použít i ofsetové hliníkové nebo papírové matrice nebo fólie z plastu, s výhodou polyetyléntereftalátové.

Pohyb částecek barvy k nabitému polovodiči je závislý na viskozitě aerosolu v místě kontaktu a na velikosti elektrické síly $E \cdot Q$, která urychluje částice barvy (toneru).

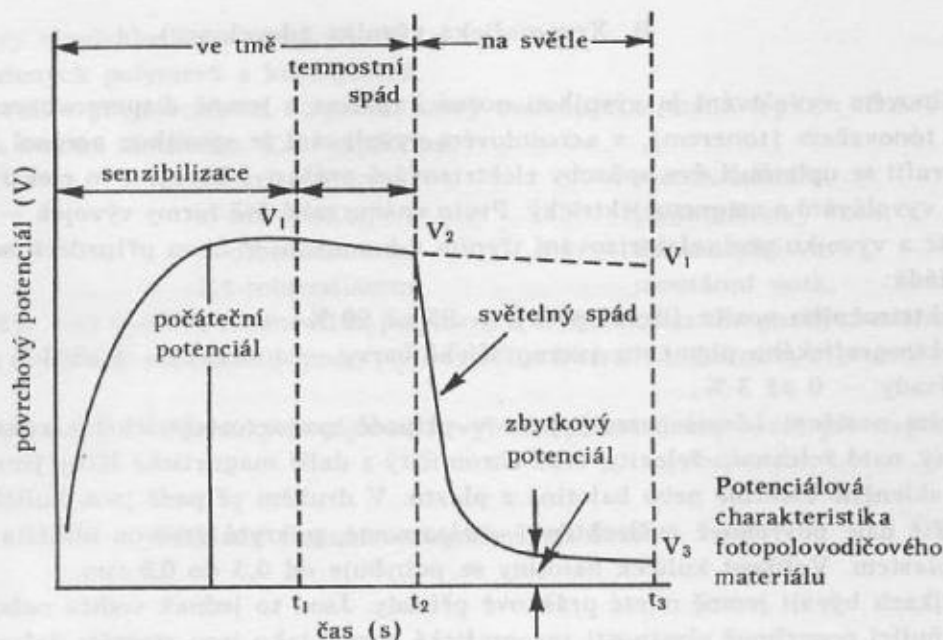
Rychlost pohybu je určena výrazem:

$$v = \frac{E \cdot Q}{6 \pi \eta a},$$

kde

- | | |
|--------|--------------------------------|
| v | — rychlost částice barvy, |
| E | — intenzita elektrického pole, |
| Q | — náboj částice, |
| η | — viskozita aerosolu, |
| a | — poloměr částice barvy. |

Potenciálová charakteristika je závislost povrchového potenciálu na čase a v těchto souřadnicích vyjadřuje celý proces záznamu světelné informace společně s nezbytnými technologickými operacemi jako např. nabíjení. První část křivky s počátkem v čase t_0 vyjadřuje proces nabíjení vrstvy elektrostatickým nábojem, což se projevuje narůstáním povrchového potenciálu až na hodnotu V_1 (počáteční potenciál) v čase t_1 . Temnostní spád má být obecně co nejmenší, aby potenciál na začátku expozice V_2 v čase t_2 byl co nejvyšší a přibližoval se hodnotě maximálního počátečního potenciálu. Po dobu osvitů nastává prudký pokles povrchového potenciálu na hodnotu V_3 v čase t_3 . Rychlost poklesu potenciálu v čase $t_3 - t_2$, což je doba osvitů, je mírou citlivosti materiálu. Přitom intenzita elektrostatického pole je závislostí povrchového potenciálu fotopolovodičového materiálu na čase. Ze vztahu vyplývá, že rychlost pohybu částice je nepřímo úměrná jejímu poloměru, tzn., že větší částice barvy (toneru) obsadí místa latentního obrazu na polovodiči pomaleji než částice malé. Současně triboelektrický náboj částice je závislý na poloměru; navíc přistupují deformace od kulového tvaru částice a hroty částice, kde se udržuje maximum náboje, eventuálně (zejména při výrobě suchým mletím) difference ve složení povrchové (lomové) vrstvy. Z toho všeho vyplývá, že polydisperzita, odchylky od kulového tvaru, eventuálně difference ve složení povrchové (lomové) vrstvy, způsobují převážnou většinu defektů při xerografii.



Základní chemické složení materiálů používaných v xerografii

A. Elektrofotografická polovodičová vrstva

Základním materiálem xerografie je světlocitlivá polovodičová vrstva nanosená na ploché kovové desce, kovovém válci nebo na papíře či fólii. Vrstva se nejprve homogenně nabije po celé ploše korónovým výbojem, potom se na ni promítne obraz, který ve světle způsobí vodivost – tj. vymizení náboje. Ve stínech vzniká latentní obraz, který je v další fázi vyvolán „kaskádovým“ vyvoláváním, eventuálně přenesen na další materiál a potom fixován. Zbytek barvy se z tiskové polovodičové matrice nebo válce nakonec odstraní mechanicky (odsátím).

Je známo mnoho systémů polovodičových vrstev, které jsou citlivé ke světlu ve viditelné nebo blízké UV oblasti světla. Jsou to především materiály na bázi:

- selenu nebo jeho slitin;
- chalkogenních polovodičů;
- oxidu zinečnatého;
- organických polovodičů.

V xerografii jsou nejvíce rozšířeny a technicky zvládnuty polovodičové vrstvy na bázi selenu a jeho slitin. Dnes je již všeobecně známo, že kvalitní obraz, vysokou spektrální citlivost a kvantovou efektivnost poskytuje pouze selen s vysokou chemickou čistotou. Méně známo je, že tento vysoce čistý selen existuje v několika krystalových soustavách včetně amorfního a jejich vzájemný poměr v polovodičové vrstvě značně ovlivňuje uvedené parametry kvality. Stejně ovlivňují kvalitu i příměsi ve stopovém množství, zejména arzenu, germania, teluru, kadmia, antimonu a dalších prvků.

Podstatně méně jsou používány materiály na bázi chalkogenidů arzenu, antimonu a kadmia. Jsou to především siřičky (sulfidy) a selenidy, ale také polysulfidy a polyselenidy.

Materiály na bázi oxidu zinečnatého se používají převážně v elektrografii s kapalnou vývojkou, v xerografii výjimečně.

Materiály na bázi organických polovodičů se používají zejména při výrobě polotransparentních elektrografických fólií. Těmto materiálům je i v oblasti xerografie přisuzováno budoucí uplatnění.

Nejrozšířenější selenové vrstvy mají relativně vysokou spektrální citlivost a podle stopových příměsí mohou být připraveny jako nesenzibilizované, ortochromatické, panchromatické i infrachromatické. Rozlišovací schopnost je závislá na tloušťce a kvalitě selenové vrstvy a kvalitě xerografické vývojkové a barvy. Selenové vrstvy se uplatňují i pro oblast vícebarevné xerografie, dále v oblasti rychlotiskáren počítačů, ale i v elektrorentgenografii a podobně.

B. Xerografická vývojka (developer)

V kapalinovém vyvolávání je vývojkou nosná kapalina s jemně dispergovanou barvou — elektrografickým tónovačem (tonerem), v aerosolovém vyvolávání je vývojkou aerosol barvy v plynu.

V xerografii se uplatňují dva způsoby elektrizování práškové barvy, a to elektrizačním nosičem pro kaskádové vyvolávání a magnetoelektrický. Proto známe také dvě formy vývojek — vývojku pro magnetický kartáč a vývojku pro zelektrizování třením v kontaktu. V obou případech se vývojka (suchý tónovač) skládá:

- z elektrizačního nosiče (developeru) — 95 až 99 %;
- z elektrografického pigmentu (xerografické barvy — toneru) — 1 až 3 %;
- z přísady — 0 až 3 %.

Elektrizačním nosičem (developerem) jsou v případě magnetoelektrického způsobu železná pilina, oxid železitý, oxid železato-železitý, oxid chromičitý a další magnetické látky jemně namleté nebo nanesené na skleněné balotiné nebo balotiné z plastu. V druhém případě jsou kuličky skleněné balotiny obvykle ještě dále povrchově zušlechťené — cloxované, pokryté vrstvou uhličitanu vápenatého nebo vhodným plastem. Velikost kuliček balotiny se pohybuje od 0,3 do 0,8 mm.

Ve vývojkách bývají jemně mleté práškové přísady. Jsou to jednak vodiče nebo polovodiče, jednak látky ovlivňující povrchové vlastnosti xerografické barvy, jako jsou stearáty železa a zinku. Jako přísady ovlivňující přenos barvy se používají zinek, chrom, oxid kobaltitý, oxid zinečnatý, oxid cíničitý, uhličitan nikelnatý, oxid křemičitý.

C. Elektrografický pigment (xerografická barva — toner)

Prášková barva je velmi jemně rozemletá tavenina (1 až 10 μm) směsí pryskyřic, pigmentů a tavicích složek. Složení barvy musí být takové, aby vytvářela spolu s nosičem dvojici s dobrým triboelektrickým efektem, tzn. aby jejich vzájemným třením vznikl dostatečně silný elektrostatický náboj. Z toho vyplývá, že určujícími vlastnostmi při výběru složení xerografických barev jsou vlastnosti dielektrické, zejména pak stanovení statické permitivity materiálů. Xerografická barva musí splňovat tyto požadavky:

1. Je třeba, aby barva získala stejnorodý elektrostatický náboj v celém objemu. V opačném případě nastane zamlžení obrazu, závoj, nebo nejvýstižněji, avšak nesprávně česky, šumr.

2. Prášková barva musí mít optimální rozložení četnosti velikosti částic v rozmezí 1 až 10 μm s maximem okolo 5 μm . Jestliže má barva částice do 1 μm , je obraz zatónovaný, zamlžený, neostrý, jestliže má barva větší částice než uvedené rozmezí, snižuje se tím hranová ostrost kresby.

3. Barva nebo její složky se nesmějí rozkládat při teplotách do 200 °C. Pro dobrou fixaci barvy je vhodné, aby měla bod tání v rozmezí 70 až 120 °C, eventuálně aby se dobře rozpouštěla v parách organických rozpouštědel.

4. Barva musí mít dobrý přenos na papír, fólii nebo kovolist. Zbytky barvy musí být snadno odstranitelné ze selenové vrstvy (odsáváním, mechanicky).

5. Barva musí být dostatečně barevně vydatná pro kterýkoli barevný odstín.

6. Barva musí být odolná proti vlhkosti, v ofsetovém způsobu tisku musí být tiskovým prvkem — tj. nesmí být hydrofilní.

7. Barva nesmí chemicky působit na selen, eventuálně jiné polovodičové elektrografické vrstvy.

8. Částičky barvy se nesmějí při skladování aglomerovat.

Xerografická barva obsahuje v podstatě tři složky, jejichž vzájemný poměr bývá udáván v těchto rozmezích:

- polymerní pryskyřice — 20 až 95 %;
- tavicí složka (změkčovač) — 60 až 10 %;
- pigment — 30 až 5 %.

V některých případech je nesprávné vyjadřovat zvláště tavicí složku — změkčovač —, protože je obsažena již v polymerní pryskyřici (kopolymery s vnitřním změkčením).

V současnosti používané polymerní pryskyřice jsou zejména:

- pryskyřice fenolaldehydové a kresolaldehydové;
- polymery styrenu a jeho homologů;
- polymery metylmetakrylátu, butylmetakrylátu a epoxiakrylátů;
- kopolymery metakrylátů se styrenem a jeho homology;

- směsné polymery vinylchloridu a vinylesterů;
- směsi výše uvedených polymerů a kopolymerů.

Výběr pryskyřice se řídí i polymeračním stupněm, který ovlivňuje zejména teplotu tání. Jako tavicí složka bylo navrženo mnoho sloučenin. Tak například:

acetanilid;	β -naftylamin;	o-acetotoluidin;
acenaften;	m-nitroanilin;	polyetylénový vosk;
α -naftol;	m-dibrombenzen;	karnaubský vosk;
β -naftol;	2,4-toluendiamin;	montánní vosk.

V poslední době se však více využívá možností kopolymerů a tavicí složka tím pozbývá svého významu. Pro černé barvy se používají saze jako pigment, někdy v kombinaci s indulinem, nigrosinem a dalšími krášídly.

Pro pestré barvy se musí z organických pigmentů vybírat pouze druhy stálé při zvýšené teplotě do 200 °C.

Příklady složení xerografických barev

Příklad 1

fenolformaldehydová pryskyřice	90 %
acetanilid	5 %
saze	5 %

Příklad 2

polystyren	15 %
polymetakrylát	45 %
p-dibrombenzen	30 %
saze	10 %

Příklad 3

kopolymer styren-butylnetakrylát	75 %
4-nitrodifenyl	15 %
indantrénoranž	10 %

Příklad 4

kopolymer styren-metylnetakrylát-butylnetakrylát	90 %
heliogengrün	10 %

Způsoby výroby xerografických barev (elektrografických pigmentů)

V podstatě existují dva různé způsoby výroby. První způsob je dispergace pigmentu v tavenině, vychlazení, mletí a separace částic o vhodné velikosti. Druhý způsob je fluidním sušením roztoku nebo disperze drobných kapiček xerografické barvy s předem dispergovaným pigmentem.

Z hlediska výrobní náročnosti, reprodukovatelnosti kvality a energetické náročnosti je první způsob v nevýhodě. Přesto se ale používá vzhledem k obtížné dostupnosti fluidní rozprašovací sušárny schopné sušit i organická vysoce hořlavá rozpouštědla.

Pro druhý způsob výroby svědčí i kvalita částic práškové barvy. Barvu lze snadno vyrobit v požadovaném rozmezí velikosti částic, které mají pravidelný kulový tvar se zrnem pigmentu uzavřeným uvnitř, to znamená, že získávají rovnoměrnější náboj v celém objemu, a tudíž podstatně snižují zatónování obrazu (šumr).

V současné době se v ČSSR řeší výroba xerografických barev v n.p. Fotochema. Lze předpokládat, že v této pětiletce bude vyřešena výroba podle prvního způsobu. Úzkými profily zatím zůstávají mletí a separace, které je nutno řešit tak, aby výrobní zařízení bylo dimenzováno pro zabezpečení materiálových potřeb nového čs. xerografického stroje Costar 4, výrobku n.p. Meopta Bratislava, eventuálně dalších druhů dovážených xerografických rozmnožovacích strojů.

Literatura:

Rank Xerox Ltd.: Coloured electro-statographic toners, BP 1074147.
Rank Xerox Ltd.: Xerographic toners, BP 1115634 a 115653.
Rank Xerox Ltd.: Electrographic material, BP 1136978 a 1137476.
Rank Xerox Ltd.: Electrographic toners, BP 1149075.
HUDEČEK, K.: Tiskové barvy. Praha, Stát. nakl. techn. lit. 1975.
KARTUŽANCKIJ, A. L.: Neserebrjanyje fotografičeskije processy. Leningrad, Chimija 1984.
KOSAR, J.: Light sensitive systems. New York, John Wilie.
HAMAR, J.: Vlastností fotopolovodičových materiálů. Typografia, 88, 1985, č. 10.

Do redakce došlo 12. 2. 1986.

Spojený družicový bod

1. Úvod

Měřickým základem kosmické geodézie je především pozorování umělých družic Země. Různými přístroji se určují nejčastěji směry k družicím, jejich vzdálenosti nebo rozdíly vzdáleností. Přístroje, které spolu mohou dát úplnou informaci o prostorové poloze družice, jsou někdy rozmístěny v areálu jedné observatoře (ve vzdálenosti desítek až stovek metrů), jindy však na různých observatořích, vzdálených od sebe mnoho kilometrů. Pro mnohé účely je výhodné, aby měření těmito přístroji byla redukována k jednomu společnému bodu („centru“), jímž může být některý z přístrojů nebo libovolný zvolený bod v jejich prostoru; toto centrum můžeme nazvat „spojeným družicovým bodem“ (SDB). Měření redukována na SDB mohou být efektivněji využívána pro geodetické aplikace v mezinárodní spolupráci, při určování drah družice a lze je také navzájem přímo porovnávat.

Toto pojednání shrnuje výsledky teoretického rozboru problematiky a pracovní vzorce, použité v realizovaném programu.

2. Výchozí požadavky a předpoklady

Základním požadavkem je, aby redukce měření na SDB zachovala jejich plnou přesnost. Je proto žádoucí, aby SDB byl totožný s nejpřesnějším z používaných přístrojů nebo byl v jeho blízkosti. Pak se nejméně uplatní případné nepřesnosti parametrů redukce.

Převádět se budou výsledky již opravené o fyzikální redukce a o efekty typu družicové aberace, tj. redukováné na vakuum a na současné (simultánní) polohy družice a stanice. Zvláště u radiotechnických měření redukce na vakuum silně závisí na trase šíření signálu v atmosféře; zanedbání této skutečnosti, zejména při převodech na větší vzdálenosti, by mohlo vnést do předvedených údajů nepřijatelné, těžko odhadnutelné chyby. Pokud jde o směry, budou převáděny v terestrickém systému, což implicitně zahrnuje předpoklad, že časové navázání měření je přesné.

Je třeba poznamenat, že předpoklady předchozího odstavce vesměs odpovídají pozorováním po staničních redukcích, tj. takovým údajům, které se po zpracování standardními výpočetními programy předávají ke geodetickému nebo astrodynamickému využití; často půjde o tzv. syntetický bod, získaný aproximací topocentrické trajektorie. Za těchto předpokladů je převod družicových pozorování na SDB poměrně jednoduchou prostorovou analogií centrace měření, obvyklé v astronomicko-geodetické síti — pokud ovšem jsou dosti přesně známy vstupní parametry redukce. Hlavním problémem je přitom poloha družice. Také tyto otázky budou dále zkoumány.

3. Základní transformační vzorce

Úlohu lze řešit jako prostorovou transformaci souřadnic pozorovaného objektu mezi dvěma soustavami: excentrickým stanoviskem přístroje E (index e) a SDB — centrem C (index c). Na základě prostorové transformace byla odvozena řada vzorců pro redukci pozorování UDZ [1], z nichž některé nyní s malými úpravami použijeme.

V pravoúhlé souřadnicové soustavě spojené se Zemí (zpravidla geocentrické), orientované podle středního pólu OCI a greenwichského poledníku (+ X rovnoběžné s greenwichským poledníkem, + Z k severu, + Y do východní polokoule), jsou dány souřadnice centra C (X_c, Y_c, Z_c), excentrického stanoviska přístroje E (X_e, Y_e, Z_e) a družice S (X, Y, Z). Pak vzdálenost pozemních bodů D_0 a směrové kosiny „apexu“ (směru od bodu E k bodu C) x_0, y_0, z_0 jsou

$$D_0 = \sqrt{(X_c - X_e)^2 + (Y_c - Y_e)^2 + (Z_c - Z_e)^2},$$

$$x_0 = (X_c - X_e)/D_0,$$

$$y_0 = (Y_c - Y_e)/D_0,$$

$$z_0 = (Z_c - Z_e)/D_0.$$

(1)

Pro danou dvojici bodů E a C jsou to konstanty. Jelikož ve vzorcích (1) se vyskytují pouze rozdíly pravoúhlých souřadnic, lze k jejich určení použít převodu z geodetických souřadnic — východní délky od Greenwiche L , šířky B a výšky nad elipsoidem H v libovolném modernějším geodetickém systému. Geocentrické souřadnice stanice E nebo centra C (SDB) je ovšem třeba znát, pokud se mají počítat vzdálenosti a směry k družicím z jejich efemerid (vzorce (3) a (4)).

Budeme uvažovat směry a vzdálenosti k družici od excentrického stanoviska (index $i = e$) nebo od centra ($i = c$). Z pozorovaných směrů k UDG vyjádřených v ekvatoreální soustavě — greenwichského hodinového úhlu t_i a deklinace δ_i — lze vypočítat směrové kosiny (t_i se měří kladně na západ!):

$$x_i = \cos t_i \cdot \cos \delta_i,$$

$$y_i = -\sin t_i \cdot \cos \delta_i,$$

$$z_i = \sin \delta_i.$$

(2)

Vzdálenost k družici D_i může být buď měřená, nebo vypočtená spolu se směrovými kosiny ze souřadnic družice X, Y, Z :

$$D_i = \sqrt{(X - X_i)^2 + (Y - Y_i)^2 + (Z - Z_i)^2},$$

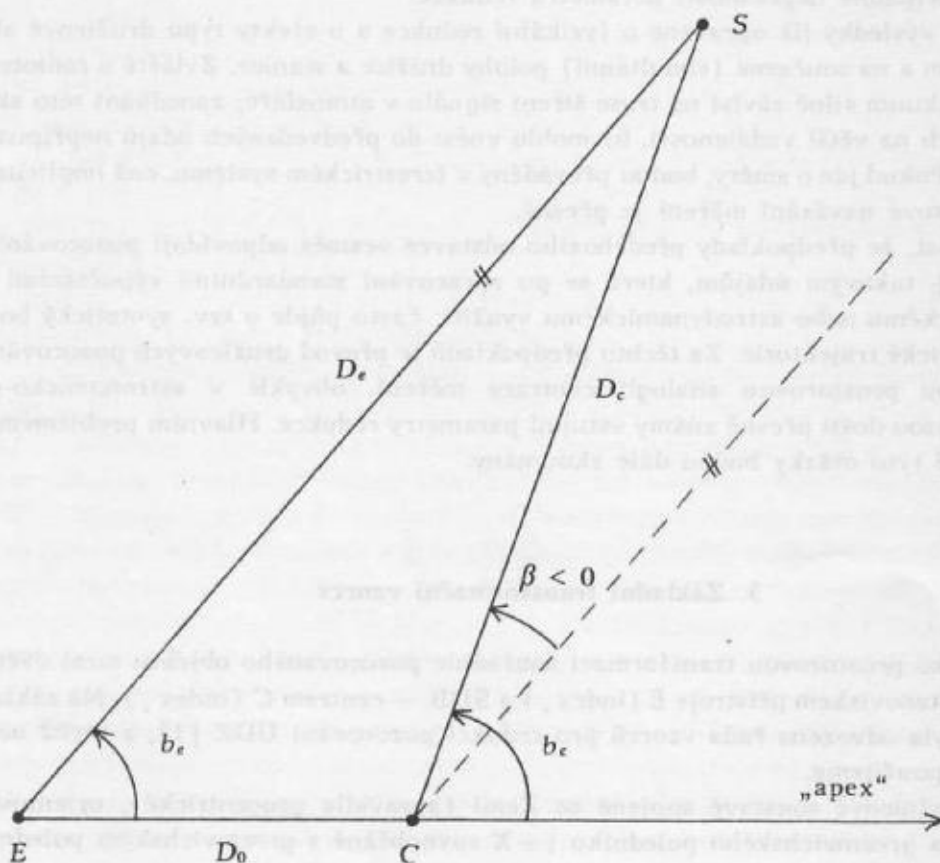
(3)

$$x_i = (X - X_i)/D_i,$$

$$y_i = (Y - Y_i)/D_i,$$

$$z_i = (Z - Z_i)/D_i.$$

(4)



Obr. 1

Je samozřejmé, že přednostně se užije přesnější přímo měřené vzdálenosti, pokud je k dispozici. Pro úhlovou vzdálenost směru k družici (úhel CES) b_i od apexu platí (obrázek 1)

$$\cos b_i = x_i x_0 + y_i y_0 + z_i z_0 \quad (5)$$

a pro paralaktický posun β (úhel CES, kladný, když při přechodu z E do C se směr k S blíží k apexu)

$$\sin \beta = - \frac{D_0 \sin b_e}{D_c} = - \frac{D_0 \sin b_c}{D_e} \quad (6a, b)$$

nebo

$$\operatorname{tg} \beta = - \frac{D_0 \cdot \sin b_e}{D_e - D_0 \cos b_e} = - \frac{D_0 \cdot \sin b_c}{D_c + D_0 \cos b_c} \quad (7a, b)$$

Jsou-li pro převod k dispozici měřené směry i vzdálenosti, volí se ze vzorců (6a, b), (7a, b) ten, který je obsahuje. Mezi úhlovými vzdálenostmi od apexu platí

$$b_e = b_c + \beta \quad (8)$$

V praxi nemůže nastat případ, kdy by družice byla pozorována ve směru k apexu ($b_e = b_c = 0$) nebo ve směru opačném. Pro reálné případy pozorování platí transformační vztah [1]:

$$\begin{bmatrix} x_c \\ y_c \\ z_c \end{bmatrix} = \frac{1}{\sin b_e} \begin{bmatrix} x_0 & x_e \\ y_0 & y_e \\ z_0 & z_e \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \sin \beta \\ \sin (b_e - \beta) \end{bmatrix}, \quad (9)$$

z něhož nalezneme směrové kosiny x_c, y_c, z_c směru centrum – družice. V ekvatoreální soustavě jsou nakonec směry k družici, převedené na SDB, dány vztahy

$$\delta_c = \arcsin z_c, \quad (10)$$

$$t_c = \operatorname{arctg} (-y_c/x_c) = \operatorname{arccotg} (-x_c/y_c). \quad (11)$$

Pro výpočet t_c užijeme v programech funkce DATAN2.

Vzdálenost k družici převedeme z excentrického stanoviska E na centrum C pomocí vztahu

$$D_c = D_e \frac{\sin b_e}{\sin (b_e - \beta)} \quad (12a)$$

nebo

$$D_c - D_e = D_e \left[\frac{\sin b_e}{\sin (b_e - \beta)} - 1 \right]. \quad (12b)$$

Pro integrální dopplerovská pozorování platí základní vztah (odvození viz např. v [2])

$$D_2 - D_1 = \frac{c}{v_E} N - \frac{c}{v_E} (v_G - v_E) (T_2 - T_1),$$

kde c je rychlost světla, v_E – kmitočet vysílání družicí, v_G – kmitočet referenčního generátoru, N – počet period rozdílového kmitočtu $v_G - v_R > 0$ (v_R – přijímaný kmitočet) mezi časy T_1 a T_2 ($T_2 > T_1$) platnými pro pozemní stanici. Jako měřené hodnoty pro staniční redukcí se mohou udávat rozdíly vzdáleností družice od stanice pro uvedené časy, tj. $M = D_2 - D_1$ nebo přímo počet period N . Vypočteme-li tedy

$$F_i = (D_c - D_e)_i \quad (13)$$

pro časy T_j , dostaneme pro převod na SDB vzorce

$$M_e = M_c + (F_2 - F_1), \quad (14)$$

$$N_e = N_c + \frac{v_E}{c} (F_2 - F_1), \quad (15)$$

neboť druhý člen základního vztahu metody nazávisí na poloze pozorovací stanice. Jsou-li měřeny některé vzdálenosti nebo směry k dopplerovské družici, užije se pro výpočet F_j vzorců z příslušných převodů. Jinak, jsou-li známy jen souřadnice UDZ z efemerid, bude F_j prostým rozdílem vzdáleností vypočtených podle (3) pro $i = c$ a $i = e$.

4. Algoritmy převodu

Vzorce (1) až (15) umožňují převádět fotografická, laserová i dopplerovská pozorování z excentrického stanoviska na SDB. Jejich výběr a pořadí bude záviset na konkrétním zadání; i pak jsou možné různé varianty převodu, z nichž zde uvedeme pro jednotlivá zadání jen jednu. Přitom na počátku je vždy nutné použít skupiny vzorců (1) k určení vztahu mezi E a C . Připomeňme, že pro použití vzorců (3) a (4) je třeba znát geocentrické souřadnice příslušné pozemní stanice.

4.1. Převod t_e, δ_e na t_c, δ_c :

$i = e$, (2), (5); dále podle zadání

a) dáno D_e : (7a);

b) dáno D_c : (6a);

c) dáno X, Y, Z (z efemerid družice): (*), (3), (7a);

společně zakončení pro a), b) i c): (9), (10), (11).

V místě (*) může být zařazeno zpřesnění polohy UDZ s využitím t_e, δ_e , pokud je efemerida nedostatečně přesná.

4.2. Převod D_e na D_c :

a) dáno t_c, δ_c : $i = c$, (2), (5), (6b), (8), (12);

b) dáno t_e, δ_e : $i = e$, (2), (5), (7a), (12);

c) dáno X, Y, Z : $i = e$, (3), (4), (5), (7a), (12).

4.3. Převod dopplerovských měření

Zde je možný větší počet (nejméně 6) variant, závisících na tom, zda a kde jsou pozorovány směry („fotodoppler“), zda jsou též měřeny některé vzdálenosti k družici (spíše teoretická varianta) apod. Uvedeme jen nejpravděpodobnější cestu, kdy jsou (např. výpočtem z palubních efemerid) známy dostatečně přesné polohy družice:

$j = 1$; { pro τ_j výpočet z efemerid X_j, Y_j, Z_j ; $i = e$, (3), $i = c$, (3), (13)}; $j = 2$; opakovat { }; (14) nebo (15).

5. Potřebná přesnost parametrů převodu

Za předpokladu, že měřené (převáděné) veličiny jsou přesné, určíme nyní maximální chyby v parametrech převodu, které nevnesou do převedených hodnot chyby větší než stanovená mez. Zavedeme označení pro chyby parametrů:

ε — chyba směru apexu v rovině ECS (stanovisko — SDB — družice),

ζ — chyba směru apexu kolmo k rovině ECS,

$\eta = \sqrt{\varepsilon^2 + \zeta^2}$ — celková chyba směru apexu,

dD_0 — chyba excentrity,

κ — chyba směru k družici v rovině ECS,

dD — chyba vzdálenosti k UDZ; při interpretaci výsledků následujících úvah není třeba rozlišovat dD_e a dD_c , rozlišované při odvozování podmínek.

Pro převedený směr k družici zavedeme:

σ — chyba v rovině ECS,
 τ — chyba kolmo k rovině ECS,
 $\varphi = \sqrt{\sigma^2 + \tau^2}$ — celková chyba převedeného směru.

5.1. Převod směrů k UDZ

Pro chybu převedeného směru v rovině ECS dostaneme např. diferencováním (6a) výraz

$$\sigma = d\beta = - \frac{D_0 \cos b_e}{D_e \cos \beta} \varepsilon - \frac{\sin b_e}{D_e \cos \beta} dD_0 + \frac{D_0 \sin b_e}{D_e^2 \cos \beta} dD_c, \quad (16)$$

neboť podle definice veličin v rovině ECS je $\varepsilon = db_e$. Pro odhad maximálních dopustných chyb ε , dD_0 a dD_c přijmeme maximální σ_{\max} , které rozdělíme rovným dílem na tyto tři zdroje a budeme uvažovat každý z nich jednotlivě jako maximální. V prvním členu (16) proto položíme $\cos b_e = 0,866$ (pro b_e rovné minimální výšce družice nad obzorem $h = 30^\circ$), v dalších $\sin b_e = 1$; minimální $\cos \beta$ nahradíme rozvojem $\cos(\beta_{\max}) = 1 - \beta_{\max}^2/2 + \dots = 1 - D_0^2/2D_c^2 + \dots$. Pro absolutní hodnoty uvažovaných chyb dostaneme

$$\varepsilon_{\max}'' = 1,155 \frac{K}{D_0} \sigma_{\max}'', \quad (17)$$

$$dD_{0\max} = \frac{K}{\rho''} \sigma_{\max}'', \quad (18)$$

$$dD_{c\max} = \frac{K \cdot D_c}{\rho'' \cdot D_0} \sigma_{\max}'', \quad (19)$$

kde $K = (D_c - D_0^2/2D_c)/3$ a $\rho'' = 206\,265''$. Složky směrových chyb v rovině ECS a kolmo k ní se při převodu na SDB uplatňují nezávisle. Z jednoduché geometrické úvahy dostaneme, že

$$\zeta_{\max}'' = \frac{D_c}{D_0} \tau_{\max}''. \quad (20)$$

V tab. 1 jsou uvedeny dopustné chyby parametrů pro geodetickou družici o výšce 1000 km a nejnejpříznivější případ — pozorování v okolí zenitu SDB ($D_c = 1000$ km). Aby se neztrácela přesnost fotografického určení polohy družice, je přijato $\sigma_{\max} = \tau_{\max} = 1,0''$ (celková chyba $\varphi_{\max} = 1,4''$).

Chybám směru k apexu (orientace vektoru spojnice bodů E — C) ζ_{\max} , ε_{\max} a celkové η_{\max} odpovídají vždy kolmé složky maximální chyby v relativní poloze E a C 4,8 m, 1,9 m a 5,2 m. Dopustná chyba $dD_{0\max} = 1,6$ m. Jak je patrné, zajistit potřebnou relativní přesnost SDB a excentrického stanoviska E metodami pozemní geodézie není obtížné. Při větších vzdálenostech D_0 však je třeba kontrolovat přesnost výpočtu vzdálenosti k UDZ, pokud nebyla zároveň měřena na některém z bodů blízkých k SDB. Obvyklé efemeridy zpravidla neumožní výpočet vzdálenosti UDZ s přesností lepší, než jsou stovky metrů. Výjimku tvoří vysílané efemeridy dopplerovských družic NNSS (Transit — viz dále) a podobné systémy. Poznamenejme, že kdybychom rozdělili dopustné σ_{\max} např. v poměru 2/3 na $dD_{c\max}$ a po 1/6 na ε_{\max} a $dD_{0\max}$, dostali bychom hodnoty $dD_{c\max}$ dvojnásobné proti tab. 1, zatímco ε_{\max} a $dD_{0\max}$ by byly poloviční. Zvýšením dopustných σ_{\max} , τ_{\max} na 2'' lze dále všechny hodnoty dopustných chyb parametrů zdvojnásobit a získat až čtyřnásobné $dD_{c\max}$.

Pro obecný poměr rozdělení vlivu zdrojů chyb lze ve vzorcích (17), (18) a (19) psát místo K postupně K_1 , K_2 a K_3 , kde $K_i = p_i (D_c - D_0^2/2D_c)/q_i$ při $\sum p_i = q_i$ (tj. podíl i -tého vlivu je p_i/q_i) a získat tak různé kombinace dopustných parametrů. Je však již patrné, že převod měření směrů k UDZ do asi stokilometrové vzdálenosti je možný při zachování přesnosti 1'' až 2'' a při rozumných požadavcích na určení relativní polohy E a C.

D_0	0,1 km	1 km	10 km	100 km
Směr k apexu				
ζ_{\max} (ECS)	2,8°	16,7	100,0''	10,0''
ε_{\max} (ECS)	1,07°	6,4'	38,5''	3,9''
η_{\max} (celk.)	3,0°	17,9'	1,79'	10,7''
Vzdálenost UDZ				
$dD_{c\max}$	16,2 km	1,62 km	161,6 m	16,2 m

$$D_c = 1000 \text{ km}, \sigma_{\max} = \tau_{\max} = 1,0''; dD_{0\max} = 1,6 \text{ m}.$$

5.2. Převod vzdáleností UDZ

Chyby převedených vzdáleností odhadneme z rovinného trojúhelníka ECS. Diferencováním kosinové věty

$$D_c^2 = D_0^2 + D_e^2 - 2D_0 D_e \cos b_c,$$

při kterém považujeme D_e za přesné (je měřené), dostaneme

$$dD_c = - \left(\frac{D_0}{D_c} + \cos b_c \right) dD_0 + D_0 \sin b_c db_c. \quad (21)$$

Zvolíme maximální přípustné $dD_{c\max}$ a rozdělíme je rovným dílem mezi oba zdroje — chyby dD_0 a db_c . Dostaneme

$$dD_0 = \frac{-D_c}{2(D_0 + D_c \cos b_c)} \cdot dD_{c\max}, \quad (22)$$

$$db_c = \frac{1}{2D_0 \sin b_c} \cdot dD_{c\max}. \quad (23)$$

Maximální dopustné hodnoty dD_0 , db_c nalezneme jednotlivě, takže vždy bude splněna podmínka, že $dD_c \leq dD_{c\max}$. Položíme tedy v (22) $\cos b_c = (\cos b_c)_{\max} = \cos h_{\min} = \cos 30^\circ = 0,866$ a v (23) $\sin b_c = 1$, takže bude pro absolutní hodnoty chyb

$$dD_{0\max} = \frac{D_c}{2D_0 + 1,732 D_c} \cdot dD_{c\max}, \quad (24)$$

$$db'_{c\max} = \frac{\rho''}{2D_0} \cdot dD_{c\max}. \quad (25)$$

Veličina $db_c = \varepsilon + \kappa$, tj. součtu složek chyb směru k družici a k apexu, ležících v rovině ECS.

V tab. 2 uvedeme dopustné odchylky parametrů opět pro geodetickou družici ve výšce 1000 km v nejnepříznivější poloze — u zenitu SDB. Jako dS_{\max} je označena složka odchylky polohy družice v rovině ECS za předpokladu, že směr k apexu je přesný ($\varepsilon = 0$), tj. $db_{c\max} = \kappa$. Předpokládá se převod výsledků z laserového dálkoměru první generace, kdy lze přijmout $dD_{c\max} = 0,5 \text{ m}$.

Z tab. 2 je patrné, že pro převod měření vzdáleností družic je kritické určení směru k UDZ — již pro excentricitu řádu jednotek kilometrů nelze potřebnou přesnost zajistit bez jeho přímého synchronního měření; pro excentricity řádu desítek kilometrů je i tento postup nejistý. Z těchto důvodů není vhodné převádět (centrovat) daleko měřené vzdálenosti UDZ a SDB má být totožný s laserovým dálkoměrem nebo má být v jeho blízkosti. Výjimečně by snad bylo možné použít převodu s definitivními přesnými

dráhami. Pokud by byl znám přesný směr k družici ($\alpha = 0$), odpovídala by chybě $db_{c \max} = \varepsilon_{\max}$ kolmá složka chyby relativní polohy stanice E a SDB rovná nejvýše 0,25 m. Takovou přesnost (i požadované $dD_{0 \max}$) lze ještě zajistit geodetickými prostředky, ale pro větší D_0 je třeba údaje důkladně ověřit, příp. provést zvláštní měření. Připomeňme ještě, že podmínky pro převod výsledků z přesnějšího dálkoměru budou ještě přísnější.

Přesnost parametrů převodu pro vzdálenost UDZ

Tabulka 2

D_0	0,1 km	1 km	10 km	100 km
Excentricita $dD_{0 \max}$	0,29 m	0,29 m	0,29 m	0,26 m
Směr k UDZ $db_{c \max}$ ($\parallel ECS$)	8,6'	51,6''	5,2''	0,52''
Poloha UDZ dS_{\max} ($\parallel ECS$) při $\varepsilon = 0$	2,5 km	250,0 m	25,2 m	2,52 m

$$D_c = 1000 \text{ km}, dD_{c \max} = 0,5 \text{ m}; D_0 \varepsilon_{\max} \leq 0,25 \text{ m}.$$

5.3. Převod dopplerovských měření

Tento druh družicových měření nebudeme analyzovat podrobně, neboť podmínky přesnosti parametrů jsou značně závislé na vzájemné poloze dráhy a bodů E a C i na intervalu integrace. Postačí následující úvaha. Přesnost prostorových poloh z vysílaných efemerid družic NNSS (Transit) je asi v rozmezí 15 až 32 m (někdy až 37 m) [3] a postupně se zvyšuje; přesnost určení polohy stanice je několik metrů. Potřebnou přesnost parametrů převodu odhadneme tak, aby do určení polohy nebyla vnesena chyba větší než 1 m v nejnepříznivějším případě. Z algoritmu převodu na SDB máme

$$M_c = M_e + (D_c - D_e)_2 - (D_c - D_e)_1, \quad (26)$$

kde indexy 1, 2 odpovídají hraničním časům T_1 a T_2 . Diferencováním (26) dostaneme

$$dM_c = (dD_{c2} - dD_{e2}) - (dD_{c1} - dD_{e1}). \quad (27)$$

V trojúhelníku ECS můžeme napsat

$$D_e = D_c \cdot \cos \beta + D_0 \cos b,$$

z čehož po dosazení $\cos \beta \doteq 1 - \beta^2/2!$, diferencování a úpravě dostaneme

$$dD_c - dD_e = D_0 \sin b_e db_e - \cos b_e dD_0 + \frac{\beta^2}{2!} dD_c. \quad (28)$$

Absolutní velikost posledního členu je nejvýše 0,19 m ($\beta \leq 0,1$ pro $D_0 \leq 100$ km, $h = 1000$ km, $dD_c \leq 37$ m), takže může být zanedbán. Dosazením do (27) máme pro zavedení „středního“ db_e

$$dM_c = D_0 (\sin b_{e2} - \sin b_{e1}) db_e - (\cos b_{e2} - \cos b_{e1}) dD_0. \quad (29)$$

Rozdělíme dopustnou chybu $dM_{c \max}$ rovným dílem mezi oba členy (29) a dostaneme pro absolutní hodnoty chyb

$$dD_{0 \max} = \frac{dM_{c \max}}{2 (\cos b_{e2} - \cos b_{e1})_{\max}} = 0,259 dM_{c \max}, \quad (30)$$

$$db''_{\epsilon \max} = \frac{\rho' dM_{c \max}}{2D_0 (\sin b_{e2} - \sin b_{e1})_{\max}} = \frac{1,392 \cdot 10^5}{D_0} dM_{c \max}, \quad (31)$$

přičemž maximální hodnoty závorek jsou z geometrických podmínek měření první pro $b_{e2} = 15^\circ$, $b_{e1} = 165^\circ$ a druhá pro $b_{e2} = 90^\circ$, $b_{e1} = 15^\circ$ (minimální výška nad obzorem). Přejmeme $dM_{c \max} = 2$ m (chyba polohy poziční plochy – hyperboloidu – do 1 m) a dostaneme $dD_{0 \max} = 0,52$ m, složku kolmou k vektoru spojnice bodů $E - C$ maximálně 1,35 m ($\kappa = 0$, $db_{c \max} = \epsilon$) a hodnoty tab. 3 (dS_{\max} je kolmá složka k D_e v rovině ECS při $db_{c \max} = \kappa$, $\epsilon = 0$).

Jelikož pro odvození vzorců (30) a (31) byly uvažovány vždy nejnepříznivější podmínky, lze usoudit, že pro převod výsledků dopplerovských měření do vzdálenosti až 100 km postačí přesnost vysílaných efemerid a geodetické určení rozdílů souřadnic stanoviště a SDB asi na 0,5 m.

Přesnost parametrů převodu pro dopplerovská měření

Tabulka 3

D_0	0,1 km	1 km	10 km	100 km
Směr k UDZ $db_{\epsilon \max}$ ($\parallel ECS$)	46,4'	4,64'	27,8''	2,78''
Poloha UDZ dS_{\max} ($\parallel ECS$) (při $\epsilon = 0$)	13,5 km	1,35 km	135,0 m	13,5 m

$D_c = 1000$ km, $dD_{0 \max} = 0,52$ m, složka kolmá k vektoru spojnice bodů $E - C$ maximálně 1,35 m.

6. Převod středních chyb

Střední chyby veličin převedených na SDB vyjádříme pomocí zákona přenášení chyb s numerickým odhadem parciálních derivací a stanovením mezí vlivu korelovaných neznámých v případě převodu směrů.

Pro střední chyby převedených směrů, tj. t_e nebo δ_e (obecně F), které jsou funkcí t_e a δ_e , určených společným vyrovnáním redukce snímku, můžeme napsat např. podle [3], str. 398 (po úpravě)

$$m_F = \sqrt{f_t^2 m_{t_e}^2 + f_\delta^2 m_{\delta_e}^2 + 2 m_{t_e} m_{\delta_e} r_{t\delta}}, \quad (32)$$

kde m_{t_e} , m_{δ_e} jsou dané střední chyby t_e , δ_e ; $f_t = \partial F / \partial t_e$, $f_\delta = \partial F / \partial \delta_e$ jsou parciální derivace a $r_{t\delta}$ je koeficient korelace mezi t_e a δ_e . Parciální derivace odhadneme lineární aproximací

$$f_t = \frac{\partial F}{\partial t_e} = \frac{{}^t F_2 - {}^t F_1}{t_{e2} - t_{e1}}, \quad f_\delta = \frac{\partial F}{\partial \delta_e} = \frac{{}^\delta F_2 - {}^\delta F_1}{\delta_{e2} - \delta_{e1}}, \quad (33)$$

kde ${}^t F_i$ – funkce F (tj. t_e nebo t_δ) vypočtená stejným převodem jako centrovaná souřadnice pro t_{e1} při nezměněném δ_e ; ${}^\delta F_i$ je obdobně funkce F vypočtená pro δ_{e1} při nezměněném (převáděném) t_e . Parametry převodu se též nemění. Hodnoty t_{e1} , δ_{e1} je nejlépe volit symetricky k převáděným t_e , δ_e a lišící se od nich (v absolutní hodnotě) přibližně o střední chyby m_{t_e} , m_{δ_e} . Kdybychom znali $r_{t\delta}$, bylo by nyní možné vypočíst m_F podle (32). Zpravidla však koeficient korelace neznáme. Pak použijeme vzorce

$$m_F = \sqrt{f_t^2 m_{t_e}^2 + f_\delta^2 m_{\delta_e}^2} \quad (34)$$

a pouze odhadneme meze vlivu možné korelace. Jelikož je maximální korelace pro $r_{t\delta} = \pm 1$, jsou meze m_F dány výrazem

$${}^{a,b}m_F = |f_t m_{te} \pm f_\delta m_{\delta e}|, \quad (35)$$

neboť čtverec výrazu v absolutní hodnotě je roven výrazu pod odmocninou v (32) pro $r_{t\delta} = \pm 1$.

Je-li znám směr pohybu družice v souřadnicích t, δ (na E nebo C), můžeme odhadnout alespoň znaménko jednotkového korelačního koeficientu. Dostaneme tak jednu mez střední chyby ${}^c m_F$, větší nebo menší než m_F :

$${}^c m_F = |f_t m_{te} + \frac{\alpha}{|\alpha|} f_\delta m_{\delta e}|, \quad (36)$$

kde $\alpha = (\delta_a - \delta_b) / (t_a - t_b)$ nebo $\alpha = (t_a - t_b) / (\delta_a - \delta_b)$ a indexy a, b značí dva časy v okolí času převáděné polohy. Druhou mezí střední chyby převedené souřadnice je hodnota m_F . Zpravidla se užije způsobu podle (35).

Střední chyby převedených vzdáleností D_c jsou rovny

$$m_{Dc} = |f_D m_{De}|, \quad (37)$$

kde $f_D = \partial D_c / \partial D_e$ je derivace odvozená obdobně jako aproximace (33) převodem obměňovaných vzdáleností D_{et} . Způsob určování (definice) středních chyb dopplerovských pozorování zatím není ustálen. Proto se nebudeme zabývat ani jejich převodem.

7. Zpřesnění polohy družice

Chyby efemerid UZD dosahují běžně hodnot ve stovkách metrů podél dráhy a v desítkách metrů napříč. Je možné se pokusit o zlepšení polohy družice udané efemeridou na základě samotného převáděného měření hlavně v případě pozorování směrů; pozorování vzdálenosti jen někdy nese dostatečnou informaci pro potřebnou přesnost určení směrů (tab. 2) a pro dopplerovská pozorování není třeba zpřesňovat vysílanou efemeridu (tab. 3).

Z pozorování směrů lze získat přesnější vzdálenost družice D_I , potřebnou k redukci (viz tab. 1), v zásadě dvěma způsoby: zpřesněním polohy ve dráze a zpřesněním (některých) elementů dráhy.

7.1. Zpřesnění polohy ve dráze

Vydeme z předpokladu, že rozměry, tvar i poloha dráhy jsou dosti přesné a že celá chyba je pouze v pravé anomálii; rovněž pozorovaný směr se považuje za přesný. Na dané dráze se pak hledá bod nejbližší k záměrné přímce převáděného pozorování. Pro vzdálenost tohoto bodu od přímky platí

$$\Delta = \{ [(X_I - X_e) y_e - (Y_I - Y_e) x_e]^2 + [(Y_I - Y_e) z_e - (Z_I - Z_e) y_e]^2 + [(Z_I - Z_e) x_e - (X_I - X_e) z_e]^2 \}^{1/2}, \quad (38)$$

kde X_I, Y_I, Z_I jsou efemeridové souřadnice pro čas T_I , X_e, Y_e, Z_e — souřadnice stanice a x_e, y_e, z_e — směrové kosiny (4). Minimální vzdálenost Δ se vyhledá numericky. Podle elementů družice se vypočtou její souřadnice pro časy $T_1 = T_3 - 2\tau$, $T_2 = T_3 - \tau$, $T_3 =$ čas pozorování, $T_4 = T_3 + \tau$ a $T_5 = T_3 + 2\tau$, kde τ je krok času, jehož počáteční hodnota τ_0 se zvolí asi 60 s. Podle (38) se vypočtou vzdálenosti Δ_I pro časy T_I a vyhledá se z nich minimální Δ_k platná pro čas T_k . V algoritmu vyhledání se uplatní postupně podmínky pro ukončení výpočtu (při splnění) nebo pokračování či opakování cyklu (od výpočtu Δ_I)

$$\Delta_k \leq \bar{A} = \frac{dD_{I\max}}{\sqrt{3}}; \quad (39)$$

$$|D_{ek} - \bar{E}| \leq \bar{B} = dD_{I\max}; \quad (40)$$

pro $k = 1$ se pětice časů T_1 až T_5 posune dopředu ($T_i := T_i - \tau$), pro $k = 5$ dozadu ($T_i := T_i + \tau$) a znovu se hledá Δ_k v nové skupině vzdáleností Δ_i ; jinak se půlí interval ($\tau := \frac{\tau}{2}$), přijme $T_3 := \bar{F} := T_k$ a uplatní další kritérium ukončení

$$\tau < \bar{C} = \frac{dD_{i \max}}{V}, \quad (41)$$

při jehož nesplnění cyklus pokračuje od výpočtu nových T_i . Přitom je \bar{E} minulá vzdálenost D_{ek} (vzorec (3)), \bar{F} — čas, T_k pro minulé nejmenší Δ_k a počáteční hodnoty $\bar{E}_0 = 0$, $\bar{F}_0 =$ čas pozorování. $V = \sqrt{GM/r}$ je kruhová rychlost ($GM = 3,986 \cdot 10^5 \text{ km}^3 \text{ s}^{-2}$). Je-li vyhledání minimálního Δ ukončeno splněním podmínky (39) nebo (41), je zlepšená poloha UDZ dána souřadnicemi pro čas T_k , při ukončení podmínkou (40) se ještě vypočte Δ_i pro čas $T_i = (T_k + \bar{F})/2$ a zvolí výsledný čas T_k nebo T_i podle toho, je-li menší Δ_k nebo Δ_i . Kritérium \bar{A} vychází z předpokladu, že když ani vliv největší chyby (složka podél dráhy) neovlivní nebezpečně vzdálenost Δ , platí to tím spíše pro další dvě složky. Kritérium \bar{B} vyjadřuje, že zakřivení dráhy v okolí záměry je vzhledem k stanici dostatečně malé. Kritérium \bar{C} zastavuje výpočet při nepříznivém zvlnění dráhy (kombinace krátkoperiodických poruch). Hodnoty kritérií pro $dD_{i \max} = 16 \text{ m}$ a výšku družice 1000 km jsou $\bar{A} = 9 \text{ m}$, $\bar{B} = 16 \text{ m}$ a $\bar{C} = 0,002 \text{ s}$, čemuž při $\tau_0 = 60 \text{ s}$ odpovídá 15. půlení intervalu. Pět časů τ_i se užívá pro jednoznačnou funkci algoritmu při přesné shodě dvou sousedních Δ_i . Připomeňme, že tento způsob zlepšení polohy UDZ lze použít jen při měření směrů.

7.2. Zpřesnění elementů dráhy

Níže popsaná metoda vychází z metody diferenciálního zpřesňování dráhy tak, jak se běžně používá v dynamické družicové geodézii.

V našem případě však používáme pouze jednoho pozorování — buď směrového, nebo délkového. Naším cílem je

- v případě centrace směrových pozorování zlepšit vzdálenost stanice — družice;
- v případě centrace délek zlepšit topocentrickou polohu družice.

Jelikož je poloha dráhy v daném okamžiku T_0 dána třemi souřadnicemi a k dispozici máme 2 (směry), resp. jedno (délnka) pozorování, musíme se uchýlit k regularizaci nejlépe pomocí dodatečných podmínek. Převedeme-li problém na vyrovnání zprostředkujících pozorování a označíme-li opravy v_i a neznámé dx_j , stanovíme obvyklou podmínku

$$\sum p_i v_i^2 + \sum p_j dx_j^2 = \min. \quad (42)$$

Nyní budeme oba problémy diskutovat odděleně. V případě a) vyjdeme z rovnic pro polohu bodu družice ve dráze

$$\begin{aligned} X &= X_0 + \left. \frac{\partial X}{\partial M} \right|_0 dM + \left. \frac{\partial X}{\partial I} \right|_0 dI = X_e + (D_e + dD_e) \cos t \cos \delta, \\ Y &= Y_0 + \left. \frac{\partial Y}{\partial M} \right|_0 dM + \left. \frac{\partial Y}{\partial I} \right|_0 dI = Y_e + (D_e + dD_e) (-\sin t) \cos \delta, \\ Z &= Z_0 + \left. \frac{\partial Z}{\partial M} \right|_0 dM + \left. \frac{\partial Z}{\partial I} \right|_0 dI = Z_e + (D_e - dD_e) \sin \delta, \end{aligned} \quad (43)$$

X, Y, Z je „opravená“ geocentrická poloha družice v čase T_0 ; X_0, Y_0, Z_0 je „efemeridová“ poloha družice počítaná na základě známých elementů dráhy pro čas T_0 , I je sklon dráhy družice, M je střední anomálie, D_e „efemeridová“ topocentrická vzdálenost, t, δ měřené směry a X_e, Y_e, Z_e jsou souřadnice stanice. Složky vektoru oprav jsou voleny zhruba ve směru podél dráhy (dM), kolmo na rovinu dráhy (dI) a ve směru radiálním (dD_e). (Zde je jistá nedůslednost, protože volíme dD_e topocentrické a ne geocentrické, přesto však dM, dI, dD_e nejsou kolineární.)

Ze (42) a (43) plynou rovnice oprav

$$v_1 = \left. \frac{\partial X}{\partial M} \right|_0 dM + \left. \frac{\partial X}{\partial I} \right|_0 dI - \cos t \cos \delta dD_e + (X_0 - X_e - D_e \cos t \cos \delta),$$

$$v_2 = \left. \frac{\partial Y}{\partial M} \right|_0 dM + \left. \frac{\partial Y}{\partial I} \right|_0 dI + \sin t \cos \delta dD_e + (Y_0 - Y_e + D_e \sin t \cos \delta),$$

$$v_3 = \left. \frac{\partial Z}{\partial M} \right|_0 dM + \left. \frac{\partial Z}{\partial I} \right|_0 dI - \sin \delta dD_e + (Z_0 - Z_e - D_e \sin \delta),$$

$$v_4 = dM,$$

$$v_5 = dI,$$

$$v_6 = dD_e \quad (44)$$

s vahami

$$p_1 = p_2 = p_3 = 1, p_4 = r^2, p_5 = r^2, p_6 = 1,$$

kde r je geocentrická vzdálenost družice. Tyto rovnice vedou obvyklým způsobem k soustavě normálních rovnic; výsledná zlepšená hodnota topocentrické vzdálenosti je

$$D_e^* = D_e + dD_e. \quad (45)$$

V případě b) budeme postupovat obdobně. Místo vztahů (43) uijeme

$$X = X_0 + \left. \frac{\partial X}{\partial a} \right|_0 da = X_e + D_e \cos(t_0 + dt) \cos(\delta_0 + d\delta),$$

$$Y = Y_0 + \left. \frac{\partial Y}{\partial a} \right|_0 da = Y_e + D_e [-\sin(t_0 + dt)] \cos(\delta_0 + d\delta),$$

$$Z = Z_0 + \left. \frac{\partial Z}{\partial a} \right|_0 da = Z_e + D_e \sin(\delta_0 + d\delta), \quad (46)$$

kde a je poloosa dráhy družice. Vektory $dt \cos \delta_0$, $d\delta$, da opět nejsou kolineární, z podmínky (42) a z (46) plynou rovnice oprav

$$v_1 = \left. \frac{\partial X}{\partial a} \right|_0 da + D_e \sin t_0 \cos \delta_0 dt + D_e \cos t_0 \sin \delta_0 d\delta + (X_0 - X_e - D_e \cos t_0 \cos \delta_0),$$

$$v_2 = \left. \frac{\partial Y}{\partial a} \right|_0 da + D_e \cos t_0 \cos \delta_0 dt - D_e \sin t_0 \sin \delta_0 d\delta + (Y_0 - Y_e + D_e \sin t_0 \cos \delta_0),$$

$$v_3 = \left. \frac{\partial Z}{\partial a} \right|_0 da - D_e \cos \delta_0 d\delta + (Z_0 - Z_e - D_e \sin \delta_0),$$

$$v_4 = da,$$

$$v_5 = \cos \delta_0 dt,$$

$$v_6 = d\delta \quad (47)$$

s vahami

$$p_1 = p_2 = p_3 = p_4 = 1, p_5 = p_6 = D_e^2,$$

kde D_e je topocentrická vzdálenost družice. Řešením normálních rovnic získáme opravené

$$\begin{aligned} t^* &= t + dt, \\ \delta^* &= \delta + d\delta. \end{aligned} \quad (48)$$

Při praktické programové realizaci počítáme parciální derivace ve vztazích (44) a (47) numerickým derivováním.

8. Realizace algoritmu převodu na SDB

Popsaný postup převodu (centrací) měření směrů a vzdáleností k UDZ z excentrického stanoviska na spojený družicový bod (SDB) spolu s převodem středních chyb byl realizován na Geodetické observatoři Pecný VÚGTK jako program nazvaný SDB. Nezahrnuje zatím převod dopplerovských měření, který není v ČSSR aktuální a pro který není jasná forma vstupních dat, která by se použila. Modulová výstavba a struktura dat programu SDB umožňuje doplnit také tento převod.

Program byl odladěn na přesných modelech a vyzkoušen na konkrétních výsledcích pozorování. Jeho podrobný popis zahrnující formu vstupu a výstupu i návod k použití a výsledky pokusných výpočtů na modelu bude vydán v edici VÚGTK [5], program samotný je k dispozici na Geodetické observatoři Pecný.

9. Závěry

Teoretický rozbor otázky převodu (centrace) družicových pozorování na spojený družicový bod (SDB) ukázal, že převod fotograficky určených směrů a dopplerovských pozorování (s vysílanými efemeridami) je za uvedených podmínek možný bez ztráty přesnosti i na vzdálenost kolem 100 km, avšak laserový dálkoměr první generace (s přesností měření kolem 1 m) by neměl být vzdálen od SDB více než 1 km, nejvýše pak 10 km, pokud by byly měřeny směry k UDZ. Podmínky pro převod tzv. decimetrových nebo centimetrových laserových dálkoměrů budou úměrně přísnější. Při splnění požadavků na přesnost parametrů převodu nedojde ke ztrátě přesnosti převáděných měření, neboť odvozený postup převodu nepoužívá rozvoje v řady a realizuje přímo odpovídající transformace analytické geometrie; převod středních chyb je ovšem pouhým odhadem. Lze předpokládat, že postup převodu družicových pozorování na spojený družicový bod a připravený program pro počítače řady EC najde použití jak pro výzkumné práce, tak i pro zpracování pozorování konaných podle plánu spolupráce GSSS.

Literatura:

- [1] KARSKÝ, G.: K redukci nabljudenij iskusstvennyh sputnikov Zemli. Bull. Astron. Inst. Czechosl., 24, 1973, č. 4, s. 183–187.
- [2] KARSKÝ, G.: Nová technika kosmické geodézie a naše možnosti. GaKO, 24, 1978, č. 6, s. 138–143.
- [3] LAURILA, S.: Elektronnyje izmerenija i navigacija. Překl. z angl. Moskva, Nedra 1981.
- [4] BÖHM, J. — RADOUCH, V.: Vyrovnávací počet. 2. vyd. Praha, Kartografie 1978.
- [5] KOSTELECKÝ, J. — KARSKÝ, G.: SDB, program pro centraci družicových pozorování. Zprávy a pozorování Geodetické observatoře Pecný č. 12, Zdíby 1986. — Přípravuje se.

Do redakce došlo 18. 7. 1985.

СОДЕРЖАНИЕ

Моравец, Д.: Интерактивные системы в геодезии и картографии	1
Буржита, Л.: Банк картографических данных — соединение отсчетных единиц в базе данных (решение внешних отношений)	10
Новотны, З.: Задача картографических работ в этапе развития автоматизации	22
Ржезник, М. — Схолз, М.: Преобразование графического программного оснащения для чертежного устройства — стола Дигиграф 1208 3,5 Г	26
Бабицки, Т.: Аналитическая орография	39
Брабел, Э.: Безрастровая офсетная печать полутоновых оригиналов — теория и возможности использования в картографическом производстве	53
Чига́к, В.: Применение печатных красок в картографическом производстве	61
Чига́к, В.: Негаллоидносеребряные процессы в картографии	73
Чига́к, В.: Электрографические пигменты, ксерографические краски	82
Карски, Г. — Костелецки, Й.: Соединенный спутниковый пункт	87

INHALT

Moravec, D.: Interaktive Systeme in der Geodäsie und Kartographie	1
Buřita, L.: Kartographische Datenbank — Verkettung von Leseeinheiten in der Datenbasis (Lösung von externen Beziehungen)	10
Novotný, Z.: Rolle der kartographischen Arbeiten in der Etappe der Automatisierung	22
Rezník, M. — Scholz, M.: Aufbereitung der graphischen Software für die Zeichenanlage DIGIGRAF 1208 3,5 G	26
Babický, T.: Analytische Orographie	39
Vrábel, E.: Rasterloser Offsetdruck von Halbtonvorlagen — Theorie und Nutzungsmöglichkeiten in der kartographischen Praxis	53
Čihák, V.: Verwendung von Druckfarben in der kartographischen Produktion	61
Čihák, V.: Halogensilberlose Prozesse in der Kartographie	73
Čihák, V.: Elektrographische Pigmente (Toner-xerographische Farben)	82
Karský, G. — Kostelecký, J.: Gemeinsamer Satellitenpunkt	87