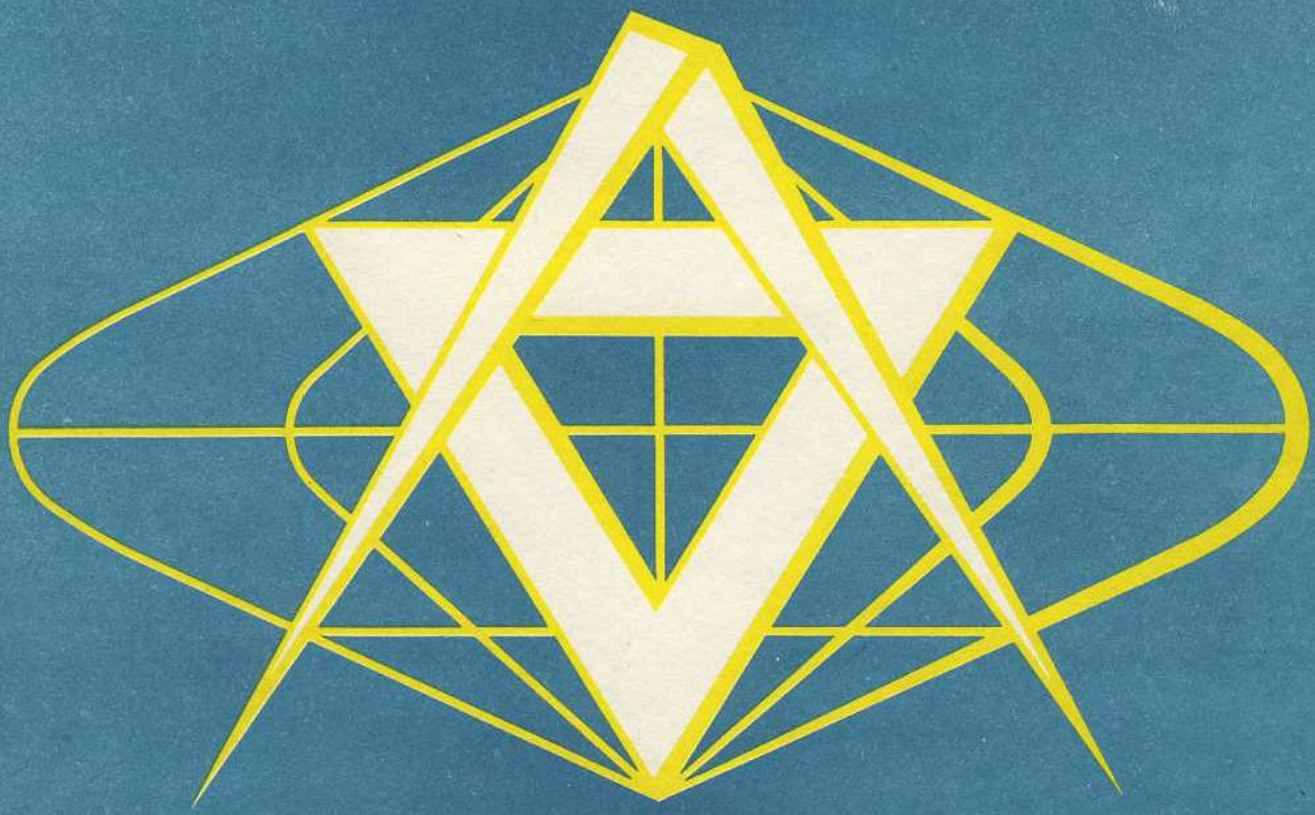
SBORNÍK TOPOGRAFICKÉ SLUŽBY



VOJENSKÝ TOPOGRAFICKÝ OBZOR

ZVLÁŠTNÍ ČÍSLO /88

SBORNÍK TOPOGRAFICKÉ SLUŽBY. Neperiodická publikace vojenskoodborných článků a informací. Vydalo topografické oddělení FMNO. Řídí redakční rada. Odpovědný redaktor: plk. Ing. Zdeněk Karas, CSc., Roosevelt-ova 23, Praha 6. Vytiskl Vojenský zeměpisný ústav Praha.

Neprošlo jazykovou úpravou.

Doc. Ing. František Miklošík, CSc.

ČASOVÁ PODMÍNĚNOST KVALITY A EFEKTIVNOSTI PRÁCE VE VOJENSKÉ KARTOGRAFII

OBSAH

Strana

1. ÚVODNÍ KAPITOLA 5
1.1. Současný stav řešené problematiky 5
1.2. Stanovené cíle 6
1.3. Zvolené metody zpracování 7

2. POJETÍ KVALITY A EFEKTIVNOSTI PRÁCE VE VOJENSKÉ KARTOGRAFII 9

3. MĚŘENÍ UŽITNÉ HODNOTY MAPY 13
3.1. Funkce topografických map a jejich význam 13
3.2. Kritéria k měření užitné hodnoty mapy a jejich význam 14
3.3. Měření a hodnocení úrovně splnění kritérií 15
3.4. Kvantitativní vyjádření individuální užitné hodnoty mapy 17
3.5. Kvantitativní vyjádření společenské užitné hodnoty mapy 19

4. ZMĚNY UŽITNÉ HODNOTY MAP 22
4.1. Příčiny a charakter změn užitné hodnoty map 22
4.1.1. Změny zobrazovaného území 22
4.1.2. Změny potřeb a užití topografických map 23
4.1.3. Změny užitné hodnoty map vyvolané činností kartografů 24
4.2. Časový průběh změn užitné hodnoty map 25
4.2.1. Všeobecná charakteristika časového průběhu změn užitné hodnoty map 25
4.2.2. Zákonitosti stárnutí obsahu mapy 26
4.2.3. Vliv zastarání obsahu mapy na její užitnou hodnotu 26
4.2.4. Časový průběh změn užitné hodnoty mapového díla 28
4.3. Vliv úrovně splnění jednotlivých kritérií na užitnou hodnotu map 28
4.3.1. Vliv změny obsahu mapy 29
4.3.2. Vliv změny přesnosti zobrazení obsahu mapy 29
4.3.3. Vliv změny aktuálnosti obsahu mapy 32
4.3.4. Vliv změny významu území zobrazeného v mapě 33
4.3.5. Vliv změny kvality technického zpracování mapy 33
4.3.6. Vliv změny estetické úrovně mapy 33
4.4. Analýza možností zvýšení užitné hodnoty topografických map 33
4.5. Analýza možností zvýšení aktuálnosti obsahu map 35
4.5.1. Možné způsoby hodnocení aktuálnosti obsahu map 35
4.5.2. Zvýšení aktuálnosti obsahu map zkrácením periody jejich obnovy 36
4.5.3. Zvýšení aktuálnosti obsahu map zkrácením doby trvání výrobního cyklu 38
4.5.4. Zvýšení aktuálnosti obsahu map prodloužením doby mezního zastarání jejich obsahu 38
4.5.5. Porovnání způsobů zvyšování aktuálnosti obsahu map 39
4.5.5.1. Porovnání vlivu zkrácení periody obnovy a doby trvání výrobního cyklu 39
4.5.5.2. Porovnání vlivu zkrácení periody obnovy a prodloužení doby mezního zastarání obsahu map 40
4.5.5.3. Porovnání vlivu zkrácení doby trvání výrobního cyklu a prodloužení doby mezního zastarání obsahu map 40
4.5.6. Shrnutí výsledků analýzy možností zvýšení aktuálnosti obsahu map 40

5. ANALÝZA MOŽNOSTÍ ZKRÁCENÍ VÝROBNÍHO CYKLU 42
5.1. Základní struktura výrobního cyklu 42
5.2. Využití poznatků teorie hromadné obsluhy 42
5.3. Možnosti plánování a řízení kartografických prací 45

6. **PODMÍNKY RŮSTU KVALITY A EFEKTIVNOSTI PRÁCE VE VOJENSKÉ KARTOGRAFII** 46
6.1. Podmínky růstu kvality práce 46
6.2. Podmínky růstu efektivnosti práce 47

7. **HLAVNÍ VÝSLEDKY A ZÁVĚRY PRO JEJICH VYUŽITÍ** 50

8. **POUŽITÁ LITERATURA** 51

9. **RESUMÉ** v ruštině 53

10. **RESUMÉ** v němčině 61

1. ÚVODNÍ KAPITOLA

V souvislosti s posilováním intenzifikačních faktorů v celém národním hospodářství a jeho nutným přechodem na vyšší efektivnost je stále častěji zdůrazňován význam faktoru času. Více pozornosti je mu věnováno jak v teoretických studiích, viz např. [19], [24], [47], [55] a [56], tak při realizaci národohospodářských záměrů. Z tohoto celkového posunu v náhledech na způsoby a cesty efektivního vytváření užitných hodnot uspokojujících konkrétní potřeby není pochopitelně vyjmuta ani vojenská kartografie. Zde navíc má požadavek respektování faktoru času některá specifika, která jeho význam ještě více zdůrazňují.

Požadavek důsledného respektování časových souvislostí má všeobecnou platnost. Ve vojenství se však projevuje zvlášť naléhavě, což nutně poznamenává též obsah i způsoby zpracování vojenských map.

Vlastní poznatky a zkušenosti, publikované zejména v [30], [33], [36], [37] a [38], potvrdily, že k vypracování uceleného systému tvorby a obnovy map, který by respektoval všechny podstatné časové souvislosti, nelze dospět pouhou aplikací současných poznatků vědního oboru kartografie. Z toho vyplynula potřeba jeho dalšího rozvoje a rozšíření.

Vypracovaná studie o časové podmíněnosti kvality a efektivnosti práce ve vojenské kartografii je pokusem podat alespoň nástin možného dalšího směru rozvoje vědního oboru kartografie, zejména na styku s některými vědními disciplínami teorie řízení. Oprávněnost a užitečnost tohoto zaměření studie je prokázána teoretickým vyřešením některých základních problémů obnovy topografických map, která je aktuálním úkolem soudobé vojenské kartografie.

Studie byla zpracována na VAAZ v Brně a zahrnuje podstatné části zpracované doktorské disertace.

1.1. Současný stav řešené problematiky

Ve vztahu k řešené problematice se převážná část vědeckých pojednání z oboru kartografie z posledních deseti až dvaceti let týká buď přímo nebo nepřímo především otázek zvyšování kvality kartografické tvorby. Příznivě se v tomto směru projevují zejména práce zabývající se kartografickou generalizací ([21], [25], [51]), kartografickými způsoby znázorňování objektů a jevů v mapách ([1], [42]), kartografickou komunikací informace ([3], [7], [16]), aplikací teorie systémů při vymezování struktury map i celého vědního oboru kartografie ([23], [45]). V poslední době je věnováno značné úsilí zejména teoretickému zdůvodnění a dalšímu rozvíjení poznávacích funkcí kartografie ([1], [44], [45]).

Poněkud stranou dosavadního vědeckého výzkumu v kartografii zůstávají problémy hodnocení efektivnosti tvorby a užití map i hodnocení očekávané efektivnosti různých směrů výzkumu. V důsledku toho je i vliv získaných vědeckých poznatků na skutečné zlepšování kvality a efektivnosti tvorby a obnovy map nižší, než by odpovídalo skutečně vynaloženému úsilí.

Všeobecně je již přijato základní pojetí map jako časově prostorových a nejen prostorových modelů, viz např. [1], [23], [44] a [58]. Závažné důsledky, které z toho vyplývají pro řešení všech stránek tvorby a užití map, však nejsou dosud náležitě zpracovány.

V nedostatečném teoretickém zvládnutí časového hlediska v kartografii patrně spočívá též jedna z hlavních příčin, proč se v celosvětovém měřítku nedaří uspokojivě vyřešit a teoreticky zdůvodnit optimální systém obnovy dosud vytvořených mapových děl, viz např. přehled v [58], str. 292 až 293. Podle výsledků vlastního výzkumu, publikovaných zejména v [30], [33], [36], [37] a [38], může studium časových souvislostí významně pomoci při řešení nejen problematiky obnovy map, ale přispět též k celkovému rozvoji teorie a praxe kartografie.

Otázkám hodnocení a zabezpečení kvality, resp. jakosti map je věnována v poslední době u nás i v zahraničí stále větší pozornost. Již na semináři ČSVTS v Bratislavě v roce 1980, věnovaném problematice řízení kartografického výrobního procesu, byly kromě jiného podrobně posouzeny rovněž otázky kvality kartografické výroby. V následujících letech se pak tato problematika objevovala stále častěji na pořadu jednání odborných seminářů a konferencí, viz např. [11], [18], [27], [40] a [49].

Časové hledisko však v nich náležitě zvažováno nebylo, čemuž odpovídá i pojetí dosud platných směrnic a pokynů pro hodnocení kvality, resp. jakosti kartografických výrobků, viz např. [41], [46] a [48].

Široká diskuse k otázkám zlepšení kvality a užitné hodnoty map byla rozvinuta též na stránkách odborných časopisů v zahraničí, zejména v NDR.

CLAUSS v [6] analyzuje výsledky pokusů hodnocení užitné hodnoty tematických map. Dochází k závěru, že „dosud chybějí jak určité vědecké základy pro výběr kritérií, která by odpovídala požadovaným užitným vlastnostem mapy, tak nezbytné vědecké zdůvodnění postupu hodnocení úrovně jejich splnění".

DEUMLICH v [9] upozorňuje na to, že „ekonomická výhodnost výsledků práce v kartografii se prokazuje mnohem obtížněji než u jiného průmyslového zboží. Většina produkce slouží státním a hospodářským orgánům a organizacím a ne soukromým osobám". Tyto skutečnosti a chybějící ekonomické zdůvodnění kvality ztěžují ve svých důsledcích též hodnocení efektivnosti práce v kartografii. Zde je významný zejména požadavek ekonomického zdůvodnění kvality map.

Pro studium časové podmíněnosti kvality map jsou významné poznatky, na něž upozorňuje MERKEL v [27]. Podle něj i podle tvrzení řady dalších autorů základem výrobků a výkonů v kartografii jsou informace. Proto by mapy všeho druhu měly vykazovat vysoký stupeň aktuálnosti zobrazených objektů a jevů, vztažené např. k časovému úseku mezi získáním nutných výchozích podkladů a zpracováním mapy.

Poznatky citovaných autorů vesměs potvrzují, že úroveň kvality a užitné hodnoty map nespočívá pouze v nich samotných, ale že je vymezena především konkrétními potřebami a požadavky uživatelů. Toto zjištění je velmi závažné, tím spíše, že podle tvrzení TOMSE v [55] rovněž pokrok v efektivnosti práce předpokládá především podstatný pokrok v teoretickém zdůvodnění a měření užitné hodnoty.

Podle [56] je to právě absence specifických ukazatelů užitečných efektů zkoumaných výrobků, která se stává důležitou překážkou prosazování technického pokroku, snižování společenských nákladů, racionalizace cenové soustavy i výběru efektivních variant navrhovaných projektových řešení. Při jejich stanovování však nelze spoléhat pouze na ekonomickou teorii.

Při zkoumání a vytváření systému hodnocení kvality a efektivnosti tvorby a obnovy map je účast kartografů nezbytná a rozhodující. Je však nutné přitom plně respektovat i potřeby druhé stránky tvorby a obnovy map, tj. jejich užití. Vhodným a účinným prostředkem takového komplexního zkoumání je hodnotová analýza, která je v posledních letech intenzívně rozvíjená a využívaná k řešení podobných problémů v různých oborech, viz např. [59] a [60]. Své uplatnění nalézá též v kartografii, jak potvrzuje obsah publikací [11], [38] a [40].

Složité problémy, které zejména v souvislosti s realizací projektů automatizace vznikají, zvýrazňují nutnost řešit teoretické i praktické problémy dalšího rozvoje kartografie v dialektické jednotě stránky vědeckotechnické i stránky vědeckého řízení ([20], [30], [31], [38]). Tento důležitý poznatek, který je kartografickou praxí denně potvrzován, bylo nutné při řešení daného složitého a společensky významného problému plně respektovat.

1.2. Stanovené cíle

Základním cílem studie je analyzovat časovou podmíněnost kvality a efektivnosti práce ve vojenské kartografii. Na základě získaných poznatků vypracovat a zdůvodnit nezbytná teoretická východiska a navrhnout reálná opatření k výraznějšímu zvýšení kvality a efektivnosti tvorby a obnovy vojenských map. Zvláštní pozornost přitom věnovat zejména možnostem zvýšení užitné hodnoty obnovovaných topografických map měřítkové řady 1 : 25 000 až 1 : 200 000 a takovým druhům opatření, která nezvyšují nebo jenom nevýrazně zvyšují spotřebu zdrojů.

Podle požadavků tohoto základního cíle je nutné připravit a provést vhodně orientovaná šetření a zpracovat potřebné analytické a syntetické studie, které zabezpečí jeho postupné splnění. Vzhledem k charakteru a rozsahu dané problematiky i k současnému stavu jejího řešení jsou dílčí postupné cíle stanoveny takto:

a) vymezit a zdůvodnit takové pojetí kvality a efektivnosti práce, které odpovídá celospolečenským potřebám i metodám a podmínkám práce ve vojenské kartografii, a může proto příznivě ovlivnit nejen uspokojování společenských potřeb, ale též další rozvoj vědního oboru kartografie;

b) vypracovat a teoreticky zdůvodnit vhodný postup měření užitné hodnoty, resp. uživatelsky orientované kvality map, který by umožňoval dostatečně spolehlivě sledovat též její časovou podmíněnost;

c) analyzovat změny užitné hodnoty map, jejich příčiny i časový průběh a posoudit reálné možnosti

výraznějšího zvýšení užitné hodnoty topografických map měřítkové řady 1 : 25 000 až 1 : 200 000;

d) analyzovat faktory a takové možnosti zvýšení užitné hodnoty topografických map, které nepředpokládají výraznější zvýšení spotřeby zdrojů, a navrhnout v tomto směru reálná technicko-organizační opatření realizovatelná v podmínkách topografické služby ČSLA;

e) formulovat obecné podmínky růstu kvality a efektivnosti práce v kartografii a na jejím podkladě analyzovat a ekonomicky zdůvodnit efektivnost základních opatření směřujících ke zvýšení kvality obnovy topografických map celé měřítkové řady v podmínkách topografické služby ČSLA;

f) s využitím dosažených výsledků formulovat závěry a doporučení pro realizaci v praxi a pro další rozvoj vědního oboru kartografie.

Podrobnějším studiem pojmů kvalita a efektivnost práce ve vojenské kartografii je nutné se zabývat proto, že se v teorii i praxi vyskytuje jejich různé chápání i různé formální vyjádření. Jsou používány např. jako pojmy nebo výrazy ekonomické teorie a praxe, jako pojmy teorie bojové efektivnosti, jako kritéria v hodnotové analýze atd. I když vycházejí ze společného základu, jejich obsah i formální vyjádření jsou poznamenány zvláštnostmi aplikačních oblastí i sledovanými cíli hodnocení.

Analýza změn užitné hodnoty map má poskytnout rozhodující poznatky k úspěšnému splnění hlavního cíle zadání. Dosud publikované dílčí poznatky k této problematice nedostatečně a často i nesprávně vysvětlují nejdůležitější objektivní i subjektivní vlivy, které se zde uplatňují. Vzhledem k stanoveným základním cílům disertace je třeba konkrétní závěry z této analýzy formulovat především pro potřeby zkvalitnění tvorby a obnovy topografických map měřítkové řady 1 : 25 000 až 1 : 200 000.

Na základě formulovaných obecných podmínek růstu kvality a efektivnosti práce v kartografii podrobně analyzovat zejména efektivnost zkracování periody obnovy, efektivnost zkracování doby trvání výrobního cyklu a efektivnost zvyšování přesnosti zobrazení polohopisu při obnově topografických map. Podle výsledků této analýzy se pokusit o ekonomické zdůvodnění růstu kvality obnovy topografických map. Tím prokázat praktický význam i konkrétní ekonomický přínos zpracované studie.

1.3. Zvolené metody zpracování

Úkoly zadání je nutné řešit kombinací různých metod a postupů analytické i syntetické povahy, rozvíjených jak technickými, tak společenskými vědami. Tento základní přístup vyplývá z povahy daného tématu, jeho rozsahu i současného stavu jeho řešení a činí zpracování daného tématu zvlášť obtížným.

Při zpracování jednotlivých částí studie jsou v různé míře využívány zejména tyto metody a postupy tvůrčí vědecké práce:

- srovnávací analýza;
- korelační, regresní a faktorová analýza;
- interpretační analýza;
- matematická analýza;
- hodnotová analýza;
- teorie systémů;
- teorie bojové efektivnosti;
- teorie rozhodování;
- metody operačního výzkumu a modelování;
- metody síťového a bilančního plánování;
- metody matematického programování;
- metody matematické statistiky;
- rozborové metody;
- prognostické metody;
- metody dotazníkových šetření;
- metody expertních hodnocení a kvalifikovaných odhadů.

Významnou metodickou oporu při zpracování daného tématu jako celku poskytly především dostupné publikace o hodnotové analýze, která je v posledních letech intenzívně rozvíjena a úspěšně využívána v různých oborech ve všech vyspělých státech.

Hodnotová analýza představuje dnes účelně sestavený soubor metod a postupů, kterými lze významně přispět ke zvýšení efektivnosti práce vynakládané ve všech fázích reprodukčního procesu. Svojí povahou se řadí k nástrojům intenzifikační povahy. Základním a charakteristickým prvkem metodického přístupu hodnotové analýzy je tzv. funkční princip.

„Na základě funkčního principu je objekt zdokonalování či nové tvorby chápán ne ve své konkrétní podobě struktury prvků, ale jako soubor funkcí, které plní nebo by měl plnit" [59], str. 17. Funkce objektu je přitom vysvětlována jako vztah mezi společenskou potřebou a vlastnostmi tohoto objektu. Konkrétně se funkce projevuje jako účelové zaměření činnosti nebo vymezené chování objektu. V této myšlenkové rovině se pak v tvůrčí, syntetické fázi uplatnění funkčního principu hledají způsoby (jiné objekty), jak tento soubor funkcí zajistit co nejefektivněji. V tomto smyslu metody hodnotové analýzy plně odpovídají charakteru řešené problematiky.

Funkci objektu hodnotové analýzy nelze zkoumat samu o sobě, ale vždy ve vztahu k jeho okolí. Funkčnost neboli užitečnost je přitom tvořena funkčním působením všech vlastností objektu. Jako objektivní jev plynoucí z objektivní proměnlivosti chápání užitné hodnoty měří se funkčnost ve stupních splnění všech funkcí objektu.

Funkční princip dovoluje využít hodnotovou analýzu všude tam, kde lze zajistit funkci (funkce) účelné lidské činnosti (nebo jejích výsledků), která je realizovatelná více než jedním způsobem. Práce v kartografii tuto podmínku splňují.

Vedle hodnotové analýzy (a často právě v rámci ní) jsou využívány též všechny další, již zmíněné metody a postupy tvůrčí vědecké práce. Vzhledem k rozsahu řešené problematiky i různorodosti použitých metod je jejich podrobnější popis a zdůvodnění uváděno postupně v jednotlivých statích, vždy v souvislosti s konkrétním řešením dílčích úkolů zadání. Tento způsob zpracování celé studie se jevil jako nejvýhodnější a lze předpokládat, že bude přijatelný i pro čtenáře.

2. POJETÍ KVALITY A EFEKTIVNOSTI PRÁCE VE VOJENSKÉ KARTOGRAFII

Ke splnění stanovených cílů je nejdříve nutné objasnit a vymezit základní pojmy, kterými jsou zejména pojmy kvalita a efektivnost práce a další výrazy a pojmy bezprostředně s nimi související.

Pojmy kvalita a efektivnost se používají při hodnocení lidské činnosti a jejích výsledků v různých oborech, a tedy i ve vojenství. Vyskytují se proto jako pojmy nebo výrazy ekonomické teorie a praxe, jako pojmy teorie bojové efektivnosti, jako kritéria v hodnotové analýze atd. I když vycházejí ze společného základu, jejich obsah i formální vyjádření jsou poznamenány zvláštnostmi aplikačních oblastí i sledovanými cíli hodnocení.

„Objektivní kritérium efektivnosti společenské výroby za socialismu zahrnuje dva základní aspekty:

1. společenskou užitnost produkce (stupeň uspokojování potřeb), která je podmíněna stupněm účelnosti výroby a úrovní kvality jednotlivých výrobků;

2. hospodárnost, která vyjadřuje jednak vztah mezi objemem produkce a úhrnnými náklady společenské práce (tzv. souhrnná hospodárnost) . . ." [56], str. 1263.

Cílem celospolečenského reprodukčního procesu je především vytváření souboru užitných hodnot zabezpečujících uspokojování potřeb všech členů společnosti. Z celospolečenského hlediska je tedy cíle výroby dosaženo vyrobením užitných hodnot přecházejících do sféry spotřeby. Z toho také vyplývá společenské uznání vyrobených výrobků jako společenských užitných hodnot neboli užitných hodnot pro jiné.

Z hlediska zbožně peněžních vztahů, do nichž jsou výrobní podniky zapojeny, není účelu výroby dosaženo prostou výrobou užitných hodnot, ale výrobou hodnot. Vyplývá to z toho, že užitná hodnota se realizuje až ve spotřebě, zatímco hodnota se realizuje ve směně. To znamená, že individuální, podniková efektivnost E_1 je v podmínkách zbožní výroby vyjádřena vztahem

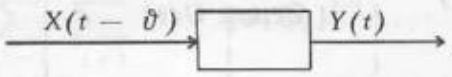
$$E_1 = \frac{\text{tržby}}{\text{náklady individuální}}. \tag{2.1}$$

Tržby vyjádřené v cenách založených na společenské hodnotě produkce se podle [15], str. 33, rovnají společenským nákladům. Z toho vyplývá, že pro vyjádření podnikové efektivnosti, využívající cen jako vnějších parametrů efektivnosti, lze rovněž psát vztah

$$E_1 = \frac{\text{náklady společenské}}{\text{náklady individuální}}. \tag{2.2}$$

Uvedená podniková efektivnost je zakotvena v síti distribučních vztahů a tím plní svoji stimulativní úlohu. Zároveň je však zřejmé, že určitá suma hodnot může být podložena velmi různorodou strukturou užitných hodnot, výrobků. Tím může vznikat rozpor mezi společenským cílem a „hodnotovým" cílem podniku, rozpor mezi účelností výroby zaměřené na uspokojování potřeb a mezi její samoúčelností, který je vlastně rozporem mezi užitnou hodnotou a hodnotou. Za socialismu je rámcem řešení tohoto rozporu především závaznost celospolečenských plánů, kterými je usměrňován reprodukční proces včetně hodnotových vztahů.

Reprodukční proces jako celek i každá jeho část probíhají v čase. Proto posuzování efektivnosti systému může být do značné míry ovlivněno též časovým rozpětím mezi vstupem a výstupem, což lze graficky vyjádřit takto:



Při měření absolutní úrovně efektivnosti práce by časový posun ϑ mezi vstupem X a výstupem Y měl být respektován a efektivnost E_2 určována jako poměr

$$E_2 = \frac{Y(t)}{X(t - \vartheta)}. \tag{2.3}$$

V praktických případech však takovýto postup přináší značné komplikace. Proto např. na podnikové úrovni se k časovému rozpětí zpravidla nepřihlíží. Je totiž u různých výrobků různé podle jejich výrobního cyklu, který často nebývá ani jednotlivě, ani co do nějakého celkového průměru sledován. Proto se při hodnocení efektivnosti zjednodušeně porovnává vstup a výstup za totéž období, což může v některých případech značně zkreslovat výsledek.

Základní a nesporný přínos hodnotové analýzy spočívá v tom, že chápe efektivnost komplexně jako jednotu účinnosti a účelnosti hodnoceného objektu.

Účinnost ($\acute{U}$) je zde chápána — v podstatě shodně s obecným chápáním tohoto pojmu — jako schopnost objektu (systému) transformovat zdroje (A — akce) ve výsledky (R — reakce) podle vztahu

$$\acute{U} = \frac{R}{A} \stackrel{!}{=} \max. \tag{2.4}$$

Účelnost není v tomto vztahu explicitně vyjádřena. Při hodnotové analýze je účelnost respektována v podobě úsilí řešitele dosáhnout takového výsledku, aby reakce systému uspokojovaly požadovanou společenskou potřebu s minimální spotřebou zdrojů, resp. aby při daných zdrojích byla zabezpečena maximální užitná hodnota (funkčnost) výsledku. Úroveň splnění tohoto cíle je při hodnotové analýze posuzována pomocí ukazatele poměrné efektivní hodnoty (PEH), který je dán vztahem

$$PEH = \frac{{}^{o}F}{S(Q)} \stackrel{!}{=} \max., \tag{2.5}$$

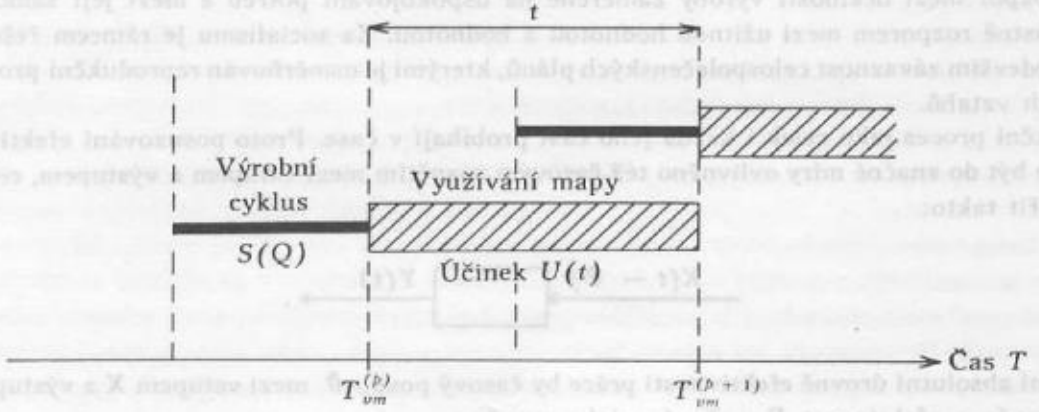
kde značí:

${}^{o}F$ — úroveň splnění všech funkcí objektu neboli kvantifikovanou velikost užitné hodnoty výsledku,

$S(Q)$ — celkové náklady (spotřebu zdrojů) na zabezpečení všech funkcí.

V této souvislosti je vhodné rovněž uvést, že pojetí funkčnosti výrobků uplatňované v hodnotové analýze není v rozporu s pojetím jakosti v ČSN 01 0101, kde se uvádí, že jakost je „souhrn vlastností vyjadřující způsobilost výrobku plnit funkce, pro které je určený".

Základní pojetí efektivnosti práce jako podílu účinků a nákladů podle vztahu (2.5) je nutné respektovat i v kartografii. Avšak představa o mapách jako časově prostorových (a ne pouze prostorových) modelech, která je v kartografii stále více přijímána, viz např. [44] nebo [23], má pro posuzování efektivnosti práce v kartografii významné důsledky. Užitečným účinkem pro uživatele se totiž může projevit jenom taková kvalitativní úroveň mapy, která odpovídá době, v níž bude mapa skutečně využívána. Je to časový interval $\langle T_{vm}^{(p)}, T_{vm}^{(p+1)} \rangle$ od vydání mapy po skutečný termín její aktualizace nebo obnovy (obr. 2.1).



Obr. 2.1. Vztah období čerpání zdrojů $S(Q)$ a skutečných účinků $U(t)$ výsledků práce v kartografii

Pro posuzování efektivnosti E_v možných (navrhovaných) variant zpracování uvedeného druhu mapy lze použít vztah

$$E_v = \frac{\bar{U}(t)}{S(Q)} \stackrel{!}{=} \max., \tag{2.6}$$

kde značí:

$\bar{U}(t)$ — průměrnou úroveň užitné hodnoty mapy v době jejího předpokládaného (plánovaného) využívání,

$S(Q)$ — spotřebu zdrojů (náklady) při zpracování mapy; pochopitelně se předpokládá, že platí $S(Q) \neq 0$.

V uvedeném vztahu pro výpočet efektivnosti E_v jsou porovnávány účinky $\bar{U}(t)$ za jiné období, než jsou čerpány náklady $S(Q)$, což je určitá obdoba vztahu (2.3). Graficky je tato závislost znázorněna na obr. 2.1.

Bude-li uvažována tvorba mapového díla jako celku, zahrnujícího mapy různých měřítek, lze efektivnost E_{vd} možných variant jeho zpracování posuzovat pomocí vztahu

$$E_{vd} = \frac{\sum_{i=1}^{D} \sum_{j=1}^{N^{(i)}} [\bar{U}(t)]^{(ij)}}{\sum_{i=1}^{D} \sum_{j=1}^{N^{(i)}} [S(Q)]^{(ij)}} \stackrel{!}{=} \max., \tag{2.7}$$

kde značí:

D — počet měřítek uvažovaného mapového díla,

$N^{(i)}$ — počet mapových listů i-tého měřítka,

(ij) — index j-té mapy i-tého měřítka.

Vedle tvorby nových map a mapových děl je aktuálním problémem naší kartografie zvládnout náročné teoretické i praktické problémy aktualizace a obnovy map a mapových děl, která byla pro naše území dosud vytvořena. Jejím cílem je především zajistit potřebný soulad obsahu map se skutečným stavem v terénu. Přirozeným požadavkem při zabezpečování těchto prací je dosáhnout maximálního zlepšení užitné hodnoty mapového díla jako celku s minimálními náklady a tím náležitě zhodnotit minulou práci, která byla do jejich původní tvorby a výroby vložena.

V metodice národohospodářského a podnikového plánování se vychází z pětiletých a ročních prováděcích plánů. V rámci těchto časových období se plánují též příslušné kartografické práce, jejich struktura, rozsah i čerpání zdrojů. K zajištění maximální efektivnosti využití zdrojů E_{vq}, které jsou pro tvorbu a obnovu mapového díla k dispozici, je třeba při plánování splnit podmínku danou vztahem

$$E_{vq} = \frac{\sum_{i=1}^{D} \sum_{j=1}^{N^{(i)}} [U(T) - U(T_0)]^{(ij)}}{\sum_{i=1}^{D} \sum_{j=1}^{N^{(i)}} [S(Q)]^{(ij)}} \stackrel{!}{=} \max., \tag{2.8}$$

kde značí:

$U(T)$ — užitnou hodnotu mapy na konci plánovacího období,

$U(T_0)$ — užitnou hodnotu mapy na začátku plánovacího období.

Do výpočtu efektivnosti plánu podle vztahu (2.8) je nutné zahrnout změnu užitné hodnoty všech map uvažovaného mapového díla (mapových děl), i když nebudou v daném plánovacím období obnovovány

nebo jinak upravovány. Je to také jeden z důsledků uvažování map jako časově prostorových a nejen prostorových modelů.

Ve smyslu tohoto pojetí se systém uvažování kartografie rozšiřuje a do jisté míry se i přesouvá jádro řešení mnoha aktuálních problémů více do oblasti věd přírodních a společenských a zvláště výrazně do oblasti vědeckého řízení.

Pojetí kvality map v dosavadních normách a předpisech vyjadřuje především topologickou stránku jejich obsahu a provedení. Nedostatečně postihuje skutečnost, že mapy musí sloužit jako časově prostorové (a ne pouze prostorové) modely zobrazovaného území. Aktualizace a obnova map je v platných normách a předpisech vyjádřena většinou jen povšechně a nezávazně, což nepříznivě ovlivňuje skutečnou užitnou hodnotu map i celkovou efektivnost práce.

Z obou aspektů efektivnosti práce, tj. nákladů a efektů, je v kartografii zatím dosahováno výrazně spolehlivějších výsledků při měření nákladů. Měření užitné hodnoty map není dosud uspokojivě zvládnuto a chybí i její základní teoretické zdůvodnění. Proto je těmto otázkám věnována následující stať.

3. MĚŘENÍ UŽITNÉ HODNOTY MAPY

Z podstaty užitné hodnoty jako schopnosti uspokojovat společenskou potřebu vyplývá, že měřítkem či mírou užitných hodnot mohou být pouze společenské potřeby a pouze z nich lze odvozovat míru jejich užitečnosti. Míra užitné hodnoty mapy tedy nespočívá v práci, která je v ní zpředmětněna, nýbrž pochází z její povahy jako užitné hodnoty pro jiné. „Na rozdíl od přírodně technického přístupu jsou to společenské potřeby, které určují a definují užitné hodnoty na množině výrobků, a nikoliv obráceně." [55], str. 137.

Většina výrobků, včetně map, se vyznačuje širokým okruhem užitných vlastností. Podle toho, které z nich se v realitě využívají, může mít i mapa několik užitných hodnot. Toto rozlišení mezi užitnou hodnotou a samotným objektem (věcí) má fundamentální význam pro teorii měření užitné hodnoty. Při hmotně substrátovém pojetí užitné hodnoty mapy, odvozené pouze z ní samotné, by vlastně nebylo ani možné překonat při měření její značnou rozměrovou heterogennost.

Společenská a historicky proměnlivá povaha míry užitné hodnoty však znamená, že výsledky měření musí být vztaženy nejen na danou mapu (daný soubor map), ale vždy zároveň též na daný okruh uživatelů a jejich konkrétní potřeby v daném čase.

3.1. Funkce topografických map a jejich význam

Vlastní analýzou, ověřenou a doplněnou odbornou rozpravou, jsem dospěl k závěru, že ke studiu vlivu činitele času na kvalitu a efektivnost tvorby a obnovy topografických map je účelné všechny užitné vlastnosti topografických map zobecnit do šesti základních funkcí. Jsou to:

- informační funkce;
- funkce modelu ke studiu vztahů a souvislostí objektů a jevů zobrazených v mapě;
- funkce podkladu k plánování a projektování;
- funkce nástroje (technického prostředku) řízení a velení;
- ilustrační funkce;
- funkce kartografického podkladu.

Uvedené formulace funkcí topografické mapy je nutné dále upravit podle zásady strohosti, která požaduje, aby každá funkce byla definována co nejstručněji. Podle [59], str. 58, se doporučuje vyjádřit každou funkci buď jen slovesem v 3. osobě přítomného času, nebo slovesem a podstatným jménem. Tím lze podle zkušeností ověřených praxí hodnotové analýzy významně přispět k dokonalému poznání a pochopení skutečné podstaty analyzovaného objektu.

S ohledem na tato doporučení lze dospět k závěru, že topografická mapa:

1. poskytuje informace (informuje);
2. umožňuje studovat vztahy;
3. umožňuje plánovat (projektovat);
4. umožňuje (usnadňuje) řízení;
5. ilustruje sdělování;
6. je kartografickým podkladem.

Analýza funkcí topografických map poskytuje zajímavý a významný poznatek. Potvrzuje totiž, že užití topografických map je mnohem širší, než lze bezprostředně odvodit z jejich dosud všeobecně uznávané informační a poznávací funkce. Potvrzuje skutečnost, kterou nelze v teorii kartografie zanedbávat, a to, že lidé (uživatelé) pomocí map svět kolem sebe nejen poznávají, ale snaží se jej ve svůj prospěch též měnit.

Kvantifikace významu funkcí byla provedena dvěma způsoby nezávislých šetření u uživatelů a tvůrců topografických map:

a) párovým porovnáním významu funkcí;
b) přímým odhadem v dané klasifikační stupnici.

Hodnocení významu funkcí provedlo oběma způsoby 25 respondentů různého odborného zaměření. V tab. 3.1 jsou uvedeny průměrné hodnoty z obou těchto výsledků. Transformovány jsou tak, aby součet vah pro jednotlivá měřítka map byl roven jedné.

I když jsou tyto výsledky získány pouze z omezeného souboru šetření, dosti zřetelně ukazují na diferencovanost užití topografických map jednotlivých měřítek ve smyslu uvedených funkcí. To nutně

Význam (váhy) funkcí topografických map

Tabulka 3.1

Funkce mapy		Váha funkce topografické mapy			
		1 : 25 000	1 : 50 000	1 : 100 000	1 : 200 000
1	Poskytuje informace	0,188	0,178	0,169	0,163
2	Umožňuje studovat vztahy	0,179	0,185	0,156	0,153
3	Umožňuje plánovat	0,171	0,169	0,167	0,160
4	Umožňuje řízení	0,130	0,161	0,194	0,195
5	Ilustruje sdělování	0,134	0,136	0,163	0,192
6	Je kartografickým podkladem	0,198	0,171	0,151	0,137
$\sum$		1,000	1,000	1,000	1,000

poznamenává i přístupy k jejich tvorbě a obnově. Rozdíly vah jednotlivých funkcí však nejsou u žádného měřítka map příliš výrazné. Je to patrně způsobeno širokým okruhem uživatelů těchto map, jejich univerzální využitelností a také vlastním záměrem definovat pouze základní funkce mapy, a to co nejobecněji a z hlediska jejich významu vyváženě.

3.2. Kritéria k měření užitné hodnoty mapy a jejich význam

Definované funkce topografických map jsou celkově málo přístupné přímému měření. Proto bylo nutné definovat soubor takových funkčně podmíněných kvalitativních vlastností mapy (kritérií), které tuto podmínku lépe splňují. Podrobnou analýzou způsobu využívání topografických map v soudobé teorii a praxi vojenství i struktury kvalitativních ukazatelů map v existujících normách a předpisech bylo potvrzeno, že schopnost topografických map plnit definované funkce je podmíněna především:

1. obsahem mapy;
2. přesností zobrazení objektů a jevů v mapě;
3. aktuálností obsahu mapy (souladem obsahu mapy s terénem);
4. významem území zobrazeného v mapě pro uživatele;
5. kvalitou technického zpracování mapy;
6. estetickou úrovní mapy.

Definovaná kritéria mají pro měření užitné hodnoty topografických map jednotlivých měřítek různou váhu. K jejich určení však nejsou k dispozici vhodné exaktní postupy. Proto bylo nutné vycházet především z expertních hodnocení. Takto získané výsledky lze do určité míry objektivizovat vhodným statistickým zpracováním většího souboru šetření, podobně, jak tomu bylo při určování vah funkcí.

Podklady k určení vah kritérií byly získány třemi různými způsoby šetření:

a) párovým porovnáním významu kritérií;
b) přímým odhadem významu kritérií v dané klasifikační stupnici;
c) přímým odhadem významu kritérií pro jednotlivé funkce v dané klasifikační stupnici.

V každém z uvedených způsobů šetření se vyjádřilo 25 respondentů různého funkčního postavení a dobře obeznámených s problematikou tvorby a užití map. Průměrné hodnoty vah kritérií ze všech uvedených způsobů šetření jsou uvedeny v tab. 3.2. Hodnoty jsou transformovány tak, aby součet vah všech kritérií byl u jednotlivých měřítek map roven jedné.

Výsledné údaje v tab. 3.2 ukazují, že definovaná kritéria mají při měření užitné hodnoty topografických map jednotlivých měřítek rozdílnou váhu, což vyplývá z rozdílného charakteru a funkčního určení těchto map. Nejvýraznější rozdíly vah pro jednotlivá měřítka map se projevují u kritéria č. 2 — přesnost zobrazení a kritéria č. 6 — estetická úroveň mapy. Z těchto údajů je např. zřejmé, že požadavky na přesnost zobrazení klesají se zmenšováním měřítka mapy, zatímco požadavky na estetickou úroveň se zmenšováním měřítka mapy rostou.

Definice souboru kritérií a jejich vah, stanovených v této stati, nemohou být považovány za jedině

Průměrné váhy kritérií

Tabulka 3.2

Kritéria		Upravené váhy kritérií			
		1 : 25 000	1 : 50 000	1 : 100 000	1 : 200 000
1	Obsah mapy	0,185	0,177	0,176	0,161
2	Přesnost zobrazení	0,200	0,181	0,142	0,131
3	Aktuálnost obsahu	0,186	0,184	0,172	0,158
4	Význam území	0,146	0,159	0,180	0,196
5	Kvalita zpracování	0,152	0,156	0,163	0,168
6	Estetická úroveň	0,131	0,143	0,167	0,186
$\sum$		1,000	1,000	1,000	1,000

možné a trvale platné řešení. Takové stanovisko vyplývá nejen z omezeného rozsahu provedených šetření, ale především ze samotné povahy kvality a užitné hodnoty jako společenských a historických kategorií. K danému účelu však lze získané výsledky považovat za dostatečně spolehlivé a prokázané.

3.3. Měření a hodnocení úrovně splnění kritérií

Kritéria určená k měření a hodnocení užitné hodnoty topografických map mají různý charakter, nestejný rozměr a nelze je při dnešní úrovni poznání ve všech případech měřit objektivními postupy v nějaké absolutní stupnici. Proto je nutné pro každé kritérium zvolit a zdůvodnit vhodný postup měření a hodnocení. Z důvodů další slučitelnosti výsledků je nutné hodnoty dílčích měření podle jednotlivých kritérií vyjádřit v jednotné posuzovací stupnici. V praxi se k podobným účelům osvědčilo použití procentní stupnice, která je proto aplikována i v tomto případě.

Výsledky měření a hodnocení podle s-tého kritéria ($s = 1, 2, \ldots, 6$) jsou vždy vztaženy k mapovému listu jako plošné jednotce, tj. obecně k j-té mapě i-tého měřítka.

Za předpokladu, že nejvyšší (ideální či optimální) úroveň kvality výchozí topografické mapy z hlediska jejího obsahu bude oceněna hodnotou 100, lze úroveň splnění tohoto kritéria $k_1^{(ij)}$ u j-té mapy i-tého měřítka vyjádřit vztahem

$$k_1^{(ij)} = [100 - \alpha^{(ij)}] \sqrt{\frac{M_i}{M_1}}, \tag{3.1}$$

kde značí:

$\alpha^{(ij)}$ — hodnotu změny obsahu (v procentech) u j-té mapy i-tého měřítka vzhledem k požadavkům platných předpisů pro její tvorbu nebo obnovu,

M_1 — měřítkové číslo výchozí topografické mapy (v daném případě $M_1 = 25\,000$),

M_i — měřítkové číslo posuzované (hodnocené) mapy.

Úroveň splnění kritéria přesnosti zobrazení obsahu mapy, označenou $k_2^{(ij)}$, lze s přihlédnutím ke všem dílčím kritériím přesnosti vyjádřit vztahem

$$k_2^{(ij)} = 146{,}5 \frac{\sum_{k=1}^{K^{(i)}} \frac{m^{(ijk)}}{n^{(ijk)}} p^{(ik)}}{\sum_{k=1}^{K^{(i)}} p^{(ik)}}, \tag{3.2}$$

kde značí:

$K^{(i)}$ — počet dílčích kritérií přesnosti stanovených předpisy pro i-té měřítko mapy,

$m^{(ijk)}$ — počet kontrolovaných případů splňujících k-té dílčí kritérium přesnosti u j-té mapy i-tého měřítka; nejčastěji středních chyb, uvedených např. v předpise [57]. Je však možné použít jako dílčích kritérií přesnosti též mezních odchylek, vytvořených např. jako dvojnásobek střední chyby. V takovém případě musí být ve vztahu (3.2) použita místo konstanty 146,5 konstanta 104,8,

$n^{(ijk)}$ — celkový počet kontrolovaných případů u j-té mapy i-tého měřítka hodnocených podle k-tého dílčího kritéria přesnosti,

$p^{(ik)}$ — váhu k-tého dílčího kritéria přesnosti i-tého měřítka mapy.

Váhy dílčích kritérií přesnosti zobrazení obsahu mapy nebyly pro potřeby řešení úkolů formulovaných v cílech této práce určovány.

Pravděpodobnou úroveň zastarání obsahu mapy pro libovolný okamžik lze přibližně vyjádřit vývojovou křivkou typu

$$k_3^{(ij)} = 100\, e^{-C^{(ij)}\, T^{(ij)}}, \text{ kde } C^{(ij)} = \frac{2}{T_{mez}^{(ij)}}, \tag{3.3}$$

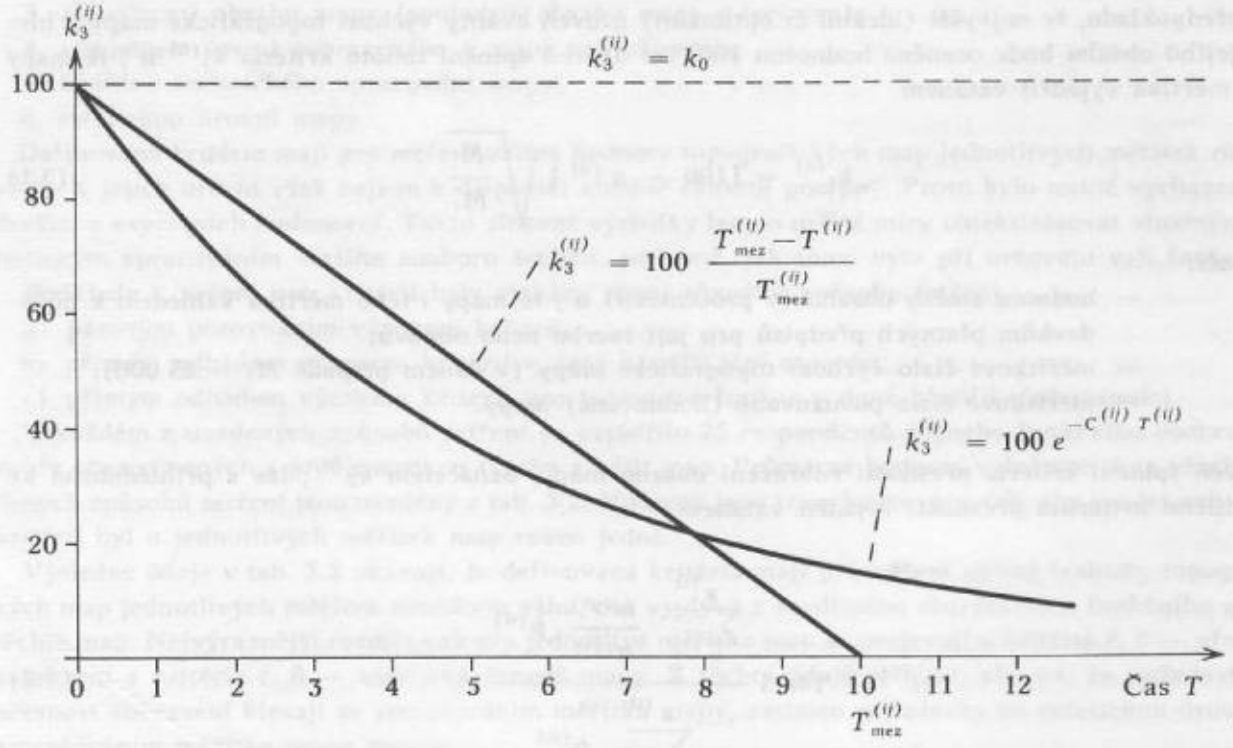
nebo při určitém zjednodušení lineární funkcí typu

$$k_3^{(ij)} = 100\, \frac{T_{mez}^{(ij)} - T^{(ij)}}{T_{mez}^{(ij)}}, \tag{3.4}$$

kde značí:

$T_{mez}^{(ij)}$ — dobu, ve které j-tá mapa i-tého měřítka dosahuje hodnoty mezního zastarání a přestává být schopna sloužit účelu, pro který byla vytvořena,

$T^{(ij)}$ — dobu, která uplynula (uplyne) od termínu, pro který platil úplný soulad obsahu mapy se skutečností; v případě topografických map je to nejčastěji doba, která uplynula od leteckého měřického snímkování.



Obr. 3.1. Změna aktuálnosti obsahu mapy v čase

Průběh změny aktuálnosti (průběh degradace) obsahu mapy podle vztahů (3.3) a (3.4) je graficky znázorněn na obr. 3.1.

Pro hodnocení významu území zobrazeného v mapě nejsou k dispozici objektivní měřítka a postupy. Nutné je proto vycházet z odborného posouzení aktuálních i potenciálních potřeb uživatelů. Ve zvolené jednotné posuzovací stupnici lze výsledek vyjádřit pomocí vztahu

$$k_4^{(ij)} = 100\, v^{(ij)}, \tag{3.5}$$

kde značí:

$v^{(ij)}$ — význam prostoru (území) pro uživatele vyjádřený poměrným číslem z intervalu $\langle 0; 1 \rangle$.

Vztah (3.5) vyjadřuje hodnocení významu území pouze pro potřeby měření individuální užitné hodnoty mapy. Hodnocení významu území pro potřeby měření společenské užitné hodnoty je však ještě závislé na potenciálním (maximálně možném) počtu uživatelů uvažované mapy. Pro j-tou mapu i-tého měřítka lze tuto závislost přibližně vyjádřit vztahem

$$K_4^{(ij)} = k_4^{(ij)} \cdot Y_{mez}^{(ij)}, \tag{3.6}$$

kde značí:

$K_4^{(ij)}$ — hodnocení významu území zobrazeného na j-té mapě i-tého měřítka pro potřebu kvantitativního vyjádření její společenské užitné hodnoty,

$k_4^{(ij)}$ — hodnocení významu území podle vztahu (3.5) pro potřeby měření individuální užitné hodnoty mapy,

$Y_{mez}^{(ij)}$ — maximálně možný (mezní) počet uživatelů j-té mapy i-tého měřítka, který nemůže být překročen.

Kvalita technického zpracování mapy je hodnocena podle řady dílčích kritérií různého charakteru. Některá z nich jsou měřitelná fyzikálními nebo jinými metodami, jiná nikoliv. Ke stanovení užitné hodnoty mapy není nutné zabývat se všemi dílčími parametry technické kvality výrobních meziproduktů. Postačí souhrnné vyjádření srážky bodů (procent) za nedodržení kvality technického provedení konečného výrobku, tj. v daném případě výtisku topografické mapy. Výsledek hodnocení $k_5^{(ij)}$ je vhodné vyjádřit pomocí vztahu

$$k_5^{(ij)} = 100 - \beta^{(ij)}, \tag{3.7}$$

kde značí:

$\beta^{(ij)}$ — srážku bodů (procent) za kvalitu technického zpracování mapy, tj. především za nedodržení požadavků grafického a polygrafického zpracování.

Při posuzování estetické úrovně topografické mapy nemohou být uplatňována pouze obecně estetická hlediska. I zde jde především o posuzování jedné z funkčně podmíněných vlastností mapy. Proto je nutné hodnotit především celkový optický vzhled, názornost vyobrazení, ladění barev a další dílčí vlastnosti mapy podporující emotivní stránku vnímání a snadného zapamatování jejího obsahu. K vyjádření výsledků hodnocení, označeného $k_6^{(ij)}$, je vhodné použít vztahu

$$k_6^{(ij)} = 100 - \gamma^{(ij)}, \tag{3.8}$$

kde značí:

$\gamma^{(ij)}$ — srážku bodů (procent) za nedostatky v estetické úrovni mapy.

3.4. Kvantitativní vyjádření individuální užitné hodnoty mapy

Užitnou hodnotu mapy je nutné stanovit současně podle všech zavedených kritérií. Použití pouze jednoduché součtové agregující funkce, dosud často aplikované v hodnotové analýze, nedovoluje dostatečně spolehlivě vyjádřit užitnou hodnotu mapy. Proto bylo hledáno jiné, vhodnější řešení.

Podrobná analýza vzájemného vztahu kritérií ukázala, že zejména kritérium č. 3 — aktuálnost obsahu mapy a kritérium č. 4 — význam zobrazeného území mají natolik výlučné postavení, že se v hierarchii použitých kritérií uplatňují spíše jako kritéria multiplikativního charakteru. Za tohoto předpokladu lze individuální užitnou hodnotu i-té mapy j-tého měřítka $U^{(ij)}(T)$ vyjádřit vztahem

$$U^{(ij)}(T) = p_3^{(i)} u_3^{(ij)} \cdot p_4^{(i)} u_4^{(ij)} \left[p_1^{(i)} u_1^{(ij)} + p_2^{(i)} u_2^{(ij)} + p_5^{(i)} u_5^{(ij)} + p_6^{(i)} u_6^{(ij)} \right]. \quad (3.9)$$

Hodnoty p_s ($s = 1, 2, \ldots, 6$) značí váhy kritérií, hodnoty u_s značí úroveň jejich splnění v jednotkách porovnávacího etalonu, přičemž platí

$$u_s^{(ij)} = \frac{k_s^{(ij)}}{k_s^{*(ij)}}, \quad (3.10)$$

kde značí:

$k_s^{(ij)}$ — úroveň splnění s-tého kritéria ve zvolené jednotné posuzovací stupnici z intervalu $\langle 0; 100 \rangle$,

$k_s^{*(ij)}$ — normovanou (optimální či ideální) úroveň splnění uvažovaného kritéria, vyjádřenou ve stejné posuzovací stupnici.

Váhy kritérií $p_s^{(i)}$ z tab. 3.2 je nutné pro použití ve vztahu (3.9) transformovat tak, aby platilo

$$\prod_{i=1}^{m} p_{(1)i} \sum_{j=1}^{n} p_{(2)j} = 1, \quad (3.11)$$

přičemž značí:

$p_{(1)i}$ — váhu i-tého kritéria multiplikativního charakteru (v daném případě kritéria k_3 a k_4),

$p_{(2)j}$ — váhu j-tého kritéria aditivního charakteru (v daném případě kritéria k_1, k_2, k_5, k_6).

Tento požadavek lze splnit vynásobením původních hodnot vah z tabulky 3.2, označených $p'_{(1)i}$ a $p'_{(2)j}$, koeficientem C' vypočítaným podle vztahu

$$C' = \left[\prod_{i=1}^{m} p'_{(1)i} \sum_{j=1}^{n} p'_{(2)j} \right]^{\frac{-1}{m+1}}, \quad (3.12)$$

v němž značí:

m — počet vah u kritérií multiplikativního charakteru,

n — počet vah u kritérií aditivního charakteru.

Výsledek této transformace vah kritérií je uveden v tab. 3.3.

Transformované váhy kritérií

Tabulka 3.3

	Kritéria	Transformované váhy kritérií			
		1 : 25 000	1 : 50 000	1 : 100 000	1 : 200 000
1	Obsah mapy	0,704	0,661	0,648	0,593
2	Přesnost zobrazení	0,761	0,676	0,523	0,483
3	Aktuálnost zobrazení	0,708	0,687	0,633	0,582
4	Význam území	0,556	0,593	0,662	0,722
5	Kvalita zpracování	0,578	0,582	0,600	0,619
6	Estetická úroveň	0,499	0,534	0,615	0,685
	$\sum$	3,806	3,733	3,681	3,684

Bude-li pro úroveň splnění jednotlivých kritérií u porovnávacího etalonu j-té mapy i-tého měřítka platit

$$k_1^{*(ij)} = 100 \sqrt{\frac{M_i}{M_1}},$$

$$k_2^{*(ij)} = 100,$$

$$k_3^{*(ij)} = 100 \frac{T_{mez}^{(ij)} - T_{um}^{*(ij)}}{T_{mez}^{(ij)}},$$

$$k_4^{*(ij)} = 100,$$

$$k_5^{*(ij)} = 100,$$

$$k_6^{*(ij)} = 100, \qquad (3.13)$$

bude mít agregující funkce (3.9) udávající individuální užitnou hodnotu j-té mapy i-tého měřítka tvar

$$U^{(ij)}(T) = \frac{T_{mez}^{(ij)} - T^{(ij)}}{T_{mez}^{(ij)} - T_{um}^{*(ij)}} p_3^{(i)} \cdot v^{(ij)} p_4^{(i)} \left\{ \left[1 - \frac{\alpha^{(ij)}}{100} \right] p_1^{(i)} + \right.$$

$$+ 1{,}465 \frac{\sum_{k=1}^{K^{(i)}} \frac{m^{(ijk)}}{n^{(ijk)}} p^{(ik)}}{\sum_{k=1}^{K^{(i)}} p^{(ik)}} p_2^{(i)} + \left[1 - \frac{\beta^{(ij)}}{100} \right] p_5^{(i)} +$$

$$\left. + \left[1 - \frac{\gamma^{(ij)}}{100} \right] p_6^{(i)} \right\}. \qquad (3.14)$$

Získaná míra užitečného efektu mapy $U^{(ij)}(T)$ je relativní, tzn., že neměří absolutní velikost individuální užitné hodnoty, nýbrž pouze její úroveň v relaci ke zvolenému etalonu. Umožňuje však nejen uspořádat hodnocené mapy podle jejich užitečného efektu, ale i stanovit diference mezi nimi. Lze ji proto považovat za přibližně kardinální.

3.5. Kvantitativní vyjádření společenské užitné hodnoty mapy

Při zabezpečování vysoké úrovně kvality a efektivnosti práce v kartografii je nutné měřit a zvažovat nejen individuální užitnou hodnotu mapy, nýbrž i její společenskou užitnou hodnotu. Zatímco indivi-

duální užitná hodnota je vztažena k jedinému vyhotovení (výtisku) mapy, její společenská užitná hodnota je vztažena k souboru všech vyhotovení (výtisků) uvažované mapy a k její celkové společenské potřebě.

Společenská užitná hodnota j-té mapy i-tého měřítka $U_s^{(ij)}(T)$ nezávisí jen na tom, zda může svými vlastnostmi uspokojovat nějakou společenskou potřebu, nýbrž i na tom, zda celkový vyrobený objem (v případě topografických map počet výtisků) je v souladu s danou společenskou potřebou. S využitím vztahů (3.6) a (3.10) lze tuto závislost přibližně vyjádřit vzorcem

$$U_s^{(ij)}(T) = U^{(ij)}(T) \cdot Y_{mez}^{(ij)} \left[1 - e^{-S^{(ij)} X^{(ij)}}\right], \tag{3.15}$$

kde značí:

$U^{(ij)}(T)$ — individuální užitnou hodnotu j-té mapy i-tého měřítka danou např. vztahem (3.14),

$Y_{mez}^{(ij)}$ — mezní (maximální možný) počet uživatelů j-té mapy i-tého měřítka; charakterizuje společenský význam území zobrazeného v mapě,

$X^{(ij)}$ — počet vyhotovení (výtisků) j-té mapy i-tého měřítka,

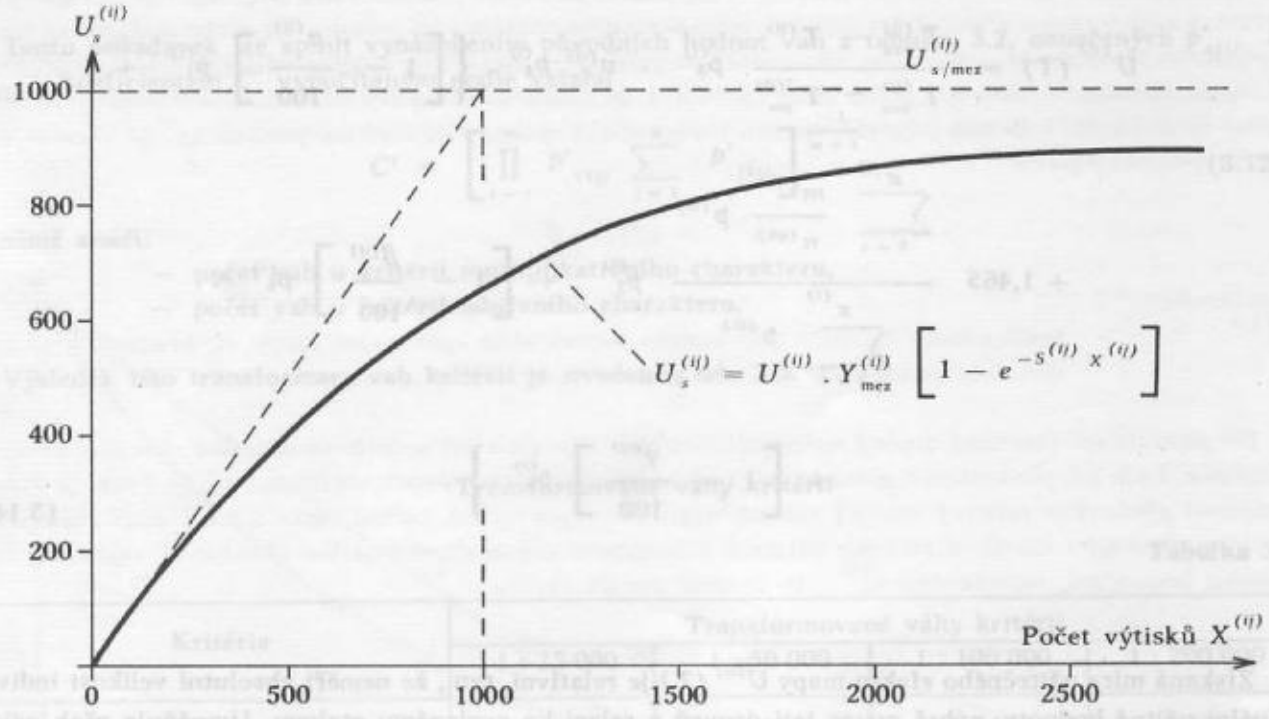
$S^{(ij)}$ — parametr daný vztahem

$$S^{(ij)} = \frac{d}{Y_{mez}^{(ij)}}, \tag{3.16}$$

kde značí:

d — koeficient, kterým lze vyjádřit úroveň distribuce map a připravenost uživatelů k jejich využití. Protože nejsou k jeho určení k dispozici objektivnější podklady, lze přibližně předpokládat $d \doteq 1$.

Průběh změny společenské užitné hodnoty j-té mapy i-tého měřítka v závislosti na počtu výtisků je graficky znázorněn na obr. 3.2.



Obr. 3.2. Změna společenské užitné hodnoty j-té mapy i-tého měřítka v závislosti na počtu výtisků

Z průběhu změny společenské užitné hodnoty mapy v závislosti na počtu výtisků, vyjádřené na obr. 3.2, je zřejmé, že po dosažení určité hodnoty dochází u ní ke stagnaci. V žádném případě její úroveň nemůže přesáhnout hodnotu danou vztahem

$$U_{s/mez}^{(ij)} = U^{(ij)}(T) \cdot Y_{mez}^{(ij)}. \tag{3.17}$$

Společenskou užitnou hodnotu různých map, vyjádřenou vztahem (3.15), nelze vzájemně sčítat, protože je vyjádřena v různých měřicích jednotkách (etalonech). Má-li být proto vyjádřena celková společenská užitná hodnota určitého souboru map, musí být výsledky měření vyjádřeny ve společné měřicí jednotce. Lze toho dosáhnout např. vynásobením společenské užitné hodnoty $U_s^{(ij)}(T)$ každé mapy modulem $W^{(ij)}$, který vyjadřuje odlišný společenský význam jednotlivých etalonů (měřicích jednotek). Po této úpravě bude pro společenskou užitnou hodnotu mapy $U_{ss}^{(ij)}(T)$ vyjádřenou ve společných měřicích jednotkách v rámci uvažovaného souboru map platit vztah

$$U_{ss}^{(ij)}(T) = W^{(ij)} U_s^{(ij)}(T), \tag{3.18}$$

kde užitná hodnota $U_s^{(ij)}(T)$ je dána vztahem (3.15). Modul rozdílného společenského významu etalonů topografických map lze alespoň přibližně určit pomocí vztahu

$$W^{(i)} \doteq \sqrt{\frac{M_i}{M_1}}. \tag{3.19}$$

Získaná míra individuální i společenské užitné hodnoty mapy má společenský a historicky proměnlivý charakter. Proto i výsledky tohoto měření nemají absolutní, ale pouze relativní význam. Nutno však konstatovat, že tento závěr nevyplývá z případných nedokonalostí vypracované metody měření, nýbrž vyplývá z podstaty užitné hodnoty každé mapy.

4. ZMĚNY UŽITNÉ HODNOTY MAP

K správnému pochopení časové podmíněnosti kvality a efektivnosti práce v kartografii je nutné nejdříve analyzovat změny užitné hodnoty map, jejich příčiny, časový průběh i možné důsledky jak pro tvůrce, tak pro uživatele map.

Vzhledem k cílům stanoveným v zadání jsou konkrétní závěry z této analýzy formulovány především pro potřeby tvorby a obnovy topografických map měřítkové řady 1 : 25 000 až 1 : 200 000. Zároveň je však sledováno i možné zobecnění získaných výsledků.

4.1. Příčiny a charakter změn užitné hodnoty map

K hlavním příčinám, které vyvolávají změny užitné hodnoty map, nesporně patří především: změny zobrazovaného území, změny potřeb a užití map, vývoj technických, organizačních, ekonomických aj. možností tvůrců map a jejich konkrétní využití v kartografické praxi. Lze sem rovněž zahrnout i změny norem a předpisů pro tvorbu a obnovu map. Všechny tyto okolnosti se určitým způsobem promítají též do změn charakteristik porovnávacího etalonu a tím ovlivňují výsledky měření a hodnocení užitné hodnoty map.

4.1.1. Změny zobrazovaného území

Zobrazované území se ve své struktuře i vzhledu neustále vyvíjí. Zejména působení lidské společnosti na geografickou krajinu dosáhlo v posledních desetiletích značných rozměrů a podle [8], str. 11, „v měřítku celé planety se rychlost změn probíhajících v krajině podstatně zvětšila". Tím také nutně dochází k rychlejšímu stárnutí obsahu map a degradaci jejich užitné hodnoty.

K nejrychlejším změnám přispívá především industrializace a urbanizace území [12]. Na podkladě uvedených poznatků lze vyslovit obecný předpoklad, že rychlost změn jednotlivých prvků a složek krajiny může být značně rozdílná, je závislá na typu, složitosti a stavu krajiny a v důsledku působení lidské společnosti má celkovou všeobecnou tendenci se zvětšovat. Při určitém zjednodušení lze tento všeobecný zákonitý charakter a podmíněnost změn probíhajících u jednotlivých typů (skupin) prvků, označených $ZK_q(T)$, vyjádřit vztahem

$$ZK_q(T) = a_q n_{0q} (n_0)^{b_q} (T)^{c_q}, \tag{4.1}$$

kde značí:

a_q — kladné číslo charakterizující časovou stálost (odolnost proti změnám) q-tého typu (skupiny) prvků uvažované krajiny,

n_{0q} — množství q-tého typu (skupiny) prvků uvažované krajiny v době T_0 ve zvolené plošné jednotce,

n_0 — množství všech typů (skupin) prvků uvažované krajiny v době T_0 ve zvolené plošné jednotce; charakterizuje složitost uvažované části krajiny,

b_q — kladné číslo charakterizující závislost množství změn q-tého typu (skupiny) prvků na složitosti krajiny,

c_q — kladné číslo charakterizující časový průběh změn q-tého typu (skupiny) prvků uvažované krajiny.

Vztah (4.1) má pravděpodobnostní charakter a může být aplikován pouze pro vymezenou krajinu určitého typu a pro časové období $\langle T_0; T_k \rangle$, v němž nedošlo k náhlým a výrazným změnám v intenzitě působení vnějších vlivů.

S využitím vztahu (4.1) lze časový průběh všech uvažovaných změn $ZK(T)$ probíhajících v krajině formálně vyjádřit pomocí vztahu

$$ZK(T) = \sum_{q=1}^{Q(K)} a_q n_{0q} (n_0)^{b_q} (T)^{c_q}, \tag{4.2}$$

v němž značí:

$Q(K)$ — celkový počet uvažovaných typů (skupin) prvků krajiny.

4.1.2. Změny potřeb a užití topografických map

Změny potřeb a užití map vyplývají jednak z nových úkolů, které musí uživatelé řešit v zájmu svého dalšího hospodářského a kulturního rozvoje a v zájmu obrany státu, jednak z vývoje nových technických prostředků, které ve své činnosti používají, i změn podmínek, v nichž pracují a žijí. Tento vývoj má objektivní charakter.

Vedle růstu celkového objemu požadavků na existující druhy map je nápadný též růst požadavků na úroveň splnění kvalitativních kritérií a růst požadavků na nové typy map a kartografických výrobků. Tento všeobecný kvantitativní i kvalitativní růst potřeb $P(T)$ lze pro určitý vymezený časový úsek přibližně vyjádřit vztahem

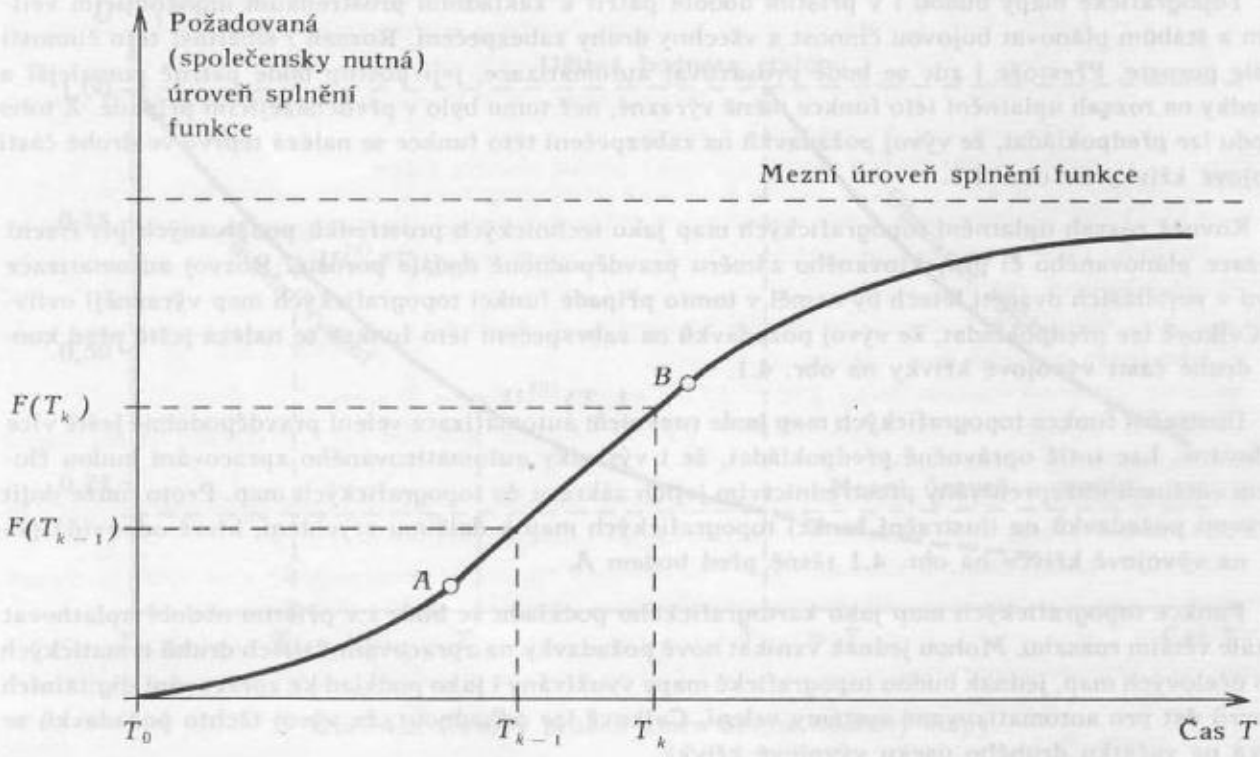
$$P(T) = P(T_{k-1}) + a(\triangle T_k)^b, \tag{4.3}$$

kde značí:

$P(T_{k-1})$ — celkovou úroveň potřeb v časovém okamžiku T_{k-1},

$\triangle T_k$ — časový interval daný rozdílem $T_k - T_{k-1}$,

a, b — vhodně volené konstanty.



Obr. 4.1. Časový průběh změn požadavků na kvantitativní i kvalitativní úroveň splnění funkce mapy

Časový průběh změn požadavků uživatelů na optimální či ideální úroveň splnění kterékoliv funkce mapy je v obecné podobě znázorněn na obr. 4.1. Vychází z poznatků dosavadního vývoje potřeb a užití topografických map a vystihuje i všeobecnou zkušenost v tom, že požadavky na úroveň splnění kterékoliv funkce narůstají postupně tak, jak vzniká jejich reálná potřeba, která je však vždy ovlivňována i zpětně způsobem a úrovní jejího postupného uspokojování. Zároveň lze u každé funkce předpokládat pro dané časové období existenci určité mezní úrovně jejího splnění, kterou buď nelze v daných podmínkách překročit, nebo jejíž překročení nemůže uživatelům v daných podmínkách přinést další užitečný efekt.

Body A, B na obr. 4.1 rozdělují vývojovou křivku na tři charakteristické úseky. V prvním úseku od počátku T_0 po bod A dochází k urychlování změn požadavků na splnění uvažované funkce mapy. V druhém úseku mezi body A, B rostou požadavky přibližně rovnoměrně, v třetím úseku za bodem B pak

dochází k jejich postupné stagnaci. Tento vývoj od vzniku potřeby a první formulace konkrétního požadavku až po dosažení tzv. saturačního pásma, tj. hodnot blízkých mezní hodnotě jeho splnění, probíhá u jednotlivých funkcí v různých časových dimenzích. V daném časovém okamžiku $T \in \langle T_{k-1} ; T_k \rangle$ se proto mohou tyto požadavky nalézat na různém stupni svého vývoje.

1. Požadavky na informační funkci topografických map nadále porostou. Stejně jako dosud bude tato funkce zabezpečována celým jejich obsahem, včetně údajů, které do nich budou doplňovány dodatečně při plánování, vedení pracovní mapy atd.

Celkově lze uvést, že vývoj požadavků na informační funkci topografických map se již pravděpodobně nalézá ve třetí části vývojové křivky na obr. 4.1 těsně za bodem *B*. V dalším období lze proto očekávat jejich postupnou stagnaci.

2. Studium vztahů a možností vzájemného působení mezi objekty a jevy zobrazenými v topografických mapách bude v důsledku změn ve vojenství stále významnější. Zcela nové kvality nabývá zejména složitost a požadovaná rychlost řešení těchto úkolů. Z tohoto hlediska se však již dnes projevují některé nevýhody a omezení topografických map. Proto lze očekávat, že k zvládnutí úkolů budou ve stále větším rozsahu vyžadovány digitální formy topografické informace, vhodné k využití v postupně budovaných automatizovaných systémech velení. Polohová a výšková přesnost současných topografických map se jeví k řešení všech úloh tohoto typu jako postačující. Celkově se vývoj požadavků na zabezpečení této funkce topografických map pravděpodobně nalézá již ve třetí části vývojové křivky na obr. 4.1. V dalším období lze proto očekávat jejich postupnou stagnaci.

3. Topografické mapy budou i v příštím období patřit k základním prostředkům umožňujícím velitelům a štábům plánovat bojovou činnost a všechny druhy zabezpečení. Rozsah i složitost této činnosti nadále poroste. Přestože i zde se bude prosazovat automatizace, její postup bude patrně pomalejší a důsledky na rozsah uplatnění této funkce méně výrazné, než tomu bylo v předcházejícím případě. Z toho důvodu lze předpokládat, že vývoj požadavků na zabezpečení této funkce se nalézá teprve ve druhé části vývojové křivky na obr. 4.1.

4. Rovněž rozsah uplatnění topografických map jako technických prostředků používaných při řízení realizace plánovaného či projektovaného záměru pravděpodobně nadále poroste. Rozvoj automatizace velení v nejbližších dvaceti letech by neměl v tomto případě funkci topografických map výrazněji ovlivnit. Celkově lze předpokládat, že vývoj požadavků na zabezpečení této funkce se nalézá ještě před koncem druhé části vývojové křivky na obr. 4.1.

5. Ilustrační funkce topografických map bude rozvojem automatizace velení pravděpodobně ještě více posilována. Lze totiž oprávněně předpokládat, že i výsledky automatizovaného zpracování budou člověkem většinou interpretovány prostřednictvím jejich zákresu do topografických map. Proto může dojít ve vývoji požadavků na ilustrační funkci topografických map k dalšímu zrychlení, které odpovídá poloze na vývojové křivce na obr. 4.1 těsně před bodem *A*.

6. Funkce topografických map jako kartografického podkladu se bude i v příštím období uplatňovat ve stále větším rozsahu. Mohou jednak vznikat nové požadavky na zpracování dalších druhů tematických nebo účelových map, jednak budou topografické mapy využívány i jako podklad ke zpracování digitálních souborů dat pro automatizované systémy velení. Celkově lze odhadnout, že vývoj těchto požadavků se nalézá na začátku druhého úseku vývojové křivky.

Očekávaný vývoj potřeb a užití topografických map se bude projevovat u map jednotlivých měřítek poněkud odlišným způsobem. Souvisí to s rozdílnými vahami definovaných funkcí pro jednotlivá měřítka, viz tab. 3.1.

4.1.3. Změny užitné hodnoty map vyvolané činností kartografů

Mezi základní způsoby, jimiž kartografové zabezpečují neustále se vyvíjející potřeby uživatelů, patří především:

a) vytváření nových druhů map nebo jiných kartografických výrobků;

b) rozšiřování prostorů zpracování existujících druhů map a kartografických výrobků;

c) zvyšování počtu výtisků nebo vyhotovení existujících druhů map a kartografických výrobků;

d) zvyšování kvality, resp. individuální užitné hodnoty existujících druhů map a kartografických výrobků.

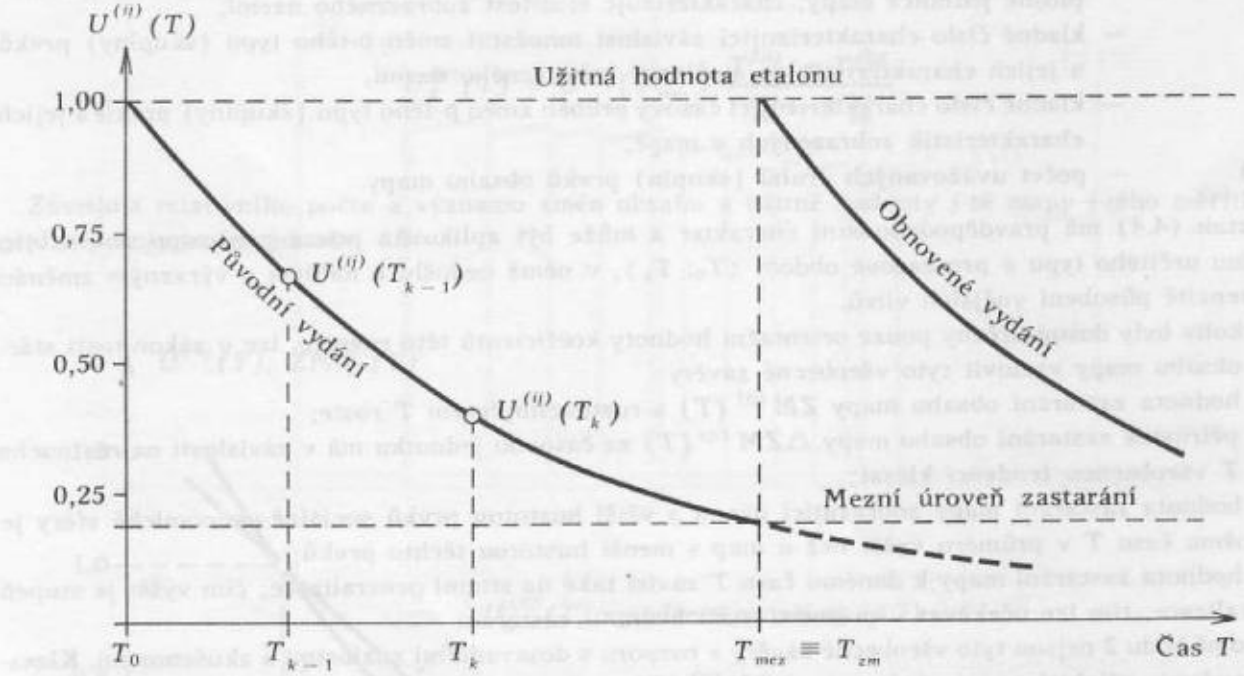
Každý z těchto způsobů dává jiné možnosti uspokojit potřeby uživatelů a má též jiné nároky na zdroje. Některé z nich jsou však do určité míry vzájemně zastupitelné. A protože potřeby uživatelů zpravidla nejsou předem z tohoto hlediska jednoznačně specifikované, je první a základní úlohou kartografů, aby nalezli a zdůvodnili nejvhodnější způsob řešení.

4.2. Časový průběh změn užitné hodnoty map

Změny užitné hodnoty mapy mají charakteristický průběh v čase, vyplývající z povahy příčin, které je vyvolávají. Při sledování změn užitné hodnoty mapy je nutné brát v úvahu všechny dílčí změny, k nimž v průběhu času dochází.

4.2.1. Všeobecná charakteristika časového průběhu změn užitné hodnoty map

V důsledku změn zobrazovaného území i v důsledku změn potřeb a způsobů užití map individuální užitná hodnota každé vydané mapy neustále klesá. Tento klesající průběh (degradaci) užitné hodnoty mapy lze změnit jedině aktivní činností kartografů, a to především výměnou existující mapy za její aktualizované nebo obnovené vydání. Společný vliv všech tří činitelů na časový průběh změn užitné hodnoty mapy je schematicky znázorněn na obr. 4.2.



Obr. 4.2. Časový průběh změn užitné hodnoty mapy

Mapa je zpravidla aktualizována nebo obnovována k termínu T_{mez}, v němž dosahuje úrovně tzv. mezního zastarání. Rozumí se tím taková úroveň degradace její individuální užitné hodnoty, při které již mapa ztrácí schopnost spolehlivě sloužit účelu, pro který byla vytvořena.

Stanovení mezní hodnoty zastarání mapy je velmi složité a patří k významným úkolům teoretické práce v kartografii. Z analýzy časového průběhu obnovy topografických map u nás i v zahraničí, provedené v [53], vyplývá, že doba, po které se přistupuje k vydání obnovených topografických map, je v jednotlivých zemích dosti rozdílná. Periody obnovy jsou určovány buď podle relativního, nebo absolutního množství změn, k nimž dochází v terénu. Jak vyplývá i ze vztahu (4.2), v typech území se složitější sociálně-ekonomickou strukturou dochází k častějším změnám údajů zobrazovaných v topografických mapách než v jiných typech terénu. Proto jsou periody obnovy topografických map ve městských a průmyslových aglomeracích často i několikanásobně kratší než např. v horských typech území s řídkým osídlením.

4.2.2. Zákonitosti stárnutí obsahu mapy

V mapě jsou zobrazeny vybrané prvky krajiny a jejich charakteristiky vždy k určitému datu T_0. Zůstane-li v dalším časovém průběhu obsah mapy zachován, dojde v důsledku změn v krajině k narůstání nesouladu jejího obsahu se skutečným stavem krajiny neboli k tzv. stárnutí obsahu mapy.

Úroveň zastarání j-té mapy i-tého měřítka $ZM^{(ij)}(T)$ k určitému termínu T lze vyjádřit množstvím změn v obsahu mapy, a to buď ve vhodně zvoleném absolutním vyjádření, nebo v relativním vyjádření ve vztahu k celkovému obsahu mapy. Úroveň zastarání obsahu mapy v procentní stupnici lze přibližně vyjádřit rovnicí

$$ZM^{(ij)}(T)\% = \frac{100\ \%}{\sum_{p=1}^{P(K)} v_p n_p} \cdot \sum_{p=1}^{P(K)} a_p n_p v_p (n)^{b_p} (T)^{c_p}, \tag{4.4}$$

kde značí:

a_p — kladné číslo charakterizující časovou stálost (odolnost proti změnám) p-tého druhu (skupiny) prvků a jejich charakteristik zobrazených v mapě,

n_p — množství p-tého typu (skupiny) prvků a jejich charakteristik ve zvolené plošné jednotce mapy,

v_p — význam (váhu) p-tého typu (skupiny) prvků a jejich charakteristik pro uživatele mapy,

n — množství všech typů (skupin) prvků a jejich charakteristik zobrazených ve zvolené plošné jednotce mapy; charakterizuje složitost zobrazeného území,

b_p — kladné číslo charakterizující závislost množství změn p-tého typu (skupiny) prvků a jejich charakteristik na složitosti zobrazeného území,

c_p — kladné číslo charakterizující časový průběh změn p-tého typu (skupiny) prvků a jejich charakteristik zobrazených v mapě,

$P(K)$ — počet uvažovaných druhů (skupin) prvků obsahu mapy.

Vztah (4.4) má pravděpodobnostní charakter a může být aplikován pouze pro mapu zobrazující krajinu určitého typu a pro časové období $\langle T_0; T_k \rangle$, v němž nedošlo k náhlým a výrazným změnám v intenzitě působení vnějších vlivů.

Ačkoliv byly dosud určeny pouze orientační hodnoty koeficientů této rovnice, lze o zákonitosti stárnutí obsahu mapy vyslovit tyto všeobecné závěry:

1. hodnota zastarání obsahu mapy $ZM^{(ij)}(T)$ s rostoucím časem T roste;
2. přírůstek zastarání obsahu mapy $\triangle ZM^{(ij)}(T)$ za časovou jednotku má v závislosti na rostoucím čase T všeobecnou tendenci klesat;
3. hodnota zastarání mapy zobrazující území s větší hustotou prvků sociálně-ekonomické sféry je k danému času T v průměru vyšší než u map s menší hustotou těchto prvků;
4. hodnota zastarání mapy k danému času T závisí také na stupni generalizace; čím vyšší je stupeň generalizace, tím lze očekávat v průměru nižší hodnotu zastarání.

Kromě bodu 2 nejsou tyto všeobecné závěry v rozporu s dosavadními znalostmi a zkušenostmi. Klesající tendence přírůstku zastarání mapy $\triangle ZM^{(ij)}(T)$ za časovou jednotku je zdánlivě v rozporu s všeobecnou tendencí zrychlování změn v krajině, citovanou v stati 4.1.1. K tomuto jevu však dochází pravděpodobně proto, že:

a) rychlost změn jednotlivých typů (skupin) prvků krajiny zobrazených v mapě je různá, a v mapě proto nejdříve zastarávají nejrychleji se měnící prvky a jejich charakteristiky;

b) stupeň generalizace u jednotlivých prvků obsahu mapy nemusí být z různých důvodů stejný, což se může projevit v průběhu stárnutí obsahu mapy podobným způsobem jako v předcházejícím případě;

c) změny prvků a charakteristik krajiny, které byly podle svého zobrazení v mapě již jednou změněny, nemohou se projevit dalším zhoršením souladu obsahu mapy se skutečným stavem krajiny.

4.2.3. Vliv zastarání obsahu mapy na její užitnou hodnotu

Významné je zejména zjištění, že každý nesoulad v obsahu mapy zpochybňuje u uživatele též další, i když v mapě správně zobrazené prvky. K degradaci celkové užitné hodnoty mapy proto dochází mnohem rychleji než ke skutečnému narůstání nesouladu mezi obsahem mapy a stavem terénu. Mapa dosahuje mezní hodnoty zastarání ještě dříve, než dojde ke skutečné změně většiny jejího obsahu.

Podle výzkumů [12] a [53] je mapa hodnocena uživateli jako nevyhovující z hlediska aktuálnosti obsahu již v případech, kdy je změněno 15 až 25 % jejího obsahu. Této hodnotě změn lze proto přisoudit mezní hodnotu jejího zastarání.

Vzhledem k tomu, že kritérium aktuálnosti mapy má v agregující funkci (3.9) multiplikativní charakter, bude pro užitnou hodnotu j-té mapy i-tého měřítka $U^{(ij)}(T)$ v časovém okamžiku $T \in (T^{*(ij)}_{um}; T^{(ij)}_{mez})$ platit vztah

$$U^{(ij)}(T) = U^{(ij)}[T^{*(ij)}_{um}] \cdot u_3^{(ij)}(T), \tag{4.5}$$

kde značí:

$U^{(ij)}[T^{*(ij)}_{um}]$ — užitnou hodnotu mapy v době normovaného (etalonem stanoveného) terminu $T^{*(ij)}_{um}$ vydání j-té mapy i-tého měřítka,

$u_3^{(ij)}(T)$ — úroveň splnění kritéria aktuálnosti obsahu uvažované mapy v závislosti na čase T.

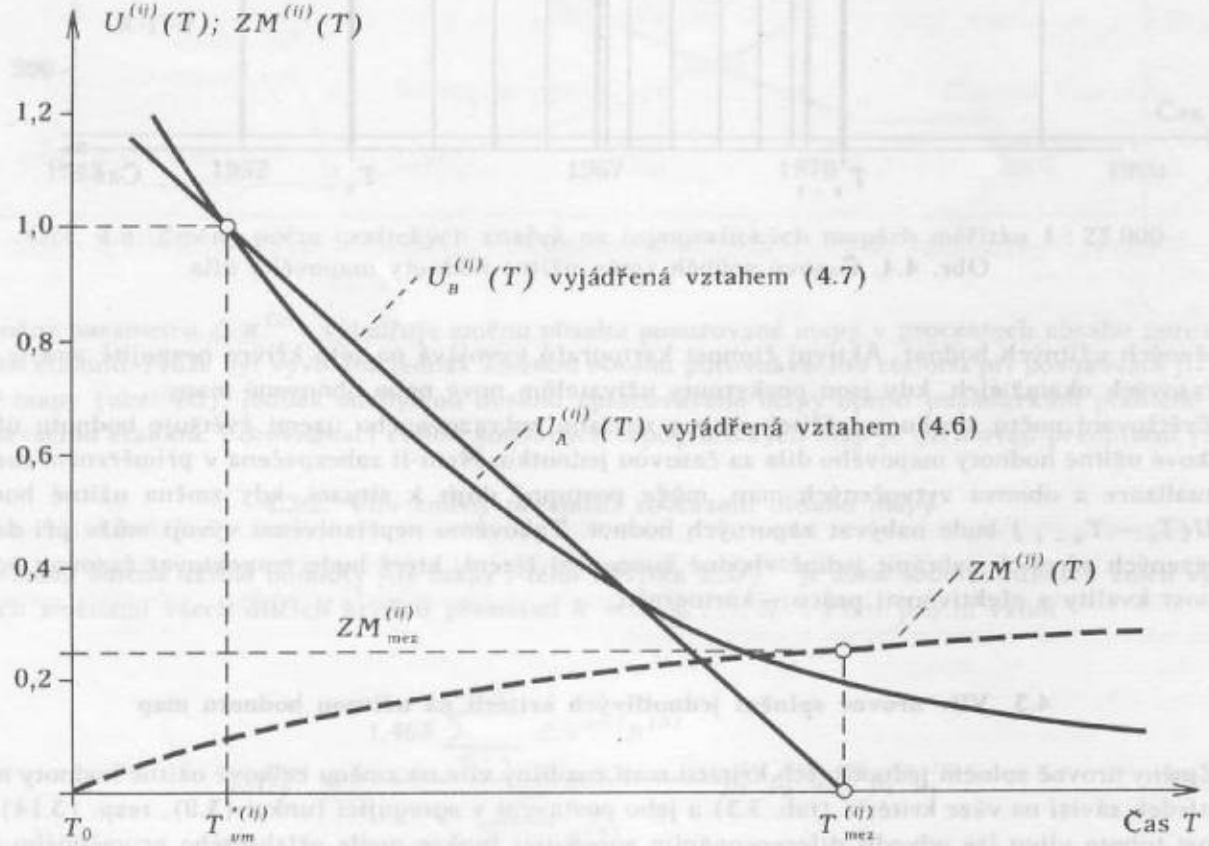
Dosazením za $u_3^{(ij)}(T)$ podle vztahů (3.3), (3.4) a (3.10) lze užitnou hodnotu j-té mapy i-tého měřítka vyjádřit buď přesnějším vztahem

$$U_A^{(ij)}(T) = U^{(ij)}[T^{*(ij)}_{um}] \cdot e^{-c[T^{(ij)} - T^{*(ij)}_{um}]}, \tag{4.6}$$

nebo zjednodušeným lineárním vztahem

$$U_B^{(ij)}(T) = U^{(ij)}[T^{*(ij)}_{um}] \frac{T^{(ij)}_{mez} - T^{(ij)}}{T^{(ij)}_{mez} - T^{*(ij)}_{um}}. \tag{4.7}$$

Závislost relativního počtu a významu změn obsahu a užitné hodnoty j-té mapy i-tého měřítka je graficky znázorněna na obr. 4.3.



Obr. 4.3. Vztah relativního počtu změn a užitné hodnoty j-té mapy i-tého měřítka

Hodnotu $T_{mez}^{(ij)}$ nelze považovat za absolutní technickou veličinu. Je vždy silně poznamenána nejen vývojem stavu vlastní mapy, ale též úrovní hodnocení ze strany uživatelů a zejména pak reálnými možnostmi a podmínkami její obnovy. Může mít proto pouze relativní význam. Její využití ve vztahu (4.6) a (4.7) však plně vyhovuje ke stanovení pořadí, v jakém mají být mapy z hlediska zastarání jejich obsahu obnovovány.

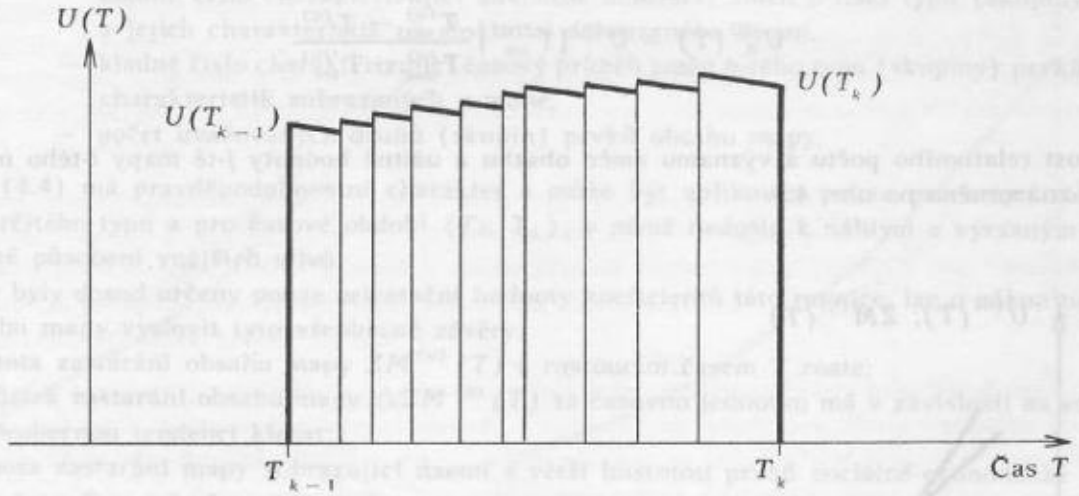
4.2.4. Časový průběh změn užitné hodnoty mapového díla

Při sledování časového průběhu změn užitné hodnoty mapového díla jako celku je nutné brát v úvahu všechny dílčí změny, k nimž dochází u všech uvažovaných map. V každém zvoleném časovém intervalu $\langle T_{k-1}; T_k \rangle$ je proto nutné předpokládat, že dochází jednak k zákonité degradaci užitné hodnoty každé vydané mapy, jednak k růstu užitné hodnoty alespoň některých map v důsledku aktivní činnosti kartografů.

Celková změna užitné hodnoty mapového díla $\triangle U(T_k - T_{k-1})$ v uvažovaném časovém intervalu je závislá na velikosti působení obou uvedených protichůdných vlivů. Lze ji určit pomocí vztahu

$$\triangle U(T_k - T_{k-1}) = U(T_k) - U(T_{k-1}). \tag{4.8}$$

Graficky lze časový průběh změn užitné hodnoty mapového díla vyjádřit nespojitou křivkou podle obr. 4.4. Klesající části křivky vznikají v dílčích časových úsecích, v nichž působí pouze degradace vytvořených užitných hodnot. Aktivní činnost kartografů vyvolává na této křivce nespojité změny, a to v časových okamžicích, kdy jsou poskytnuty uživatelům nové nebo obnovené mapy.



Obr. 4.4. Časový průběh změn užitné hodnoty mapového díla

Zvětšování počtu, druhu a měřítek map a rozsahu zobrazovaného území zvětšuje hodnotu úbytku celkové užitné hodnoty mapového díla za časovou jednotku. Není-li zabezpečena v přiměřeném rozsahu aktualizace a obnova vytvořených map, může postupně dojít k situaci, kdy změna užitné hodnoty $\triangle U(T_k - T_{k-1})$ bude nabývat záporných hodnot. Takovému nepříznivému vývoji může při daných omezených zdrojích zabránit jedině vhodné koncepční řízení, které bude respektovat časovou podmíněnost kvality a efektivnosti práce v kartografii.

4.3. Vliv úrovně splnění jednotlivých kritérií na užitnou hodnotu map

Změny úrovně splnění jednotlivých kritérií mají rozdílný vliv na změnu celkové užitné hodnoty mapy. Výsledek závisí na váze kritéria (tab. 3.3) a jeho postavení v agregující funkci (3.9), resp. (3.14). Velikost tohoto vlivu lze odvodit diferencováním agregující funkce podle příslušného proměnného parametru.

4.3.1. Vliv změny obsahu mapy

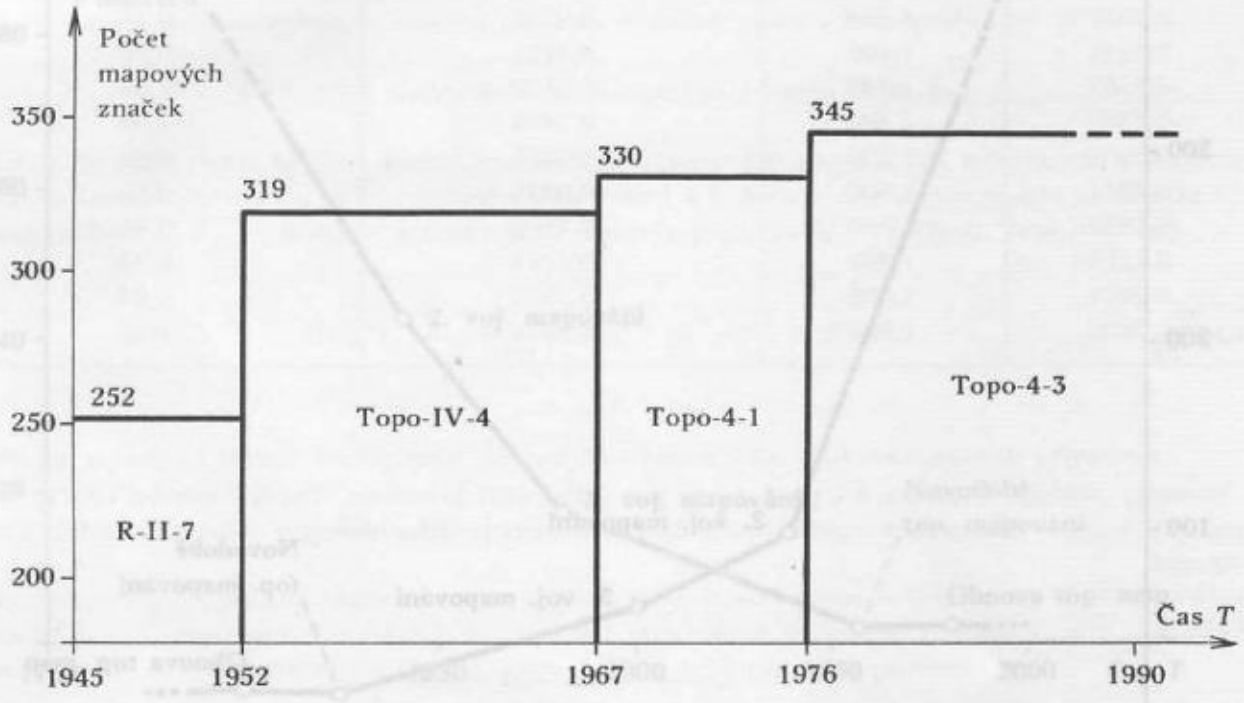
Bude-li mít změna obsahu mapy konečnou velikost danou parametrem $\triangle \alpha^{(ij)}$, změní se celková užitná hodnota uvažované mapy o hodnotu $\triangle U_1^{(ij)}$ danou vztahem

$$\triangle U_1^{(ij)} = \frac{-p_1^{(ij)}}{100} p_3^{(i)} u_3^{(ij)} p_4^{(i)} u_4^{(ij)} \cdot \triangle \alpha^{(ij)}. \tag{4.9}$$

Hodnoty $p_1^{(i)}$, $p_3^{(i)}$, $p_4^{(i)}$ mají význam konstant přibližně daných údaji tabulky 3.3. Hodnotu $u_3^{(ij)}$ je vhodné zde uvažovat jako průměrnou úroveň aktuálnosti obsahu mapy $\bar{u}_3^{(ij)}$ za celé období, v němž je uvažovaná mapa využívána. Podle obr. 4.3 lze odhadnout, že platí

$$\bar{u}_3^{(ij)} \doteq 0{,}5. \tag{4.10}$$

Hodnota $u_4^{(ij)}$ charakterizuje význam území zobrazeného v mapě. V daném případě ji lze považovat za konstantu.



Obr. 4.5. Změny počtu grafických značek na topografických mapách měřítka 1 : 25 000

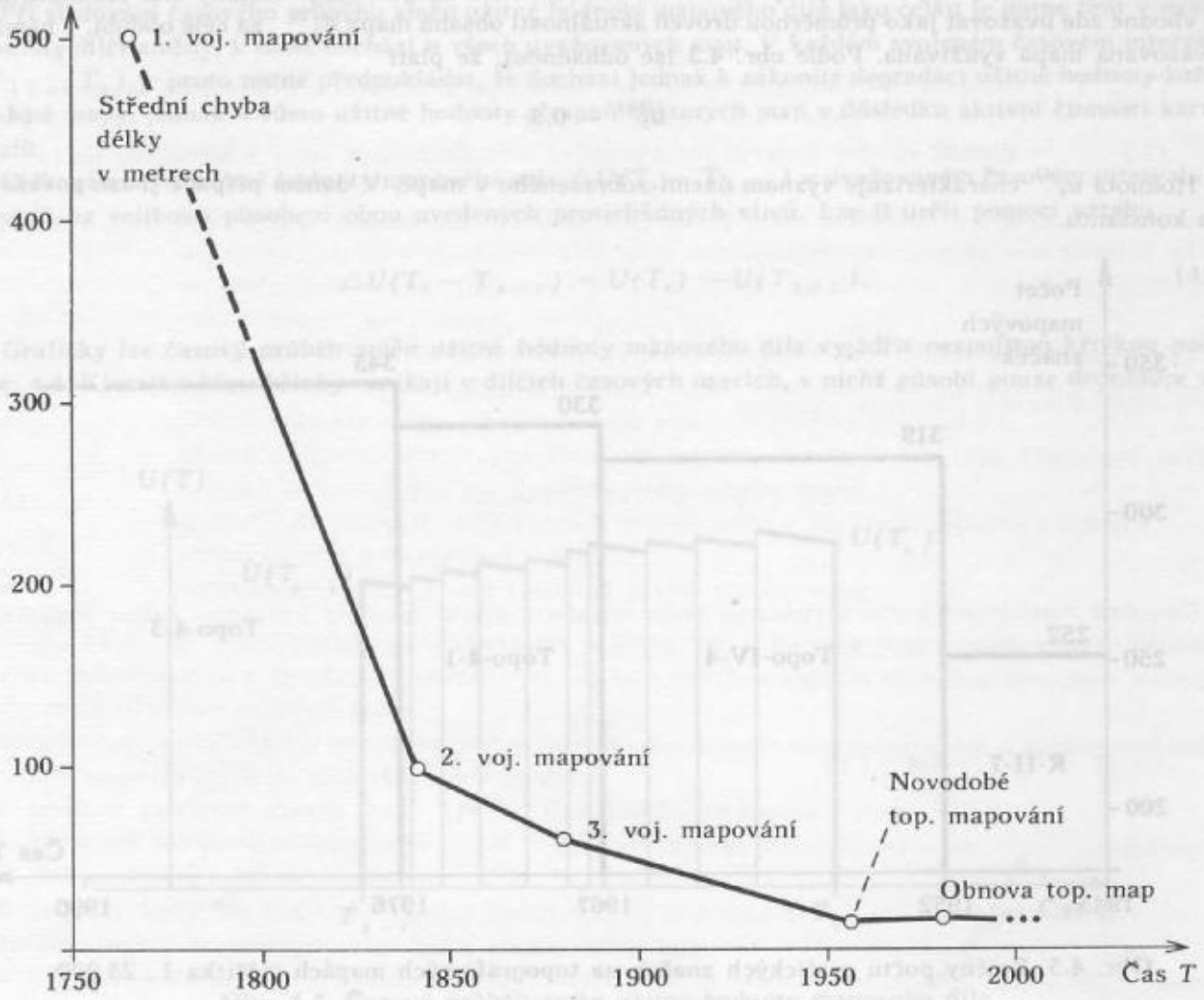
Změna parametru $\triangle \alpha^{(ij)}$ vyjadřuje změnu obsahu posuzované mapy v procentech obsahu porovnávacího etalonu. Může být vyvolána jednak změnou obsahu porovnávacího etalonu při posuzování již vydané mapy (obr. 4.5), jednak odchylkou obsahu zpracovávané mapy oproti požadavkům platného porovnávacího etalonu. Porovnávací etalon soudobých topografických map je definován předpisem [57].

4.3.2. Vliv změny přesnosti zobrazení obsahu mapy

Celková změna užitné hodnoty j-té mapy i-tého měřítka $\triangle U_2^{(ij)}$ je dána součtem dílčích změn vyvolaných změnami všech dílčích kritérií přesnosti $k = 1, 2, \ldots, N^{(i)}$. Platí pro ni vztah

$$\triangle U_2^{(ij)} = \frac{1{,}465 \sum_{k=1}^{N^{(i)}} \triangle x^{(ijk)} p^{(ik)}}{\sum_{k=1}^{N^{(i)}} p^{(ik)}} p_2^{(i)} p_3^{(i)} u_3^{(ij)} p_4^{(i)} u_4^{(ij)}. \tag{4.11}$$

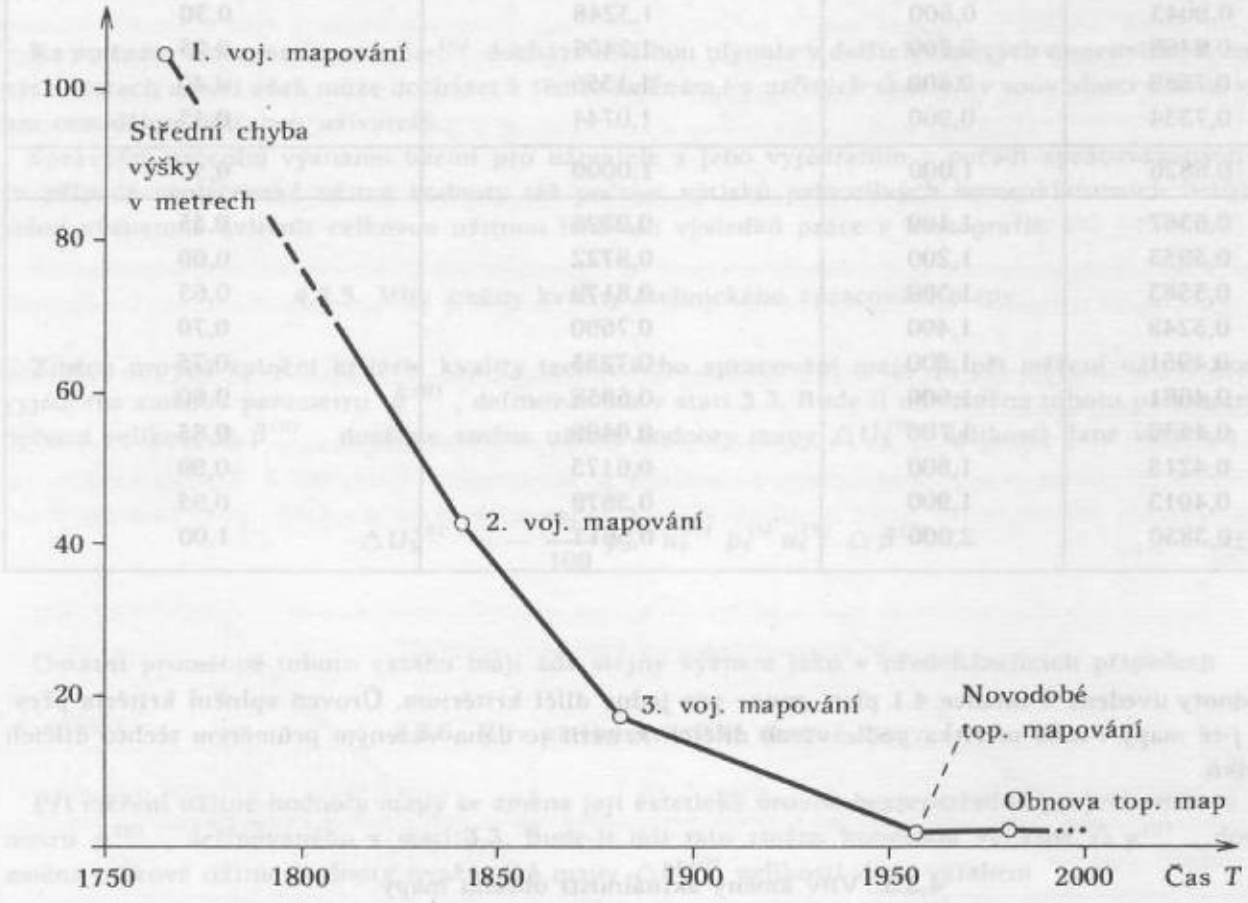
Podobně jako u vztahu (4.9) mají i zde hodnoty $p_2^{(i)}$, $p_3^{(i)}$, $p_4^{(i)}$ význam konstant přibližně daných údaji tab. 3.3. Hodnotu $u_3^{(i)}$ je vhodné zde uvažovat jako průměrnou úroveň aktuálnosti obsahu mapy přibližně danou vztahem (4.10). Proměnné hodnoty $\triangle x^{(i|k)}$ jsou závislé na přesnosti mapy posuzované podle k-tého dílčího kritéria přesnosti vzhledem k požadavkům porovnávacího etalonu.



Obr. 4.6. Vývoj přesnosti zobrazení polohopisu topografických map základního měřítka

Dosažení určitého saturačního pásma v uspokojení požadavků na přesnost zobrazení polohopisu i výškopisu topografických map základního měřítka naznačuje i průběh grafů na obr. 4.6 a 4.7. Přesnost zobrazení polohopisu v grafu na obr. 4.6 je posuzována podle velikosti středních chyb délek měřených v rozsahu území zobrazeného na mapovém listě.

Vzhledem k dosažené přesnosti soudobých topografických map, publikované v [39] a [50], i vzhledem k relativnímu ustálení těchto požadavků podle předpisu [57] může další zvýšení přesnosti topografických map přispět ke zvýšení jejich celkové užitné hodnoty pouze v omezeném rozsahu. Názorně to ukazují údaje tabulky 4.1, kde je vyjádřena úroveň splnění kritéria přesnosti mapy $u_2^{(j)}$ v závislosti na proměnných hodnotách podílů $x^{(jk)}$. Je zde rovněž uveden příklad pro dílčí kritérium přesnosti zobrazení polohopisu topografických map dané hodnotou $\sigma_k = 0{,}5$ mm v měřítku mapy.



Obr. 4.7. Vývoj přesnosti zobrazení výškopisu topografických map základního měřítka

Hodnocení podle kritéria přesnosti

Tabulka 4.1

Výsledky kontrolního měření v jednotkách		Úroveň splnění kritéria přesnosti $u_2^{(ij)}$	Příklad pro dílčí kritérium $\sigma_k = 0{,}5$ mm
$x^{(ijk)}$	σ_k		
0,9876	0,400	1,4468	0,20
0,9544	0,500	1,3982	0,25
0,9043	0,600	1,3248	0,30
0,8468	0,700	1,2406	0,35
0,7888	0,800	1,1556	0,40
0,7334	0,900	1,0744	0,45
0,6826	1,000	1,0000	0,50
0,6367	1,100	0,9328	0,55
0,5953	1,200	0,8722	0,60
0,5583	1,300	0,8179	0,65
0,5249	1,400	0,7690	0,70
0,4951	1,500	0,7253	0,75
0,4681	1,600	0,6858	0,80
0,4436	1,700	0,6499	0,85
0,4215	1,800	0,6175	0,90
0,4013	1,900	0,5879	0,95
0,3830	2,000	0,5611	1,00

Hodnoty uvedené v tabulce 4.1 platí pouze pro jedno dílčí kritérium. Úroveň splnění kritéria přesnosti j-té mapy i-tého měřítka podle všech dílčích kritérií je dána váženým průměrem těchto dílčích výsledků.

4.3.3. Vliv změny aktuálnosti obsahu mapy

Proměnnou veličinou, která vyvolává nejvýraznější změny úrovně splnění kritéria aktuálnosti obsahu mapy, je především čas $T^{(ij)}$. Tato hodnota narůstá od okamžiku, pro který platil úplný soulad obsahu uvažované mapy se skutečností v terénu.

Bude-li mít změna času konečnou hodnotu $\triangle T^{(ij)}$, dosáhne změna užitné hodnoty mapy $\triangle U_3^{(ij)}$ velikosti dané vztahem

$$\triangle U_3^{(ij)} = - \frac{p_3^{(i)} p_4^{(i)} u_4^{(ij)}}{T_{mez}^{(ij)} - T_{um}^{*(ij)}} \left[p_1^{(i)} u_1^{(ij)} + p_2^{(i)} u_2^{(ij)} + p_5^{(i)} u_5^{(ij)} + p_6^{(i)} u_6^{(ij)} \right] \triangle T^{(ij)}. \qquad (4.12)$$

Hodnoty $p_1^{(i)}$, $p_2^{(i)}$, $p_3^{(i)}$, $p_4^{(i)}$, $p_5^{(i)}$, $p_6^{(i)}$ mají zde význam konstant daných pro topografické mapy přibližně údaji tabulky 3.3, hodnoty $u_1^{(ij)}$, $u_2^{(ij)}$, $u_4^{(ij)}$, $u_5^{(ij)}$, $u_6^{(ij)}$ jsou výsledky měření užitné hodnoty j-té mapy i-tého měřítka podle jednotlivých kritérií.

Z hlediska posuzování úrovně splnění kritéria aktuálnosti obsahu mapy je rozhodující její průměrná úroveň u vydaných map. Tuto hodnotu lze zlepšovat jak zkracováním periody obnovy map, tak zkracováním doby trvání výrobního cyklu (zmenšováním doby $T_{um}^{(ij)}$) nebo i prodlužováním doby $T_{mez}^{(ij)}$ vhodnou generalizací jejich obsahu.

4.3.4. Vliv změny významu území zobrazeného v mapě

Změna území zobrazeného v j-té mapě i-tého měřítka je vyjádřena změnou parametru $v^{(ij)}$. Tato změna je na činnosti kartografů nezávislá. Kartografové ji musí znát a ve svých rozhodnutích respektovat. Není-li z jakýchkoliv důvodů respektována, nebo je i chybně určena, dochází ke snížení celkové užitné hodnoty vytvářeného díla v závislosti na velikosti této odchylky.

Bude-li změna významu území dána konečnou hodnotou $\triangle v^{(ij)}$, dosáhne změna užitné hodnoty uvažované mapy velikosti $\triangle U_4^{(ij)}$ podle vztahu

$$\triangle U_4^{(ij)} = p_3^{(i)} u_3^{(ij)} p_4^{(i)} [p_1^{(i)} u_1^{(ij)} + p_2^{(i)} u_2^{(ij)} + p_5^{(i)} u_5^{(ij)} + p_6^{(i)} u_6^{(ij)}] \triangle v^{(ij)} . \quad (4.13)$$

Ke změnám významu území $\triangle v^{(ij)}$ dochází většinou plynule v delších časových dimenzích. V omezených částech území však může docházet k těmto změnám i v určitých skocích v souvislosti s nově vzniklou nenadálou potřebou uživatelů.

Správným určením významu území pro uživatele a jeho vyjádřením v pořadí zpracovávaných map (v případě společenské užitné hodnoty též počtem výtisků jednotlivých nomenklaturních listů) lze velmi významně ovlivnit celkovou užitnou hodnotu výsledků práce v kartografii.

4.3.5. Vliv změny kvality technického zpracování mapy

Změna úrovně splnění kritéria kvality technického zpracování mapy je při měření užitné hodnoty vyjádřena změnou parametru $\beta^{(ij)}$, definovaného v stati 3.3. Bude-li mít změna tohoto parametru konečnou velikost $\triangle \beta^{(ij)}$, dosáhne změna užitné hodnoty mapy $\triangle U_5^{(ij)}$ velikosti dané vztahem

$$\triangle U_5^{(ij)} = -\frac{p_5^{(i)}}{100} p_3^{(i)} u_3^{(ij)} p_4^{(i)} u_4^{(ij)} \triangle \beta^{(ij)} . \quad (4.14)$$

Ostatní proměnné tohoto vztahu mají zde stejný význam jako v předcházejících případech.

4.3.6. Vliv změny estetické úrovně mapy

Při měření užitné hodnoty mapy se změna její estetické úrovně bezprostředně projeví změnou parametru $\gamma^{(ij)}$, definovaného v stati 3.3. Bude-li mít tato změna konečnou velikost $\triangle \gamma^{(ij)}$, dosáhne změna celkové užitné hodnoty uvažované mapy $\triangle U_6^{(ij)}$ velikosti dané vztahem

$$\triangle U_6^{(ij)} = -\frac{p_6^{(i)}}{100} p_3^{(i)} u_3^{(ij)} p_4^{(i)} u_4^{(ij)} \triangle \gamma^{(ij)} . \quad (4.15)$$

4.4. Analýza možností zvýšení užitné hodnoty topografických map

Jak vyplývá z předcházejících statí, změny v úrovni splnění jednotlivých kritérií mohou rozdílným způsobem přispět ke zvýšení užitné hodnoty map. K splnění stanovených cílů je potřebné tyto možnosti vzájemně porovnat a vybrat tu z nich, která může poskytnout v daných podmínkách největší reálné zvýšení užitné hodnoty topografických map bez výraznějšího zvýšení nároků na zdroje. K výsledku lze dospět např. metodou párového porovnání všech možných způsobů řešení této úlohy.

Výhodnosť zvýšení úrovně splnění každého z porovnávaných kritérií byla posuzována z těchto dvou hledisek:

a) z hlediska maximálně možné velikosti zvýšení užitné hodnoty topografických map;

b) z hlediska předpokládané náročnosti na zdroje.

Výsledky párového porovnání možných způsobů řešení úlohy, posuzované z hlediska velikosti očekávaného zvýšení užitné hodnoty topografických map, jsou souhrnně uvedeny v tab. 4.2. Z tabulky lze vyčíst, že největší počet priorit při tomto párovém porovnávání získalo kritérium č. 3. Z toho vyplývá,

Výhodnost řešení z hlediska velikosti reálného zvýšení užitné hodnoty mapy

Tabulka 4.2

Porovnávaná kritéria		Priorita	Počet voleb	Pořadí výhodnosti
1	Obsah mapy	2 3 4 1 6	1	5
2	Přesnost zobrazení	3 4 2 3	3	3
3	Aktuálnost obsahu	4 1 3 2	5	1
4	Význam území	3 2 4 3	4	2
5	Kvalita zpracování	4 6	0	6
6	Estetická úroveň		2	4

že největší reálné zvýšení celkové užitné hodnoty topografických map lze očekávat především zvýšením aktuálnosti jejich obsahu.

Toto zjištění je v plném souladu s dosavadní praxí obnovy topografických map, při níž je sledováno jako hlavní cíl „uvést prvky obsahu mapy do souladu se skutečností" [54], str. 4. Rovněž kritéria na dalších místech tohoto pořadí dobře postihují žádoucí orientaci úsilí na zlepšení užitné hodnoty topografických map.

Výhodnost řešení z hlediska nákladů

Tabulka 4.3

Porovnávaná kritéria		Priorita	Počet voleb	Pořadí výhodnosti
1	Obsah mapy	1 3 4 1 6	2	4
2	Přesnost zobrazení	3 4 5 3	0	6
3	Aktuálnost obsahu	3 4 6 4	5	1
4	Význam území	4 3 6	4	2
5	Kvalita zpracování	6	1	5
6	Estetická úroveň		3	3

Výsledky párového porovnání různých způsobů zvýšení užitné hodnoty topografických map, posuzovaných z hlediska předpokládané náročnosti na zdroje, jsou souhrnně uvedeny v tab. 4.3. Největší počet priorit získalo i v tomto případě kritérium číslo 3.

Toto zjištění je velmi významné, neboť potvrzuje existenci dosud plně nevyužitých možností zvýšení aktuálnosti obsahu topografických map a tím i jejich užitné hodnoty vhodnými, investičně nenáročnými opatřeními.

I když může být získaný výsledek poznamenán nepřesnostmi odborných odhadů, kterým nebylo možné

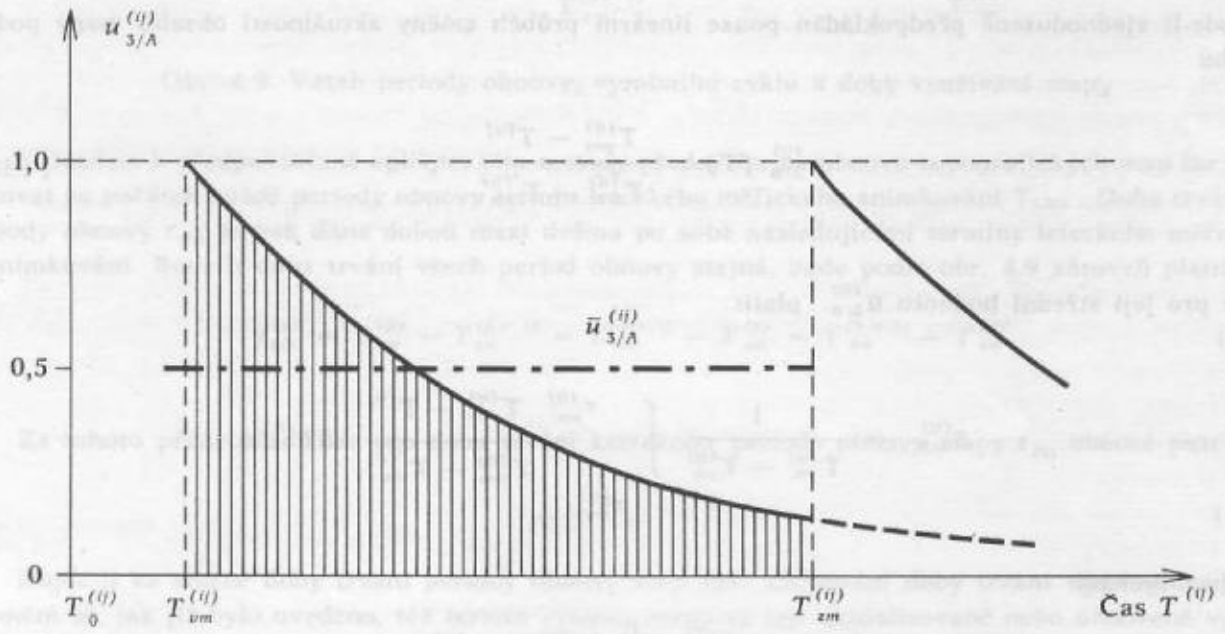
se při párovém porovnávání vyhnout, lze jej v této etapě zkoumání přijmout alespoň do té míry, že si zaslouží další důkladnou analýzu. Rovněž další kritéria — úměrně svému pořadí výhodnosti v tab. 4.3 — naznačují možnosti zlepšení užitné hodnoty topografických map bez výraznějšího zvýšení nároků na zdroje.

4.5. Analýza možností zvýšení aktuálnosti obsahu map

Předcházející porovnávací analýza potvrdila, že nejvýraznějšího zlepšení individuální užitné hodnoty soudobých topografických map lze dosáhnout zvýšením úrovně splnění kritéria aktuálnosti jejich obsahu. Zároveň tato analýza naznačila existenci možností zvýšit aktuálnost obsahu topografických map vhodnými, investičně nenáročnými opatřeními při jejich tvorbě a obnově. Z tohoto hlediska jsou zde podrobně analyzovány zejména možnosti zvýšení aktuálnosti obsahu map zkrácením periody jejich obnovy, zkrácením výrobního cyklu a prodloužením mezní doby jejich zastarání.

4.5.1. Možné způsoby hodnocení aktuálnosti obsahu map

Aktuálnost obsahu každé mapy lze hodnotit buď pouze z hlediska její úrovně ve zvoleném časovém okamžiku T, nebo z hlediska určité průměrné úrovně dosažené za celé období, v němž je mapa využívána.



Obr. 4.8. Změna aktuálnosti obsahu mapy a její průměrná hodnota

Při analýze možností zvýšení aktuálnosti obsahu map je vhodné sledovat průměrnou aktuálnost obsahu j-té mapy i-tého měřítka $\bar{u}_3^{(ij)}$, které dosáhne za celé období, v němž je využívána, tj. od vydání v době $T_{vm}^{(ij)}$ až po její nahrazení aktualizovanou nebo obnovenou mapou v době $T_{zm}^{(ij)}$, viz obr. 4.8.

Bude-li změna aktuálnosti obsahu mapy v čase vyjádřena vztahem

$$u_{3/A}^{(ij)}(T) = e^{-C[T^{(ij)} - T_{um}^{*(ij)}]},$$

$$\text{kde } C = \frac{2}{T_{mez}^{(ij)}}, \tag{4.16}$$

bude pro její střední hodnotu $\bar{u}_{3/A}^{(ij)}$ platit

$$\bar{u}_{3/A}^{(ij)} = \frac{1}{T_{zm}^{(ij)} - T_{um}^{(ij)}} \int_{T_{um}^{(ij)}}^{T_{zm}^{(ij)}} e^{-C[T^{(ij)} - T_{um}^{*(ij)}]} \, dT^{(ij)},$$

z čehož vychází

$$\bar{u}_{3/A}^{(ij)} = \frac{T_{mez}^{(ij)}}{2[T_{zm}^{(ij)} - T_{um}^{(ij)}]} \left\{ e^{-C[T_{um}^{(ij)} - T_{um}^{*(ij)}]} - e^{-C[T_{zm}^{(ij)} - T_{um}^{*(ij)}]} \right\}. \tag{4.17}$$

Bude-li zjednodušeně předpokládán pouze lineární průběh změny aktuálnosti obsahu mapy podle vztahu

$$u_{3/B}^{(ij)}(T) = \frac{T_{mez}^{(ij)} - T^{(ij)}}{T_{mez}^{(ij)} - T_{um}^{*(ij)}}, \tag{4.18}$$

bude pro její střední hodnotu $\bar{u}_{3/B}^{(ij)}$ platit

$$\bar{u}_{3/B}^{(ij)} = \frac{1}{T_{zm}^{(ij)} - T_{um}^{(ij)}} \int_{T_{um}^{(ij)}}^{T_{zm}^{(ij)}} \frac{T_{mez}^{(ij)} - T^{(ij)}}{T_{mez}^{(ij)} - T_{um}^{*(ij)}} \, dT^{(ij)},$$

z čehož vychází

$$\bar{u}_{3/B}^{(ij)} = \frac{T_{mez}^{(ij)} - \frac{1}{2}[T_{zm}^{(ij)} + T_{um}^{(ij)}]}{T_{mez}^{(ij)} - T_{um}^{*(ij)}}. \tag{4.19}$$

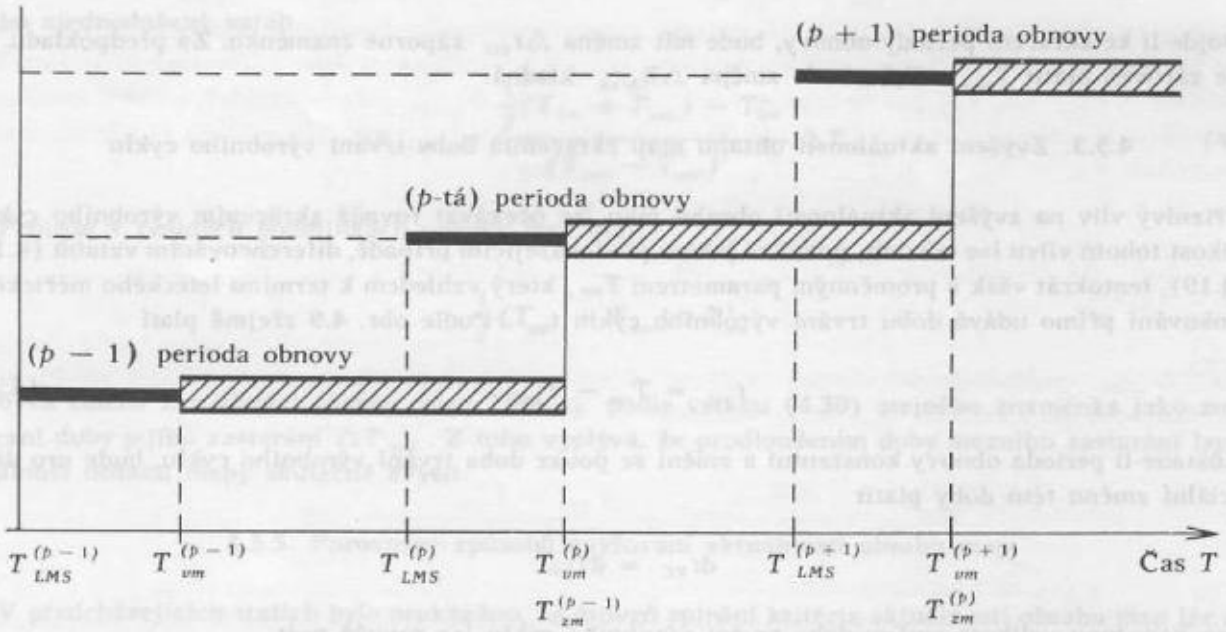
I když tyto vztahy vycházejí pouze z hodnocení jednotlivé mapy, dovolují studovat podmíněnost úrovně splnění kritéria aktuálnosti jak na změně periody její obnovy, tak na změně trvání výrobního cyklu i na změně doby mezního zastarání obsahu mapy.

4.5.2. Zvýšení aktuálnosti obsahu map zkrácením periody jejich obnovy

Aktuálnost obsahu map je nutné zajišťovat především jejich pravidelnou údržbou a obnovou. Čím kratší je perioda obnovy, tím lze očekávat vyšší úroveň splnění kritéria aktuálnosti jejich obsahu.

Ve vzorcích (4.17) a (4.19), udávajících průměrnou hodnotu aktuálnosti obsahu *j*-té mapy *i*-tého měřítka, se změna doby trvání periody obnovy projeví změnou parametru $T_{zm}^{(ij)}$, tj. změnou termínu výměny této mapy jejím aktualizovaným nebo obnoveným vydáním. Podle obr. 4.9 je tento termín totožný s ter-

mínem nového vydání uvažované mapy v následující periodě obnovy. Indexy *(ij)* nejsou zde uvažovány, protože analýza se vztahuje sice na jedinou, avšak obecně na kteroukoliv mapu. Místo toho je u jednotlivých termínů vyznačeno vždy pořadí periody obnovy, ke které se tyto údaje vztahují.



Obr. 4.9. Vztah periody obnovy, výrobního cyklu a doby využívání mapy

Vzhledem k předpokládané aplikaci této metody především na obnovu topografických map lze považovat za počátek každé periody obnovy termín leteckého měřického snímkování T_{LMS}. Doba trvání periody obnovy t_{PO} je pak dána dobou mezi dvěma po sobě následujícími termíny leteckého měřického snímkování. Bude-li doba trvání všech period obnovy stejná, bude podle obr. 4.9 zároveň platit

$$t_{PO}^{(p)} = T_{zm}^{(p)} - T_{zm}^{(p-1)} = T_{vm}^{(p+1)} - T_{vm}^{(p)} = T_{zm}^{(p+1)} - T_{zm}^{(p)} . \tag{4.20}$$

Za tohoto předpokladu lze pro dobu trvání kterékoliv periody obnovy mapy t_{PO} obecně psát

$$t_{PO} = T_{zm} - T_{vm} . \tag{4.21}$$

Dojde-li ke změně doby trvání periody obnovy map (při zachování doby trvání výrobního cyklu), změní se, jak již bylo uvedeno, též termín výměny mapy za její aktualizované nebo obnovené vydání. Protože výsledkem diferencování vztahu (4.21) s proměnným parametrem T_{zm} je

$$\mathrm{d}t_{PO} = \mathrm{d}T_{zm} ,$$

lze pro konečnou velikost změny doby trvání periody obnovy rovněž psát

$$\Delta t_{PO} = \Delta T_{zm} . \tag{4.22}$$

Výpočtem diferenciálů funkcí (4.17) a (4.19) proměnné doby T_{zm} a jejich úpravou lze odvodit pro změnu aktuálnosti obsahu mapy $\Delta \bar{u}_{3/1}$ v závislosti na změně periody obnovy Δt_{PO} vztah

$$\Delta \bar{u}_{3/1A} = \left[\frac{T_{zm} - T_{vm} + \frac{1}{2} T_{mez}}{(T_{zm} - T_{vm})^2} e^{-C(T_{zm} - T_{vm}^{\cdot})} - \frac{\frac{1}{2} T_{mez}}{(T_{zm} - T_{vm})^2} e^{-C(T_{vm} - T_{vm}^{\cdot})} \right] \Delta t_{PO} \tag{4.23}$$

nebo zjednodušený vztah

$$\Delta \bar{u}_{3/1B} = - \frac{\Delta t_{PO}}{2(T_{mez} - T^{*}_{vm})} . \tag{4.24}$$

Dojde-li ke zkrácení periody obnovy, bude mít změna Δt_{PO} záporné znaménko. Za předpokladu, že bude zároveň platit $T_{mez} > T^{*}_{vm}$, bude změna $\Delta \bar{u}_{3/1B}$ kladná.

4.5.3. Zvýšení aktuálnosti obsahu map zkrácením doby trvání výrobního cyklu

Příznivý vliv na zvýšení aktuálnosti obsahu map lze očekávat rovněž zkrácením výrobního cyklu. Velikost tohoto vlivu lze odvodit, podobně jako v předcházejícím případě, diferencováním vztahů (4.17) a (4.19), tentokrát však s proměnným parametrem T_{vm}, který vzhledem k termínu leteckého měřického snímkování přímo udává dobu trvání výrobního cyklu t_{VC}. Podle obr. 4.9 zřejmě platí

$$t_{VC} = T_{vm} - T_{LMS} . \tag{4.25}$$

Zůstane-li perioda obnovy konstantní a změní se pouze doba trvání výrobního cyklu, bude pro diferenciální změnu této doby platit

$$\mathrm{d}t_{VC} = \mathrm{d}T_{vm} .$$

Pro konečnou velikost změny doby trvání výrobního cyklu lze rovněž psát

$$\Delta t_{VC} = \Delta T_{vm} . \tag{4.26}$$

Výpočtem diferenciálů funkcí (4.17) a (4.19) proměnné doby T_{vm} a jejich úpravou lze odvodit pro změnu aktuálnosti obsahu mapy $\Delta \bar{u}_{3/2}$ v závislosti na změně doby trvání výrobního cyklu Δt_{VC} vztah

$$\Delta \bar{u}_{3/2A} = \frac{1}{T_{zm} - T_{vm}} \left[e^{-C(T_{zm} - T^{*}_{vm})} - e^{-C(T_{vm} - T^{*}_{vm})} \right] \Delta t_{VC} \tag{4.27}$$

nebo zjednodušený vztah

$$\Delta \bar{u}_{3/2B} = - \frac{\Delta t_{VC}}{T_{mez} - T^{*}_{vm}} . \tag{4.28}$$

Dojde-li ke zkrácení doby trvání výrobního cyklu, bude mít změna Δt_{VC} záporné znaménko. Za předpokladu, že zároveň platí $T_{mez} > T^{*}_{vm}$, bude změna aktuálnosti obsahu mapy $\Delta \bar{u}_{3/2B}$ nabývat podle vztahu (4.28) kladných hodnot. Z toho vyplývá, že zkrácením výrobního cyklu lze úroveň aktuálnosti obsahu mapy skutečně zvýšit.

4.5.4. Zvýšení aktuálnosti obsahu map prodloužením doby mezního zastarání jejich obsahu

Mezní doba zastarání obsahu map T_{mez} je závislá jednak na časové stálosti prvků terénu, které zobrazuje (stať 4.1.1), jednak na stupni generalizace jejich kartografického zobrazení. Čím je generalizace zobrazovaných prvků a jejich charakteristik výraznější, tím lze očekávat delší dobu mezního zastarání obsahu mapy. Z toho vyplývá, že dobu mezního zastarání lze do určité míry účelně ovlivňovat.

Změnou mezní doby zastarání lze ovlivňovat úroveň splnění kritéria aktuálnosti obsahu map, viz vztahy (4.17) a (4.19). Výpočtem jejich diferenciálů s proměnnou dobou T_{mez} a jejich úpravou lze odvodit pro změnu aktuálnosti obsahu mapy $\Delta \bar{u}_{3/3}$ v závislosti na změně mezní doby zastarání jejího obsahu ΔT_{mez} vztah

$$\Delta \bar{u}_{3/3A} = \left[\frac{T_{um} - T^{*}_{um} + \frac{1}{2} T_{mez}}{(T_{zm} - T_{um}) T_{mez}} e^{-C(T_{um} - T^{*}_{um})} - \frac{T_{zm} - T^{*}_{um} + \frac{1}{2} T_{mez}}{(T_{zm} - T_{um}) T_{mez}} e^{-C(T_{zm} - T_{um})} \right] \Delta T_{mez} \tag{4.29}$$

nebo zjednodušený vztah

$$\Delta \bar{u}_{3/3B} = \frac{\frac{1}{2}(T_{zm} + T_{um}) - T^{*}_{um}}{(T_{mez} - T^{*}_{um})^{2}} \Delta T_{mez} . \tag{4.30}$$

Protože v reálných podmínkách obnovy map platí

$$\frac{1}{2}(T_{zm} + T_{um}) > T^{*}_{um} ,$$

nabývá změna aktuálnosti obsahu mapy $\Delta \bar{u}_{3/3B}$ podle vztahu (4.30) stejného znaménka jako změna mezní doby jejího zastarání ΔT_{mez}. Z toho vyplývá, že prodloužením doby mezního zastarání lze aktuálnost obsahu mapy skutečně zvýšit.

4.5.5. Porovnání způsobů zvyšování aktuálnosti obsahu map

V předcházejících statích bylo prokázáno, že úroveň splnění kritéria aktuálnosti obsahu map lze zvyšovat jednak zkracováním periody obnovy a doby trvání výrobního cyklu, jednak prodlužováním mezní doby zastarání jejich obsahu. Vzhledem k cílům disertace je však třeba tyto možnosti vzájemně porovnat a určit tu z nich, která v daných podmínkách skýtá největší možnost zvýšit užitnou hodnotu map bez výraznějšího zvýšení nároků na zdroje.

4.5.5.1. Porovnání vlivu zkrácení periody obnovy a doby trvání výrobního cyklu

Za předpokladu, že dojde ke zkrácení obou parametrů o stejnou hodnotu, tzn., že bude platit $\Delta t_{PO} = \Delta t_{VC}$, lze účinnost obou vlivů na zvýšení aktuálnosti obsahu mapy posoudit pomocí podílu

$$D_{1A/2A} = \frac{\Delta \bar{u}_{3/1A}}{\Delta \bar{u}_{3/2A}} \tag{4.31}$$

nebo pomocí podílu

$$D_{1B/2B} = \frac{\Delta \bar{u}_{3/1B}}{\Delta \bar{u}_{3/2B}} . \tag{4.32}$$

Dosazením výrazů (4.23) a (4.27) do vztahu (4.31) s hodnotami parametrů $T_{um} = T^{*}_{um} = 4$, $T_{zm} = T_{mez} = 12$ vychází hodnota tohoto podílu

$$D_{1A/2A} \doteq 0{,}39.$$

Dosazením zjednodušených výrazů (4.24) a (4.28) do vztahu (4.32) vychází jeho hodnota (pro libovolnou velikost parametrů T_{um}, T^{*}_{um}, T_{zm}, T_{mez})

$$D_{1B/2B} = \frac{T_{mez} - T^{*}_{um}}{2(T_{mez} - T^{*}_{um})} = 0{,}50.$$

Oba tyto výsledky potvrzují, že vliv zkrácení doby trvání výrobního cyklu na zvýšení aktuálnosti obsahu map je nejméně dvakrát větší než vliv stejného časového zkrácení periody obnovy.

4.5.5.2. Porovnání vlivu zkrácení periody obnovy a prodloužení doby mezního zastarání obsahu map

Toto porovnání lze alespoň přibližně provést pomocí vybraného typického příkladu. Nechť např. dojde ke zkrácení periody obnovy mapy o hodnotu Δt_{PO} a k prodloužení doby jejího mezního zastarání o hodnotu ΔT_{mez} tak, aby platilo $|\Delta t_{PO}| = |\Delta T_{mez}|$. Podíl $D_{1A/3A}$ odpovídajících změn úrovně splnění kritéria aktuálnosti, daných vztahy (4.23) a (4.29), nabývá za tohoto předpokladu (a při vstupních parametrech $T_{vm} = T^{*}_{vm} = 4$, $T_{zm} = T_{mez} = 12$) hodnoty

$$D_{1A/3A} = \frac{\Delta \bar{u}_{3/1A}}{\Delta \bar{u}_{3/3A}} = 1{,}50.$$

Podíl $D_{1B/3B}$ zjednodušených vztahů (4.24) a (4.30) nabývá za podmínky $T_{vm} = T^{*}_{vm}$ a při libovolných vstupních parametrech T_{zm}, T_{mez} hodnoty

$$D_{1B/3B} = \frac{\Delta \bar{u}_{3/1B}}{\Delta \bar{u}_{3/3B}} = \frac{T_{mez} - T^{*}_{vm}}{T_{mez} + T_{vm} - 2T^{*}_{vm}} = 1{,}00.$$

Shrnutím obou těchto výsledků lze dospět k závěru, že zkrácením periody obnovy map o určitou časovou jednotku lze dosáhnout v průměru o něco většího zvýšení aktuálnosti jejich obsahu než prodloužením mezní doby zastarání (o tutéž časovou jednotku). Tento rozdíl však není příliš výrazný a je závislý též na vstupních parametrech T_{vm}, T^{*}_{vm}, T_{zm}, T_{mez}, což zjednodušené vztahy (4.24) a (4.30) plně nepostihují.

4.5.5.3. Porovnání vlivu zkrácení doby trvání výrobního cyklu a prodloužení doby mezního zastarání obsahu map

Rovněž toto porovnání lze alespoň přibližně, avšak k danému účelu dostatečně spolehlivě provést stejným postupem jako v předcházejícím případě. Za předpokladů uvedených v stati 4.5.5.2 nabývá podíl $D_{2A/3A}$ změn úrovně splnění kritéria aktuálnosti obsahu mapy, vyjádřených vztahy (4.27) a (4.29), hodnoty

$$D_{2A/3A} = \frac{\Delta \bar{u}_{3/2A}}{\Delta \bar{u}_{3/3A}} = 3{,}82.$$

Podíl $D_{2B/3B}$ podle zjednodušených vztahů (4.28) a (4.30) nabývá za stejných podmínek hodnoty

$$D_{2B/3B} = \frac{\Delta \bar{u}_{3/2B}}{\Delta \bar{u}_{3/3B}} = \frac{T_{mez} - T^{*}_{vm}}{\frac{1}{2}(T_{mez} - T^{*}_{vm})} = 2.$$

S přihlédnutím k oběma těmto výsledkům lze dospět k závěru, že zkrácení výrobního cyklu o určitou časovou jednotku vyvolá v porovnání se stejným prodloužením mezní doby zastarání obsahu map nejméně dvojnásobně větší zvýšení aktuálnosti jejich obsahu.

4.5.6. Shrnutí výsledků analýzy možností zvýšení aktuálnosti obsahu map

Na základě provedené analýzy lze považovat za prokázané, že aktuálnost obsahu map, vyjádřenou vztahy (4.17) a (4.19), lze v zásadě zvyšovat zkrácením periody obnovy, zkrácením doby trvání výrobního cyklu nebo též prodloužením doby jejich mezního zastarání. Celkovou změnu úrovně splnění kri-

téria aktuálnosti obsahu mapy $\Delta\bar{u}_3$, vyvolanou změnou periody obnovy Δt_{PO}, změnou doby trvání výrobního cyklu Δt_{VC} a změnou doby mezního zastarání obsahu mapy ΔT_{mez}, lze vyjádřit vztahem

$$\Delta\bar{u}_{3/A} = \left[\frac{T_{zm} - T_{um} + \frac{1}{2} T_{mez}}{(T_{zm} - T_{um})^2} e^{-C(T_{zm} - T^*_{um})} - \frac{\frac{1}{2} T_{mez}}{(T_{zm} - T_{um})^2} e^{-C(T_{um} - T^*_{um})} \right] . \Delta t_{PO} +$$

$$+ \frac{1}{T_{zm} - T_{um}} \left[e^{-C(T_{zm} - T^*_{um})} - e^{-C(T_{um} - T^*_{um})} \right] . \Delta t_{VC} +$$

$$+ \left[\frac{T_{um} - T^*_{um} + \frac{1}{2} T_{mez}}{(T_{zm} - T_{um}) T_{mez}} e^{-C(T_{um} - T^*_{um})} - \frac{T_{zm} - T^*_{um} + \frac{1}{2} T_{mez}}{(T_{zm} - T_{um}) T_{mez}} e^{-C(T_{zm} - T_{um})} \right] . \Delta T_{mez} , \quad (4.33)$$

kde $C = \frac{2}{T_{mez}}$, nebo zjednodušeným vztahem

$$\Delta\bar{u}_{3/B} = - \frac{\Delta t_{PO}}{2(T_{mez} - T^*_{um})} - \frac{\Delta t_{VC}}{T_{mez} - T^*_{um}} + \frac{\frac{1}{2}(T_{zm} + T_{um}) - T^*_{um}}{(T_{mez} - T^*_{um})^2} \Delta T_{mez} . \quad (4.34)$$

Největší vliv na změnu úrovně splnění kritéria aktuálnosti mapy má v těchto vzorcích (při stejné časové změně sledovaných parametrů Δt_{PO}, Δt_{VC} a ΔT_{mez}) druhý člen, vyjadřující změnu užitné hodnoty mapy vyvolanou změnou doby trvání výrobního cyklu Δt_{VC}. Zvýšení aktuálnosti obsahu map zkrácením doby trvání výrobního cyklu se jeví jako nejvýhodnější též z hlediska hodnocení nároků na zdroje.

5. ANALÝZA MOŽNOSTÍ ZKRÁCENÍ VÝROBNÍHO CYKLU

Vzhledem k cílům této analýzy se jeví jako účelné zahrnout do výrobního cyklu především všechny ty činnosti, které bezprostředně ovlivňují aktuálnost vytvářeného mapového díla, i když nejsou zabezpečovány kartografickým výrobním podnikem. V případě tvorby a obnovy topografických map celé měřítkové řady sem patří již letecké měřické snímkování a všechny další navazující činnosti až po vydání obnovených map. Tyto činnosti jsou podrobně popsány např. v [20] a [54] a není nutné je zde uvádět.

5.1. Základní struktura výrobního cyklu

Základní technologické části výrobního cyklu soudobé 3. obnovy topografických map celé měřítkové řady a přibližný časový průběh jejich plnění jsou znázorněny na obr. 5.1. Spotřeba hodin na kartoreprodukční část obnovy jednotlivých mapových listů je uvedena ve dvou variantách. První (menší) hodnota udává průměrnou spotřebu hodin při použití technologie oprav, druhá (větší) hodnota udává průměrnou spotřebu hodin při použití technologie nového kartografického zpracování mapy. Údaje byly získány z [13] a [20] a částečně doplněny vlastním statistickým šetřením.

Z porovnání spotřeby hodin a časového rozložení průběhu plnění jednotlivých technologických částí obnovy topografických map (obr. 5.1) vyplývá poměrně nízké využití celkové doby trvání výrobního cyklu t_{VC} k vlastní produktivní činnosti. Za předpokladu jednosměnného provozu je tato doba využívána v průměru za celý výrobní cyklus asi na 17 % při technologii oprav a asi na 24 % při technologii nového kartografického zpracování mapy. Toto využití je však u jednotlivých technologických částí obnovy dosti nerovnoměrné. Nejnižší je u topografické části, kde činí pouze asi 8 %, zatímco u kartografickoreprodukční části činí asi 26 % při technologii oprav a asi 35 % při technologii nového kartografického zpracování mapy.

Rozsah časových ztrát ve výrobním cyklu ukazuje, že celkového zkrácení doby trvání výrobního cyklu lze dosáhnout nejen zkracováním doby trvání vlastních odborných výkonů, tj. zvyšováním produktivity práce, ale též, a to často mnohem výrazněji, odstraňováním poruch a kooperačních časových ztrát ve výrobním cyklu. Tento poznatek je z hlediska studia možností zkrácení výrobního cyklu velmi významný.

5.2. Využití poznatků teorie hromadné obsluhy

Teorie hromadné obsluhy se zabývá zkoumáním situací, ve kterých dochází k hromadné poptávce po obsluze určitého druhu, přičemž kapacitní možnosti jsou omezeny. Charakteristickým znakem těchto situací je vznik čekacích front, které mohou velmi výrazně ovlivnit celkovou dobu pobytu požadavku v systému. Cílem zkoumání těchto situací je zdůvodnit pro dané výchozí podmínky optimální sladění kapacity systému s proměnnými nároky na obsluhu.

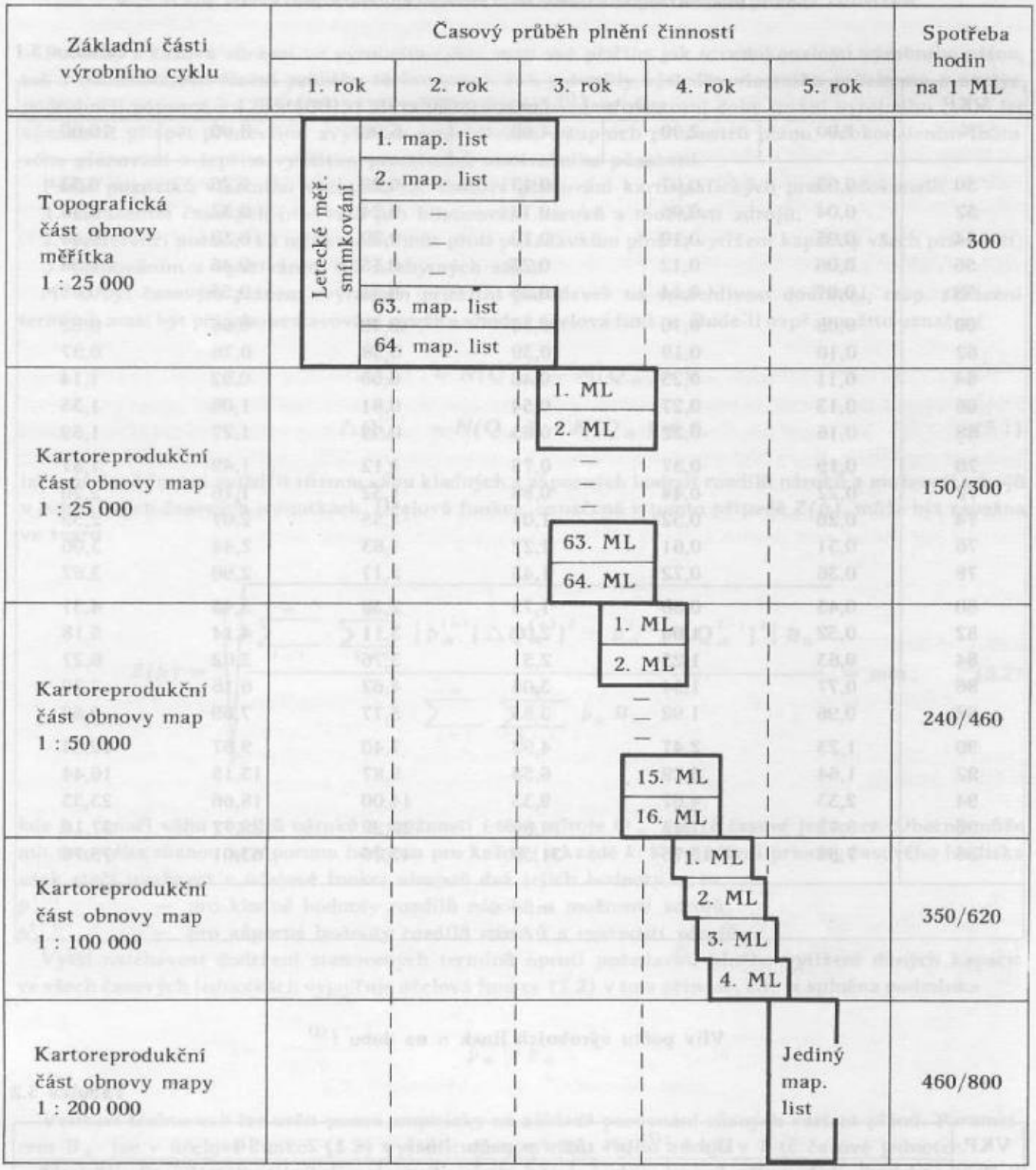
V důsledku změn v technologii a organizaci práce nabývají některé dílčí činnosti výrobního cyklu kartografie stále více charakteru hromadné obsluhy, zejména u automatizovaných částí technologie. Z literatury, např. [43] a [61], je známá řada modelů hromadné obsluhy umožňujících studovat různé typy reálných situací. K analýze a řešení situací vznikajících na některých kartografických pracovištích lze s určitou přibližností využít jednoduchý model hromadné obsluhy popsaný v [32].

Z teorie hromadné obsluhy vyplývají dvě možnosti zkracování doby trvání výrobního cyklu:

1. snižováním vytížení kapacity pracoviště (VKP),
2. zvětšováním počtu vzájemně zastupitelných pracovních linek, resp. koncentrací kapacit.

Závislost doby čekání požadavků ve frontě $\bar{t}^{(f)}$ na vytížení kapacity pracoviště ukazují údaje v tab. 5.1. Výsledky jsou odvozeny pomocí jednoduchého modelu hromadné obsluhy pro různou dobu trvání odborného výkonu $\bar{t}^{(ov)}$ a za předpokladu, že počet pracovních linek $n = 6$.

V tab. 5.2 je uveden výpis vybraných hodnot $\bar{t}^{(f)}$ z [32] pro různý počet pracovních linek n a pro dobu trvání odborného výkonu $\bar{t}^{(ov)} = 10{,}00$. Z porovnání těchto hodnot vyplývá, že při stejném vytížení kapacity pracoviště a při stejné době $\bar{t}^{(ov)}$ je průměrná doba čekání požadavků tím kratší, čím větší je počet vzájemně zastupitelných linek. Tento poznatek je velmi významný, neboť ukazuje na příznivý účinek koncentrace kapacit na možnosti zkracování výrobního cyklu.



Obr. 5.1. Základní struktura výrobního cyklu obnovy topografických map měřítkové řady 1 : 25 000 až 1 : 200 000

Závislost čekání požadavku ve frontě na vytížení kapacity pracoviště při $n = 6$

Tabulka 5.1

VKP %	Doba $\bar{t}^{(f)}$ čekání požadavku ve frontě					
	1,00	2,00	4,00	6,00	8,00	10,00
50	0,03	0,07	0,13	0,20	0,26	0,33
52	0,04	0,08	0,16	0,24	0,32	0,40
54	0,05	0,10	0,19	0,29	0,39	0,48
56	0,06	0,12	0,23	0,35	0,46	0,58
58	0,07	0,14	0,28	0,41	0,55	0,69
60	0,08	0,16	0,33	0,49	0,66	0,82
62	0,10	0,19	0,39	0,58	0,78	0,97
64	0,11	0,23	0,46	0,69	0,92	1,14
66	0,13	0,27	0,54	0,81	1,08	1,35
68	0,16	0,32	0,63	0,95	1,27	1,59
70	0,19	0,37	0,75	1,12	1,49	1,87
72	0,22	0,44	0,88	1,32	1,76	2,20
74	0,26	0,52	1,04	1,55	2,07	2,59
76	0,31	0,61	1,22	1,83	2,44	3,06
78	0,36	0,72	1,45	2,17	2,90	3,62
80	0,43	0,86	1,73	2,59	3,45	4,31
82	0,52	1,04	2,07	3,11	4,14	5,18
84	0,63	1,25	2,51	3,76	5,02	6,27
86	0,77	1,54	3,08	4,62	6,16	7,70
88	0,96	1,92	3,85	5,77	7,69	9,62
90	1,23	2,47	4,93	7,40	9,87	12,34
92	1,64	3,29	6,58	9,87	13,15	16,44
94	2,33	4,67	9,33	14,00	18,66	23,33
96	3,72	7,43	14,86	22,29	29,72	37,16
98	7,88	15,75	31,50	47,26	63,01	78,76
$n = 6$						

Vliv počtu výrobních linek n na dobu $\bar{t}^{(f)}$

Tabulka 5.2

VKP %	Doba $\bar{t}^{(f)}$ při různém počtu linek $n = 1, 2, \ldots, 10$									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20	2,50	0,42	0,10	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
40	6,67	1,90	0,78	0,38	0,20	0,11	0,06	0,04	0,02	0,01
60	15,00	5,62	2,96	1,79	1,18	0,82	0,59	0,44	0,33	0,25
80	40,00	17,78	10,79	7,46	5,54	4,31	3,47	2,86	2,40	2,05
90	90,00	42,63	27,24	19,69	15,25	12,34	10,29	8,77	7,61	6,69
$\bar{t}^{(ov)} = 10$										

5.3. Možnosti plánování a řízení kartografických prací

Poruchy a časová zdržení ve výrobním cyklu mají své příčiny jak v nedokonalosti výrobního plánu, tak v nedůslednosti řízení průběhu těchto prací. Jak potvrdily výsledky vlastního průzkumu a analýz, podrobněji popsané v [29], [30], [31] a [33], k efektivnímu zkrácení doby trvání výrobního cyklu lze významně přispět především: zvýšením spolehlivosti vstupních parametrů plánu, zdokonalením lhůtového plánování a lepším využitím prostředků motivačního působení.

Podle poznatků vlastního výzkumu lze lhůtové plánování kartografických prací zdokonalit

1. zkrácením časových intervalů pro bilancování nároků a možností zdrojů;
2. preferencí požadavků na zkrácení lhůt proti požadavkům plného vytížení kapacity všech pracovišť;
3. plánováním a využíváním též nezbytných záloh.

Má-li být časovým plánem zvýrazněn prioritní požadavek na spolehlivost dodržení, resp. zkrácení termínů, musí být při jeho sestavování využita vhodná účelová funkce. Bude-li např. použito označení

$$\Delta Q_{ik}^{(+)} = N(Q_{ik}) - M(Q_{ik}) \geq 0,$$
$$\Delta Q_{ik}^{(-)} = N(Q_{ik}) - M(Q_{ik}) \leq 0, \qquad (5.1)$$

lze v účelové funkci vyjádřit různou váhu kladných a záporných hodnot rozdílů nároků a možností zdrojů v jednotlivých časových jednotkách. Účelová funkce, označená v tomto případě $Z(p)$, může být zapsána ve tvaru

$$Z(p) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{m} \sum_{k=1}^{K} \left[p_{ik}^{(+)} [\Delta Q_{ik}^{(+)}]^2 + p_{ik}^{(-)} [\Delta Q_{ik}^{(-)}]^2 \right] B_{ik}}{\sum_{i=1}^{m} \sum_{k=1}^{K} p_{ik} B_{ik}}} \stackrel{!}{=} \min., \qquad (5.2)$$

kde p_{ik} značí váhu rozdílů nároků a možností i-tého zdroje Q_{ik} v k-té časové jednotce. Obecně může mít tato váha různou nezápornou hodnotu pro každé i a každé k. K vyjádření priority časového hlediska však stačí uvažovat v účelové funkci alespoň dvě jejich hodnoty, a to

$p_{ik}^{(+)}$ — pro kladné hodnoty rozdílů nároků a možností zdrojů,
$p_{ik}^{(-)}$ — pro záporné hodnoty rozdílů nároků a možností zdrojů.

Vyšší naléhavost dodržení stanovených termínů oproti požadavku plného vytížení daných kapacit ve všech časových jednotkách vyjadřuje účelová funkce (5.2) v tom případě, kdy je splněna podmínka

$$p_{ik}^{(+)} > p_{ik}^{(-)}.$$

Velikost těchto vah lze určit pouze empiricky na základě porovnání různých variant plánu. Parametrem B_{ik} lze v účelové funkci (5.2) vyjádřit různou váhu i-tého zdroje v k-té časové jednotce.

Spolehlivost přijaté optimální varianty časového plánu lze posuzovat přímo podle hodnoty účelové funkce (5.2). Je však třeba si uvědomit, že jde pouze o charakteristiku vnitřní přesnosti, která nepostihuje ani spolehlivost časového rozložení kapacitních nároků, ani spolehlivost určení kapacitních možností zdrojů v jednotlivých časových jednotkách.

6. PODMÍNKY RŮSTU KVALITY A EFEKTIVNOSTI PRÁCE VE VOJENSKÉ KARTOGRAFII

V této kapitole jsou formulovány základní podmínky, jež musí být splněny, aby jakákoliv vědecko-technická, technologická nebo organizační opatření při tvorbě a obnově map byla z hlediska celospolečenských zájmů a potřeb přínosem.

Podmínky růstu kvality práce jsou vyjádřeny pomocí časově podmíněného ukazatele individuální užitné hodnoty map, zdůvodněného v kapitolách 3 a 4. Protože zdroje na zabezpečení tvorby a obnovy map jsou vždy omezené, je nutné každé opatření na zvýšení kvality, resp. individuální užitné hodnoty map posuzovat též pomocí syntetického ukazatele efektivnosti práce.

6.1. Podmínky růstu kvality práce

Protože užitečným účinkem pro uživatele se může projevit jenom taková kvalitativní úroveň mapy, která odpovídá době, v níž je mapa skutečně využívána, nestačí hodnotit kvalitu mapy pouze pro časový okamžik $T_{vm}^{(ij)}$ jejího vydání. Rozhodující je její průměrná úroveň dosažená za celé období $t^{(ij)}$, v němž je mapa využívána, tj. za období od okamžiku $T_{vm}^{(ij)}$ až po okamžik $T_{zm}^{(ij)}$ jejího nahrazení obnovenou mapou.

Bude-li užitná hodnota j-té mapy i-tého měřítka (a druhu) vyjádřena jako funkce času vzorcem (4.6), lze pro její průměrnou úroveň $\overline{U}_A^{(ij)}\ [t^{(ij)}]$, které nabývá v časovém intervalu

$$t^{(ij)} = T_{zm}^{(ij)} - T_{vm}^{(ij)},$$

přibližně psát

$$\overline{U}_A^{(ij)}\ [t^{(ij)}] = \frac{U^{(ij)}\ [T_{vm}^{*(ij)}]}{T_{zm}^{(ij)} - T_{vm}^{(ij)}} \int_{T_{vm}^{(ij)}}^{T_{zm}^{(ij)}} e^{-c\,[T^{(ij)} - T_{vm}^{*(ij)}]}\, dT^{(ij)},$$

z čehož vychází

$$\overline{U}_A^{(ij)}\ [t^{(ij)}] = \frac{T_{mez}^{(ij)}\ U^{(ij)}\ [T_{vm}^{*(ij)}]}{2[T_{zm}^{(ij)} - T_{vm}^{(ij)}]} \left\{ e^{-c\,[T_{vm}^{(ij)} - T_{vm}^{*(ij)}]} - e^{-c\,[T_{zm}^{(ij)} - T_{vm}^{*(ij)}]} \right\}. \tag{6.1}$$

Bude-li užitná hodnota mapy jako funkce času vyjádřena zjednodušeným lineárním vztahem (4.7), lze pro její průměrnou úroveň $\overline{U}_B^{(ij)}\ [t^{(ij)}]$, které nabývá v časovém intervalu $t^{(ij)}$, přibližně psát

$$\overline{U}_B^{(ij)}\ [t^{(ij)}] = \frac{U^{(ij)}\ [T_{vm}^{*(ij)}]}{T_{zm}^{(ij)} - T_{vm}^{(ij)}} \int_{T_{vm}^{(ij)}}^{T_{zm}^{(ij)}} \frac{T_{mez}^{(ij)} - T^{(ij)}}{T_{mez}^{(ij)} - T_{vm}^{*(ij)}}\, dT^{(ij)},$$

z čehož vychází

$$\overline{U}_B^{(ij)}\ [t^{(ij)}] = \frac{U^{(ij)}\ [T_{vm}^{*(ij)}]}{T_{mez}^{(ij)} - T_{vm}^{*(ij)}} \left\{ T_{mez}^{(ij)} - \frac{1}{2}\,[T_{zm}^{(ij)} + T_{vm}^{(ij)}] \right\}. \tag{6.2}$$

Vztahy (6.1) a (6.2) postihují nejen kvalitu zpracování jednoho vydání j-té mapy i-tého měřítka, ale též úroveň celkové péče o její aktualizaci a obnovu. Tato stránka hodnocení kvality práce v kartografii nebyla dosud náležitě doceněna, i když má z hlediska kvality uspokojení potřeb uživatelů zásadní význam.

Aby bylo možné v tomto případě stanovit, zda kvalita zpracovávané mapy skutečně roste, je nutné porovnat průměrnou úroveň její individuální užitné hodnoty, které nabývá ve dvou po sobě jdoucích časových obdobích (periodách) $t_p^{(ij)}$, $t_{p+1}^{(ij)}$ vymezených její obnovou. Jako podmínka růstu kvality práce zde zřejmě platí

$$\overline{U}^{(ij)}\ [t_{p+1}^{(ij)}] > \overline{U}^{(ij)}\ [t_p^{(ij)}]. \tag{6.3}$$

Tuto podmínku lze splnit především vhodným přístupem k obnově uvažované mapy. Nutné je přitom respektovat rozdílný vliv změny úrovně spnění jednotlivých kritérií na užitnou hodnotu mapy, který byl podrobně analyzován v kapitole 4 a vyjádřen vztahy (4.9), (4.11), (4.12), (4.13), (4.14) a (4.15).

Při posuzování celkové kvality práce v rámci určitého vyššího organizačního stupně je potřebné vycházet z porovnání průměrné individuální užitné hodnoty $\overline{U}(t)$ odpovídajícího souboru map. Pro tuto hodnotu platí vztah

$$\overline{U}(t) = \left[\sum_{i=1}^{D} N^{(i)}\right]^{-1} \sum_{i=1}^{D} \sum_{j=1}^{N^{(i)}} \overline{U}^{(ij)}[t^{(ij)}], \tag{6.4}$$

kde $\overline{U}^{(ij)}[t^{(ij)}]$ je určeno pro každou mapu podle vztahu (6.1) nebo (6.2). Použitá označení mají význam podle popisu v stati 2 u vzorce (2.7). Kvalita práce v tomto případě poroste, bude-li splněna podmínka

$$\overline{U}(t_{p+1}) > \overline{U}(t_p). \tag{6.5}$$

Protože jednotlivé mapy mohou mít různou periodu obnovy, je výpočet průměrné úrovně individuální užitné hodnoty souboru map podle vztahu (6.4) v některých případech dosti složitý. Pro velké soubory map, jakými jsou např. topografické mapy měřítka 1 : 25 000 až 1 : 200 000 z území ČSSR, však lze počítat průměrnou užitnou hodnotu též pro zvolený časový okamžik T, a tím se do určité míry vyhnout uvedeným potížím. V tomto případě platí pro průměrnou úroveň individuální užitné hodnoty mapy vztah

$$\overline{U}(T) = \left[\sum_{i=1}^{D} N^{(i)}\right]^{-1} \sum_{i=1}^{D} \sum_{j=1}^{N^{(i)}} U^{(ij)}(T), \tag{6.6}$$

kde $U^{(ij)}(T)$ je individuální užitná hodnota j-té mapy i-tého měřítka v časovém okamžiku T, daná vztahem (4.6) nebo vztahem (4.7).

Vývoj kvality práce za určité plánovací období lze sledovat podle vývoje průměrné individuální užitné hodnoty souboru map, vypočítané pomocí vztahu (6.6) pro začátek T_0 a konec T tohoto období. Podmínkou růstu kvality práce v sledovaném období je splnění nerovnosti

$$\overline{U}(T) > \overline{U}(T_0). \tag{6.7}$$

Při posuzování reálných možností zvýšení individuální užitné hodnoty map je nutné vždy vycházet z toho, že zdroje k zabezpečení potřebných prací jsou omezené. Proto je třeba volit takový postup, kterým lze dosáhnout při daných omezených zdrojích maximálního přírůstku užitné hodnoty. Tím se vlastně problém zvyšování kvality map stává součástí širšího problému zvyšování efektivnosti práce v kartografii.

6.2. Podmínky růstu efektivnosti práce

Jako kritérium efektivnosti kartografických prací byl v kapitole 2 zdůvodněn a doporučen ukazatel poměrné efektivní hodnoty, rozpracovaný a využívaný v hodnotové analýze. Jeho možné modifikace pro potřeby analýzy efektivnosti kartografických prací jsou vyjádřeny vztahy (2.6) až (2.8). Předností těchto výrazů efektivnosti je, že respektují neoddělitelný vztah užitné hodnoty mapy a nákladů. Tato jejich vlastnost umožňuje prosazovat při hodnocení efektivnosti práce v kartografii princip priority celospolečenských zájmů a potřeb.

Pro hodnocení efektivnosti $E_v^{(ij)}$ v-té varianty zpracování j-té mapy i-tého měřítka lze analogicky ke vztahu (2.6) použít výrazu

$$E_v^{(ij)} = \frac{|\overline{U}_s^{(ij)}[t^{(ij)}]|_v}{\sum_{z=1}^{Z} |[S(Q)]^{(z)}|_v^{(ij)}}. \tag{6.8}$$

Ve jmenovateli zlomku je uvedena celková spotřeba zdrojů, přičemž značí:

$S(Q)$ — množství spotřebovaného zdroje, obvykle v peněžním vyjádření,

z — druh použitého zdroje,

Z — celkový počet použitých zdrojů.

K postižení časové podmíněnosti kvality a efektivnosti obnovy map je někdy výhodnější uvažovat místo celkových nákladů průměrné náklady za časovou jednotku. Budou-li uvažovány např. průměrné roční náklady, bude mít jmenovatel vztahu (6.8) tvar

$$\frac{1}{t^{(ij)}} \sum_{z=1}^{Z} |[S(Q)]^{(z)}|_v^{(ij)} .$$

V čitateli výrazu (6.8) je uvažovaná průměrná úroveň společenské užitné hodnoty mapy, definované vztahem (3.15), které mapa nabývá v časovém intervalu $t^{(ij)}$. S využitím této úpravy čitatele vztahu (6.8) lze pro výběr nejefektivnější varianty zpracování j-té mapy i-tého měřítka psát podmínku

$$E_v^{(ij)} = \frac{|\overline{U}^{(ij)}[t^{(ij)}] \cdot Y_{mez}^{(ij)} [1 - e^{-S^{(ij)} X^{(ij)}}]|_v}{\sum_{z=1}^{Z} |[S(Q)]^{(z)}|_v^{(ij)}} \doteq \max. \qquad (6.9)$$

Význam symbolů $Y_{mez}^{(ij)}$, $S^{(ij)}$, $X^{(ij)}$ je vysvětlen ve stati 3.5, věnované kvantitativnímu vyjádření společenské užitné hodnoty mapy.

Z formulace podmínky (6.9) je zřejmé, že vyšší efektivnosti zpracování mapy lze dosáhnout jednak zvýšením její užitné hodnoty, jednak snížením spotřeby zdrojů. Obecně však lze dosáhnout vyšší efektivnosti též snížením užitné hodnoty mapy, dojde-li zároveň k výraznějšímu snížení spotřeby zdrojů.

Je-li některý z těchto základních činitelů efektivnosti práce předem stanoven či nějak omezen, což je při řešení praktických úloh na jednotlivých stupních řízení dosti časté, mění se poněkud i charakter optimalizace. Při omezených zdrojích se hledá taková varianta řešení, která maximalizuje užitnou hodnotu. Je-li předem stanovena nutná či optimální úroveň užitné hodnoty, hledá se řešení s minimální spotřebou zdrojů. První případ je častější při rozhodování na vyšších stupních řízení, druhý případ je častější při rozhodování na nižších stupních řízení.

Toto postupné hledání optimálního řešení je nutné zejména při zpracování nebo obnově rozsáhlejšího mapového díla.

S využitím vztahů (2.7), (3.18) a (6.9) lze pro nejefektivnější variantu E_{vd} tvorby nebo obnovy mapového díla psát podmínku

$$E_{vd} = \frac{\sum_{i=1}^{D} \sum_{j=1}^{N^{(i)}} |W^{(ij)} \overline{U}^{(ij)}[t^{(ij)}] \cdot Y_{mez}^{(ij)} [1 - e^{-S^{(ij)} X^{(ij)}}]|_v}{\sum_{i=1}^{D} \sum_{j=1}^{N^{(i)}} \sum_{z=1}^{Z} |[S(Q)]^{(z)}|_v^{(ij)}} \doteq \max. \qquad (6.10)$$

Při studiu vývoje efektivnosti tvorby a obnovy map se ukazuje, že stále výraznější a obtížnější je především základní koncepční rozhodování o tom, co a jakým způsobem dělat, aby zdroje, které jsou pro tyto práce k dispozici, byly využity co nejúčelněji. Případné nedokonalosti koncepčního rozhodnutí a plánu nemohou být při plánování a řízení na nižších stupních řízení nebo při vlastním výkonu odborných prací výrazněji ovlivněny nebo napraveny. Jejich funkcí je především zabezpečit provedení požadovaných prací s dodržením předepsaných kvalitativních norem a s minimálním čerpáním zdrojů.

V metodice plánování kartografických prací se vychází z pětiletých a ročních prováděcích plánů. V rámci těchto časových období se plánuje struktura jmenovitých úkolů, jejich rozsah i čerpání zdrojů. K zabezpečení maximální efektivnosti plánu využití daných zdrojů E_{vq} je nutné zvolit takovou variantu plánu, pro kterou platí

$$E_{vq} = \frac{\sum_{i=1}^{D} \sum_{j=1}^{N^{(i)}} |U_{ss}^{(ij)}[T] - U_{ss}^{(ij)}[T_0]|_v}{\sum_{i=1}^{D} \sum_{j=1}^{N^{(i)}} \sum_{z=1}^{Z} \{[S(Q)]^{(z)}\}_v^{(ij)}} \stackrel{!}{=} \max. \qquad (6.11)$$

V čitateli zlomku této účelové funkce je s využitím vztahu (3.18) vyjádřen rozdíl celkové společenské užitné hodnoty mapového díla na konci a na začátku plánovacího období. Ve jmenovateli jsou uvedeny celkové zdroje vyčleněné na tvorbu a obnovu uvedeného mapového díla ve sledovaném plánovacím období $\langle T_0; T \rangle$.

Do výpočtu efektivnosti jednotlivých variant plánu využití daných zdrojů E_{vq} je nutné zahrnout změnu užitné hodnoty všech map uvažovaného mapového díla (mapových děl), tj. všech map obnovovaných, všech map nově vytvářených, ale i všech zbývajících map, i když nebudou v daném plánovacím období obnovovány nebo jinak upravovány. Nezbytnost takto komplexně chápané efektivnosti práce v kartografii vyplývá z poznatků získaných studiem tvorby a užití map jako časově prostorových a ne pouze prostorových modelů zobrazeného území, viz kapitolu 4.

V důsledku časové podmíněnosti užitné hodnoty map může výraz E_{vq} nabývat kladných i záporných hodnot. Znaménko tohoto výrazu vyjadřuje především skutečnost, zda zdroje vyčleněné k zabezpečení daného rozsahu mapového díla jsou dostatečné a zda jsou použity správně. Podmínkou růstu efektivnosti práce ve sledovaném, obecně v k-tém plánovacím období oproti stavu v předcházejícím $k-1$ plánovacím období je platnost vztahu

$$E_{vq}^{(k)} > E_{vq}^{(k-1)}. \qquad (6.12)$$

Z dosavadního výkladu vyplývá, že má-li být jakékoliv vědeckotechnické, technologické nebo organizační opatření směřující ke zvýšení kvality map efektivní, musí být splněna podmínka

$$\frac{\triangle \overline{U}(t)}{\overline{U}(t)} > \frac{\triangle S(Q)}{S(Q)}$$

nebo též

$$\frac{\triangle \overline{U}_{ss}(t)}{\overline{U}_{ss}(t)} > \frac{\triangle S(Q)}{S(Q)}. \qquad (6.13)$$

To znamená, že efektivní může být např. takové opatření, které při určitém relativním zvýšení spotřeby zdrojů $S(Q)$ zabezpečí větší relativní zvýšení průměrné užitné hodnoty nových nebo obnovovaných map. Efektivní však může být i takové opatření, které při určitém relativním snížení užitné hodnoty map umožní výraznější snížení spotřeby zdrojů.

7. HLAVNÍ VÝSLEDKY A ZÁVĚRY PRO JEJICH VYUŽITÍ

Z celého rozsahu doktorské disertační práce jsou zde uvedeny pouze ty části, které bylo možné publikovat v netajném čísle Sborníku topografické služby. Vynechány jsou především části, v nichž jsou analyzovány možnosti zabezpečení růstu kvality a efektivnosti obnovy topografických map měřítek 1 : 25 000 až 1 : 200 000 v podmínkách ČSLA a návrhy na konkrétní vědeckotechnická a organizační opatření vycházející z obecných částí celé studie.

Za hlavní výsledky celé disertace, v nichž jsou obsaženy nové poznatky, lze považovat především:

a) formulaci a zdůvodnění nového pojetí kvality a efektivnosti práce, které respektuje neoddělitelný vztah vytvořené užitné hodnoty a nákladů a umožňuje prosazovat při praktických rozhodováních v kartografii princip celospolečenské priority;

b) vypracování uceleného systému měření a kvantitativního vyjádření užitné hodnoty mapy a mapového díla, které plně respektuje význam faktoru času v kartografii;

c) analýzu změn užitné hodnoty map, jejich příčin a časového průběhu;

d) analýzu reálných možností zvýšení užitné hodnoty topografických map změnou úrovně splnění jednotlivých kvalitativních kritérií;

e) analýzu možností zvýšení aktuálnosti obsahu topografických map bez výraznějšího zvýšení nároků na zdroje;

f) analýzu možností zkrácení výrobního cyklu obnovy topografických map měřítkové řady 1 : 25 000 až 1 : 200 000 a ekonomické zdůvodnění jeho přínosů;

g) vymezení obecných podmínek růstu kvality a efektivnosti práce v kartografii s aplikací (v tomto sborníku neuvedenou) na řešení aktuálních problémů obnovy topografických map v podmínkách TS ČSLA;

h) konkrétní návrhy (v tomto sborníku rovněž neuvedené) na zvýšení užitné hodnoty topografických map celé měřítkové řady při současné úspoře zdrojů.

Vymezením podmínek růstu kvality a efektivnosti práce ve vojenské kartografii se podařilo vytvořit poměrně účinný a průkazný systém vzájemného porovnávání a hodnocení společenských přínosů různých vědeckotechnických, technologických a organizačních opatření při tvorbě a obnově vojenských map. I když některé vstupní údaje odvozených vztahů mohou být dosud určeny pouze odborným odhadem, jejich použití má již dnes značný praktický význam. Dovoluje např. posoudit očekávanou efektivnost různých vědeckovýzkumných záměrů, ať už jsou orientovány na zvyšování produktivity práce, zvyšování kvality (užitné hodnoty) map, nebo zlepšení organizace práce. Tím umožňuje orientovat tvůrčí činnost ve vojenské kartografii na takové problémy, jejichž řešení může přinést v daných podmínkách výraznější společenský efekt.

Na podkladě výsledků studia časové podmíněnosti kvality a efektivnosti práce v kartografii lze pro realizaci ve společenské praxi a pro další rozvoj vědního oboru kartografie doporučit tato opatření:

a) upřesnit koncepci obnovy topografických map tak, aby ve shodě s celkovými závěry zpracované studie byl jednoznačně prokázán a zabezpečen další růst kvality a efektivnosti této práce;

b) vypracovat a přijmout takovou variantu projektu a plánu obnovy topografických map, která ve smyslu obecných podmínek formulovaných v kapitole 6 zabezpečí maximální efektivnost využití zdrojů vyčleněných pro tuto činnost v rámci topografické služby ČSLA;

c) vypracovat a v praxi prosadit takovou technologii a organizaci obnovy topografických map, která umožní zkrátit dobu trvání výrobního cyklu nejméně o 25 % oproti současnému stavu, čímž lze dosáhnout významných společenských přínosů;

d) upravit směrnice a pokyny [46] a [48] pro hodnocení kvality topografických map tak, aby ve smyslu závěrů kapitol 3 a 4 lépe postihovaly uživatelské funkce i časovou podmíněnost úrovně jejich splnění;

e) zdokonalit dosud používané prostředky motivačního působení v kartografii tak, aby ve smyslu obecných podmínek formulovaných v kapitole 6 lépe podněcovaly zvyšování kvality a efektivnosti této práce;

f) využít zpracovanou studii o časové podmíněnosti kvality a efektivnosti práce ve vojenské kartografii k prohloubení odborné a vědecké výchovy kartografů na VAAZ;

g) orientovat další výzkum na důsledné systémové posouzení časové podmíněnosti všech dalších problémů řešených ve vojenské kartografii;

h) dále zdokonalovat a důsledněji využívat hodnotové nástroje při řešení teoretických i praktických problémů kartografie;

i) řešit základní teoretické i praktické problémy kartografie v dialektické jednotě stránky vědeckotechnické (technologické) a stránky vědeckého řízení.

8. POUŽITÁ LITERATURA

[1] BERLJANT, A. M.: Obraz prostranstva: karta i informacija. 1 vyd. Moskva, Mysľ 1986. 240 s.

[2] BERNARDT, G.: Zur Qualitätssicherung in der topographischen Kartographie. Vermessungstechnik, **31**, 1983, č. 11, s. 365—367.

[3] BOLLMANN, J.: Probleme der kartographischen Kommunikation. Bonn-Bad Godesberg, Kirschbaum Verlag 1977. 140 s.

[4] Ceník topografických map CSV-E 17-I/78. Obor 735-8. Praha, FMNO-17 1983. 9 s.

[5] Cenník veľkoobchodných cien produkcie VKÚ Harmanec (HOZS) CSV-E 17/1-I/85. Obor 735-8. Praha, FMNO 1985. 32 s.

[6] CLAUSS, CH.: Untersuchungen zum Gebrauchswert thematischer Karten als Voraussetzung für Vorschläge zur Erarbeitung von Standards. Vermessungstechnik, **31**, 1983, č. 1, s. 13—15.

[7] ČIŽMÁR, J.: Informačná schopnosť máp. [Kandidátská disertace.] Bratislava 1980. 142 s. — Slovenská vysoká škola technická. Fakulta stavebná.

[8] DEMEK, J.: Nauka o krajině. 1 vyd. Praha, Stát. pedag. nakl. 1983. 234 s.

[9] DEUMLICH, F.: Zur Bedeutung der Qualität in Geodäsie, Photogrammetrie und Kartographie. Vermessungstechnik, **29**, 1981, č. 9, s. 289—292.

[10] HÁJEK, M. — KRÁLIK, J.: Metódy kontroly kvality aplikované v kartografii. In: Plánovanie kvality a cena kartografických výrobkov. Sborník ČSVTS. Senec, ČSVTS 1982, s. 61—85.

[11] HÁJEK, M.: Hodnotenie a možnosť využívania Základnej mapy ČSSR 1 : 200 000 na tvorbu tematických máp. Geodetický a kartografický obzor, **30**, 1984, č. 7, s. 159—162.

[12] HRNČIAR, D. a kol.: Štúdia možností a metódy klasifikácie územia ČSSR z hľadiska početnosti a významnosti zmien. [Výzkumná zpráva.] Bratislava, VÚGK 1981. 37 s.

[13] KÁNSKÝ, J.: Studie o způsobech tvorby a obnovy topografických map ve státech Varšavské smlouvy. [Dílčí výzkumná zpráva.] Praha, VS 090 1987. 41 s.

[14] KLÍMA, J.: Zdokonalení, údržba a obnova topografických map. In: Vojenský topografický obzor, 1963, č. 1.

[15] KOCMAN, K.: Ekonomická efektivnost výroby. 1. vyd. Praha, Stát. nakl. techn. lit. 1976. 368 s.

[16] KOLÁČNÝ, A.: Utilitární kartografie, cesta k optimální účinnosti kartografické informace. Geodetický a kartografický obzor, **15**, 1969, č. 10 s. 239—244; č. 12, s. 301—307.

[17] Kolektiv autorů: Vojenská topografie. 1. vyd. Praha, MNO 1978. 424 s.

[18] Kolektiv autorů: Plánovanie kvality a cena kartografických výrobkov. Sborník ČSVTS. Senec, ČSVTS 1982. 180 s.

[19] Kolektiv autorů: Úkoly rozvoje vědy a techniky geodézie a kartografie v 8. pětiletém plánu. Sborník ČSVTS. Praha, ČSVTS 1984. 313 s.

[20] KONTRA, P.: Technicko-kartografické riadenie technológie obnovy topografických máp. [Kandidátská disertace.] Bratislava 1986. 119 s. — Slovenská vysoká škola technická. Fakulta stavebná.

[21] KOVAŘÍK, P.: Vícenásobné normativy v kartografickém výběru. In: Sborník VAAZ Brno, 1984, č. 3, s. 13—26.

[22] KREIBIG, H.: Sicherung der Qualität als gessellschaftliche Aufgabe bei der Befriedigung des Bedarfs an kartographischen Erzeugnissen. Vermessungstechnik, **26**, 1978, č. 9, s. 289—291.

[23] KRCHO, J.: Mapa a štruktúra jej obsahu z hľadiska teórie systémov. Geodetický a kartografický obzor, **27**, 1981, č. 1, s. 8—16.

[24] KUTTA, F.: K měření společenské efektivnosti. Politická ekonomie, **32**, 1984, s. 618—620.

[25] LAUERMANN, L.: Technická kartografie. 2. díl. 1. vyd. Brno, VAAZ 1978. 319 s.

[26] MEJSTŘÍK, M. — TOMS, M.: K syntéze účelnosti a kvality výrobků v cenách plánované vybilancovanosti. Politická ekonomie, **33**, 1985, s. 1257—1271.

[27] MERKEL, J.: Zur Qualität bei den Erzeugnissen und Leistungen des Vermessungs- und Kartenwesens. Vermessungstechnik, **30**, 1982, č. 9, s. 292—294.

[28] MIKLOŠÍK, F.: Mapování. 1. vyd. Brno, VAAZ 1976. 364 s.

[29] MIKLOŠÍK, F.: Obsah a zaměření studijního předmětu řízení geodetických a kartografických prací. [Habilitační práce.] Brno 1977. 165 s. — Vojenská akademie A. Zápotockého.

[30] MIKLOŠÍK, F.: Poruchy v komunikaci kartografické informace. In: Kartografia a spoločenský pokrok. Sborník 5. kartografické konference. Banská Bystrica, ČSVTS 1978, s. 99—108.

[31] MIKLOŠÍK, F.: Řízení geodetických a kartografických prací. 1. vyd. Brno, VAAZ 1979. 284 s.

[32] MIKLOŠÍK, F. — HOFMANN, A.: Tabulky a grafy jednoduchého modelu hromadné obsluhy. [Studijní pomůcka.] 1. vyd. Brno, VAAZ 1980. 43 s.
[33] MIKLOŠÍK, F.: Diagnóza poruch kartografického výrobního procesu. In: Riadenie kartografických výrobných procesov. Sborník ze semináře ČSVTS. Bratislava, ČSVTS 1980, s. 52—73.
[34] MIKLOŠÍK, F.: Hodnocení metod sběru informací při mapování. In: Sběr informací pro mapování. Sborník celostátní konference ČSVTS. Gottwaldov, ČSVTS 1980, s. 18—37.
[35] MIKLOŠÍK, F.: Podmíněnost časového ohodnocení síťového grafu. In: Síťová analýza v ČSLA. Sborník celoarmádního semináře ČSVTS. Košice, ČSVTS 1983, s. 12—22.
[36] MIKLOŠÍK, F.: Význam faktoru času v kartografii. In: Sborník 7. kartografické konference. Bratislava, ČSVTS 1984, s. 57—67.
[37] MIKLOŠÍK, F.: Přístupy k hodnocení kvality a užitné hodnoty mapového díla. In: Úkoly rozvoje vědy a techniky geodézie a kartografie v 8. pětiletém plánu. Sborník celostátní konference ČSVTS. Praha, ČSVTS 1984, s. 93—99.
[38] MIKLOŠÍK, F.: Některá teoretická východiska ke zvýšení užitné hodnoty topografických map. In: Sborník topografické služby MNO, 1985, č. 2, s. 1—10.
[39] MIKLOŠÍK, F.: Přesnost polohopisu obnovených topografických map měřítka 1 : 25 000. In: Sborník topografické služby MNO, 1986, č. 1, s. 1—16.
[40] NĚMEC, S. — HÝROSŠ, M.: Hodnotová analýza kartografických výrobkov. Geodetický a kartografický obzor, **30**, 1984, s. 249—255.
[41] Pokyny pro uplatňování jednotného systému řízení jakosti geodetických a kartografických prací v orgánech a organizacích resortu ČÚGK. Praha, ČÚGK 1984. 15 s.
[42] PRAVDA, J.: Kartografický jazyk. Geodetický a kartografický obzor, **23**, 1977, s. 243—248.
[43] RYBÁR, M. — HORYNA, V. a kol.: Operační výzkum ve vojenství. [Učební pomůcka.] Díl 22. 1. vyd. Praha, MNO 1969. 382 s.
[44] SALIŠČEV, K. A.: Ideje a teoretické problémy kartografie. Geodetický a kartografický obzor, **28**, 1982, s. 79—84.
[45] SALJŠČEV, K. A.: Vztah kartografie k zákonům a klasifikaci věd. Geodetický a kartografický obzor, **31**, 1985, s. 281—285.
[46] Směrnice pro činnost kontrolního orgánu topografické služby ČSLA. Praha, MNO 1981. 22 s.
[47] Směrnice SPK pro propočty efektivnosti úkolů v oblasti speciální techniky. Praha, Státní plánovací komise 1981. 57 s.
[48] Smernice kontroly a hodnotenia kvality kartoreprodukčnej výroby. Harmanec, VKÚ 1985. 110 s.
[49] SOMMER, M.: Zur Bestimmung des Gebrauchswertes geodätisch-kartographischer Erzeugnisse und Leistungen. Vermessungstechnik, **31**, 1983, č. 1, s. 8—10.
[50] SRNKA, E. — SEVERA, J.: Přesnost nových topografických map 1 : 25 000. In: Sborník VAAZ Brno, Ř. B, 1959, č. 2.
[51] SRNKA, E.: Analytické řešení generalizace v kartografii. [Habilitační práce.] Brno 1968. 159 s. — Vojenská akademie A. Zápotockého.
[52] SRNKA, E. a kol.: Nové typy map určené výhradně pro vojenské účely. Mapa 1 : 250 000. [Dílčí výzkumná zpráva.] Brno, VAAZ 1969. 56 s.
[53] SRNKA, E. a kol.: Údržba a obnova vojenského mapového díla. [Dílčí výzkumná zpráva.] Brno, VAAZ 1971. 68 s.
[54] Technické pokyny pro topografickou část 3. obnovy topografických map z území ČSSR. Dobruška, VTOPÚ 1981. 50 s.
[55] TOMS, M.: Měření efektů v socialistické ekonomice. 1. vyd. Praha, Svoboda 1981. 413 s.
[56] TOMS, M.: Kritérium efektivnosti a zdokonalování národohospodářského mechanismu. Politická ekonomie, **31**, 1983, s. 1263—1278.
[57] Topo-4-3. Mapové značky a směrnice pro zpracování topografických map měřítek 1 : 25 000, 1 : 50 000, 1 : 100 000 a 1 : 200 000. Praha, MNO 1976. 210 s.
[58] VEREŠČAKA, T. V. — POROBEDOV, N. S.: Polevaja kartografija. Moskva, Nedra 1986. 352 s.
[59] VLČEK, R.: Příručka hodnotové analýzy. 1. vyd. Praha, Stát. nakl. techn. lit. 1983. 304 s.
[60] VOLF, F.: Hodnotová analýza ve stavebnictví. 1. vyd. Praha, Stát. nakl. techn. lit. 1982. 279 s.
[61] WALTER, J. a kol.: Operační výzkum. 1. vyd. Praha, Stát. nakl. techn. lit. 1973. 192 s.
[62] MIKLOŠÍK, F.: Rozbor technicko-ekonomických charakteristik technologií 4. obnovy topografických map a návrh organizace výrobního cyklu. [Dílčí výzkumná zpráva.] Brno, VAAZ 1987. 30 s.

9. РЕЗЮМЕ

ИЗМЕНЕНИЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА И ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТ В ВОЕННОЙ КАРТОГРАФИИ С УЧЕТОМ ФАКТОРА ВРЕМЕНИ

В соответствии с повышением интенсификационных факторов во всем народном хозяйстве и его необходимом переходе на высшую эффективность постоянно возрастает значение фактора времени. Больше внимания уделяется ему как в теоретических работах, так и ходе осуществления народнохозяйственных замыслов. Из этого общего сдвига во взглядах на способы и пути эффективного создания потребительной стоимости не исключена, конечно, и военная картография. Здесь, кроме этого, учитывается фактор времени и некоторые специфические данные, которые подчеркивают его значение.

1. Введение

В вводной части работы дается оценка современного уровня решаемой проблематики, определены цели и кратко описаны избранные методы разработки.

Собственные знания и опыт, опубликованные в литературе под № [30], [33], [36], [37] и [38] подтвердили, что теоретическая разработка всей системы создания и обновления карт, которая бы учитывала все существенные взаимосвязи времени, невозможна только с применением существующих знаний картографической науки. Из этого вытекает необходимость ее дальнейшего развития и расширения.

Данная работа, исследующая изменения оценки качества и эффективности работ в военной картографии с учетом фактора времени, является попыткой дать хотя бы набросок дальнейшего возможного направления развития картографии как науки, прежде всего, в связи с некоторыми научными дисциплинами теории управления. Полезность этого направления работы была показана теоретическим решением некоторых основных проблем обновления топографических карт, которое является актуальной проблемой современной военной картографии.

Для выполнения поставленных целей было необходимо последовательно заниматься прежде всего следующими вопросами:

— формулированием и обоснованием соответствующего понятия качества и эффективности работ в военной картографии;

— измерением и оценкой потребительной стоимости карт;

— анализом изменений потребительной стоимости карт, их причин, следствий и влияния времени;

— анализом возможностей повышения качества и эффективности работ в военной картографии с использованием новых знаний об их обусловленности временем.

2. Понимание качества и эффективности работы в военной картографии

Понимание качества карт в существующих нормативах и предписаниях, прежде всего, выражает топологическую сторону их содержания и проведения. Но в них недостаточно выражено то, что карты должны служить временно-пространственными (а не только пространственными) моделями изображаемой территории.

Понятие о картах как временно-пространственных моделях, которое в картографии все больше применяется, см. напр. литературу под № [1], [23], [44] и [58], для обсуждения качества и эффективности работы в картографии имеет значительные последствия. Полезным эффектом для потребителя может проявиться только такой качественный уровень карты, отвечающий промежутку времени, в котором карта действительно использовалась. Это интервал времени от момента T_{zm} издания карты до момента T_{zm} ее замены актуализированной или обновленной картой.

Мерой полезных качеств карт является их потребительная стоимость $U(T)$ — или же качество ориентированное на потребителя. В анализе стоимости эта способность продуктов удовлетворять

своим качеством общественные нужды, называется функциональностью, что отвечает также понятию качества продуктов в ЧГН 01 0101.

Эффективность работы здесь понимается как доля количественно выраженных эффектов (результатов работы) и затрат на их достижение. Основным результатом работы в картографии является карта. Поэтому и обсуждение эффективности работы в картографии исходит из данных о создании и употреблении карт. Требование к максимальной эффективности этой работы можно выразить функцией *PEH* в виде следующей формулы

$$PEH = \frac{{}^{o}F}{S(Q)} \stackrel{!}{=} \text{макс.}, \qquad (1)$$

где:

${}^{o}F$ — уровень выполнения всех функций данного объекта (карты) или количественная величина, выражающая потребительную стоимость результатов работы,

$S(Q)$ — затраты на обеспечение всех функций созданного объекта (карты).

Из обоих частей эффективности работ, т. е. затрат и эффектов (результатов работы), пока надежные результаты достигаются только при измерении затрат. Измерение потребительной стоимости карт пока освоено не удовлетворительно из-за отсутствия ее основного теоретического обоснования.

3. Измерение потребительной стоимости карты

Существующие публикации решения этой проблематики не давали полного теоретического обоснования потребительной стоимости карты и методов ее измерения. Поэтому было необходимо последовательно решить следующие задачи:

— определить основные функции топографической карты и определить их значение (вес) для потребителя;

— определить и обосновать критерии к измерению уровня выполнения потребительных функций карты и установить значение (вес) отдельных показателей;

— установить метод измерений и оценку уровня выполнения отдельных показателей;

— составить и обосновать соответствующую математическую формулу для количественного определения индивидуальной и общественной потребительной стоимости карты.

Подробный анализ способа применения топографических карт показал, что карты выполняют шесть основных функций:

1) дают информации;
2) дают возможность изучать отношения между элементами содержания карт;
3) дают возможность проектировать и планировать;
4) облегчают управление;
5) иллюстрируют сообщения;
6) являются картографической основой.

Структура этих функций показывает, что применение топографических карт намного шире, чем это давала существующая общепризнанная информационная и познавательная функции. Из этого следует, что нельзя не учитывать в теории картографии тот факт, что люди (потребители) с помощью карт не только познают мир вокруг себя, но и стараются его изменить в своих интересах.

Эти функции карт очень мало поддаются прямому измерению. Поэтому было необходимо определить совокупность таких функцией обусловленных качеств карт (показателей), которые лучше выполняют это условие. Анализ способов использования топографических карт показал, что их способность выполнять данные функции обусловлена:

1) содержанием карты;
2) точностью изображения объектов и явлений на карте;
3) актуальностью содержания карты (соответствием содержания карты с местностью);

4) значением для потребителя территории, изображенной на карте;
5) качеством технической обработки карты;
6) эстетическим уровнем карты.

Значение (вес) отдельных показателей было определено тремя различными способами исследования у потребителей и создателей карт. Результаты статистической обработки этих исследований показаны в таблице № 1. Из данных этой таблицы следует, что значения (вес) показателей у отдельных масштабов топографических карт различны, что следует из их основного предназначения.

Таблица № 1

Показатели	Преобразованное значение показателей			
	1 : 25 000	1 : 50 000	1 : 100 000	1 : 200 000
1. Содержание карты	0,704	0,661	0,648	0,593
2. Точность изображения	0,761	0,676	0,523	0,483
3. Актуальность содержания	0,708	0,687	0,633	0,582
4. Значение территории	0,556	0,593	0,662	0,722
5. Качество обработки	0,578	0,582	0,600	0,619
6. Эстетический уровень	0,499	0,534	0,615	0,685
$\sum$	3,806	3,733	3,681	3,684

Анализ взаимоотношения показателей показал, что прежде всего показатель № 3 — актуальность содержания карты и показатель № 4 — значение для потребителя территории, изображенной на карте, выделяются, учитывая остальные показатели, как коэффициенты (имеют мультипликационный характер). При этом условии индивидуальную потребительную стоимость j-ой карты i-го масштаба можно выразить формулой

$$U^{(ij)}(T) = p_3^{(i)} u_3^{(ij)} \cdot p_4^{(i)} u_4^{(ij)} [p_1^{(i)} u_1^{(ij)} + p_2^{(i)} u_2^{(ij)} + p_5^{(i)} u_5^{(ij)} + p_6^{(i)} u_6^{(ij)}]. \quad (2)$$

Величины $p_s^{(i)} (s = 1, 2, \ldots, 6)$ обозначают значение (вес) показателей, величины $u_s^{(ij)}$ — уровень их выполнения у j-ой карты i-го масштаба по формуле

$$u_s^{(ij)} = \frac{k_s^{(ij)}}{k_s^{*(ij)}}, \quad (3)$$

где:
$k_s^{(ij)}$ — уровень выполнения s-го показателя, выраженный в избранной шкале из интервала $\langle 0; 100 \rangle$,
$k_s^{*(ij)}$ — нормированный (оптимальный или идеальный) уровень выполнения s-го показателя, выраженный в той же шкале.

Используя формулы (2), можно определить также общественную потребительную стоимость карты $U_s^{(ij)}(T)$, которая кроме этого зависит еще от их общественной потребности и количества тиража (экземпляров), что можно приблизительно выразить формулой

$$U_s^{(ij)}(T) = U^{(ij)}(T) \cdot Y_{mez}^{(ij)} \left[1 - e^{-s^{(ij)} x^{(ij)}}\right], \quad (4)$$

где:

$U^{(ij)}(T)$ — индивидуальная потребительная стоимость j-ой карты i-го масштаба по формуле (2),

$Y_{mez}^{(ij)}$ — предельное (максимально возможное) количество потребителей j-ой карты i-го масштаба; характеризует общественное значение территории, изображенной на карте,

$S^{(ij)}$ — обратная величина $Y_{mez}^{(ij)}$,

$X^{(ij)}$ — количество экземпляров j-ой карты i-го масштаба.

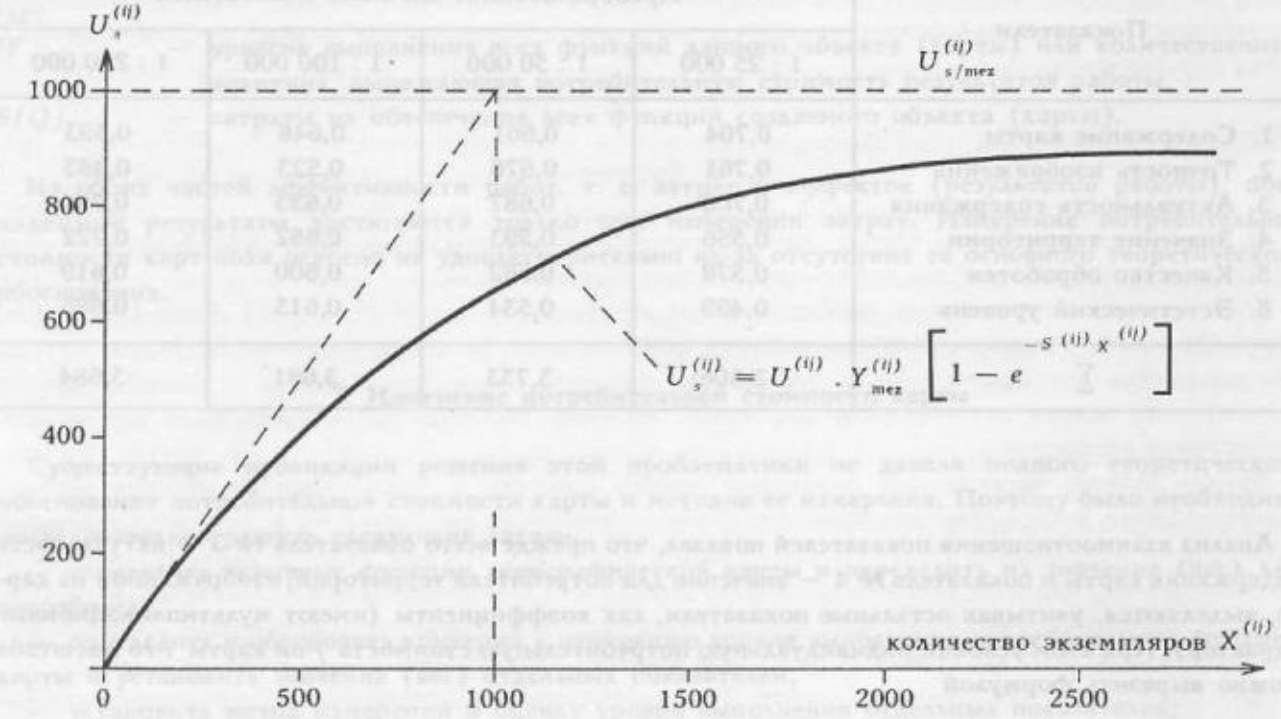


Рис. 1

Ход изменений общественной потребительной стоимости карты, в зависимости от количества экземпляров, графически изображен на рис. № 1.

4. Изменение потребительной стоимости карт

Главными причинами изменения индивидуальной потребительной стоимости карт стали: изменения изображаемой территории, изменения потребностей и применения карт и непосредственная деятельность картографов. Это причины объективного и субъективного характера.

У каждой карты после ее издания постепенно теряется (деградируется) ее потребительная стоимость. Чаще всего это происходит под влиянием изменений изображаемой территории, тогда как содержание карты не меняется. На основе проведенных исследований, каждое несовпадение содержания карты с местностью вызывает у потребителей сомнения и в следующих, хотя и правильно изображенных на карте элементах. Поэтому снижение потребительной стоимости карты происходит намного быстрее, чем действительное нарастание несоответствия между ее содержанием и состоянием местности, обозначенным $ZM^{(ij)}(T)$, см. рис. № 2.

В проведенных исследованиях карта была оценена как неподходящая с точки зрения показателя u_3 и в случае, когда изменилось 15—20 % ее содержания. Если время, в котором карта получает этот уровень несоответствия с местностью (уровень устарения), будет обозначено $T_{mez}^{(ij)}$, то ход изменений потребительной стоимости карты во время T можно выразить или точной формулой

$$U_A^{(ij)}(T) = U^{(ij)}[T_{um}^{*(ij)}] \cdot e^{-C[T^{(ij)} - T_{um}^{*(ij)}]}, \qquad (5)$$

или упрощенной линейной формулой

$$U_B^{(ij)}(T) = U^{(ij)}[T_{um}^{*(ij)}] \frac{T_{mez}^{(ij)} - T^{(ij)}}{T_{mez}^{(ij)} - T_{um}^{*(ij)}}, \qquad (6)$$

где:

$U^{(ij)}[T_{um}^{*(ij)}]$ — обозначает потребительную стоимость во время нормированного (эталоном намеченного) срока $T_{um}^{*(ij)}$ издания j-ой карты i-го масштаба,

$T^{(ij)}$ — время, которое истекло от момента полного совпадения карты с местностью (в случае обновления топографических карт это обычно момент аэрофотосъемки),

C — постоянная двойная обратная величина срока предельного устарения карты.

Зависимость относительного количества изменений содержания и потребительной стоимости j-ой карты i-го масштаба изображена на рис. № 2.

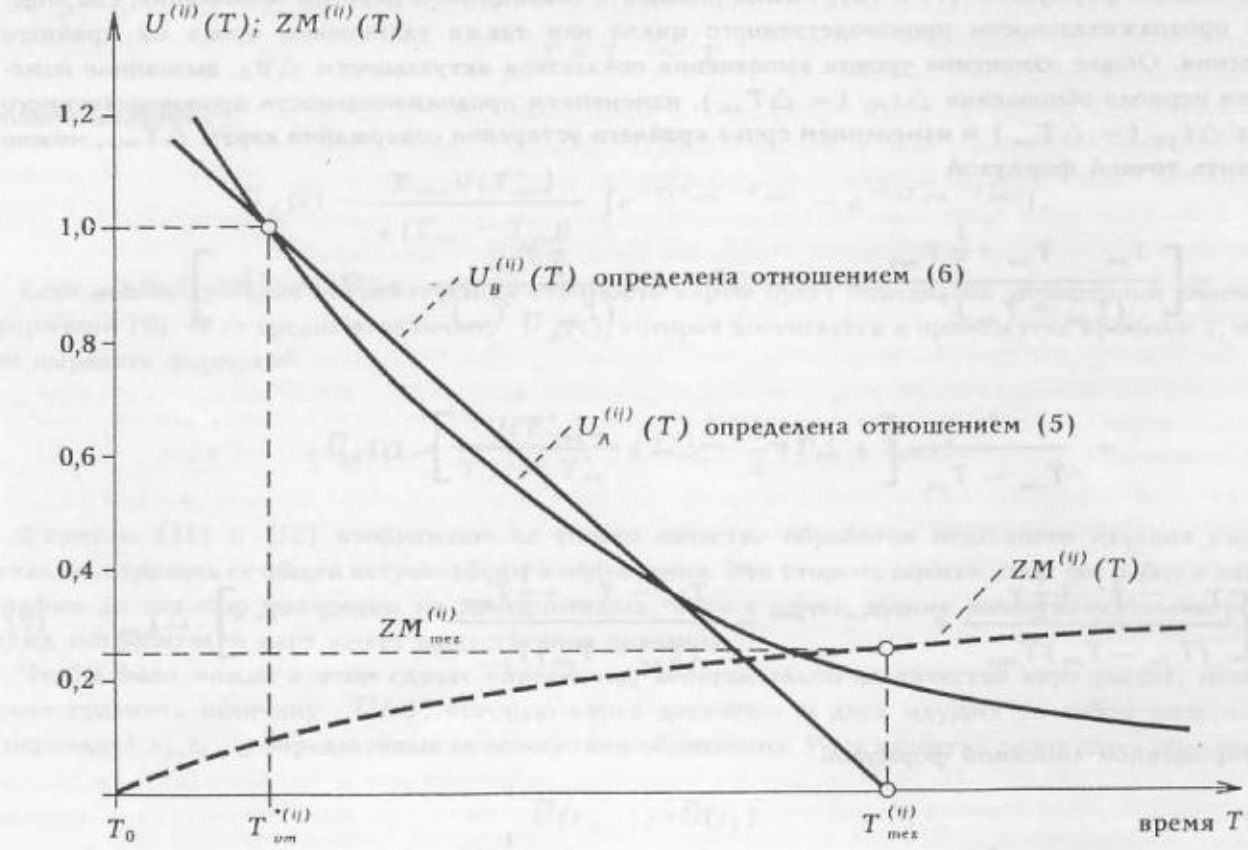


Рис. 2

Изменение уровня выполнения отдельных показателей имеет различное влияние на изменение потребительной стоимости карты. Это, с одной стороны, вытекает из различного значения (веса) отдельных показателей, с другой стороны, из их различного положения в функции (2). Сравнительный анализ влияния изменений отдельных показателей показал, что самого высокого реального увеличения потребительной стоимости современных топографических карт можно достичь прежде всего повышением актуальности их содержания. Актуальность содержания каждой карты можно рассматривать с помощью средней величины показателя $\overline{u}_3$ за весь срок ее службы. Для расчета этой величины была определена как точная формула

$$\overline{u}_{3/A} = \frac{T_{mez}}{2\,(T_{zm} - T_{vm})}\left[e^{-C(T_{vm} - T^{*}_{vm})} - e^{-C(T_{zm} - T^{*}_{vm})}\right], \qquad (7)$$

так и упрощенная линейная формула

$$\overline{u}_{3/B} = \frac{T_{mez} - \frac{1}{2}(T_{zm} - T_{vm})}{T_{mez} - T^{*}_{vm}}, \qquad (8)$$

где:

T_{vm} — время действительного издания карты,

T_{zm} — время, в котором происходит обновление карты.

Показатели времени в формулах (7) и (8) и во всех следующих формулах относятся к моменту T_0, для которого характерно полное совпадение содержания карты с местностью. В случае обновления топографических карт это обычно момент аэрофотосъемки.

На основе проведенного анализа можно сделать вывод, что актуальность содержания карт, определенную формулами (7) и (8), можно повышать сокращением периода обновления, сокращением продолжительности производственного цикла или также удлинением срока их крайнего устарения. Общее изменение уровня выполнения показателя актуальности $\triangle \overline{u}_3$, вызванное изменением периода обновления $\triangle t_{PO}$ ($= \triangle T_{zm}$), изменением продолжительности производственного цикла $\triangle t_{VC}$ ($= \triangle T_{vm}$) и изменением срока крайнего устарения содержания карты $\triangle T_{mez}$, можно выразить точной формулой

$$\triangle \overline{u}_{3/A} = \left[\frac{T_{zm} - T_{vm} + \frac{1}{2}T_{mez}}{(T_{zm} - T_{vm})^2}\, e^{-C(T_{zm} - T^{*}_{vm})} - \frac{\frac{1}{2}T_{mez}}{(T_{zm} - T_{vm})^2}\, e^{-C(T_{vm} - T^{*}_{vm})}\right] \cdot \triangle t_{PO} +$$

$$+ \frac{1}{T_{zm} - T_{vm}}\left[e^{-C(T_{zm} - T^{*}_{vm})} - e^{-C(T_{vm} - T^{*}_{vm})}\right] \cdot \triangle t_{VC} +$$

$$+ \left[\frac{T_{vm} - T^{*}_{vm} + \frac{1}{2}T_{mez}}{(T_{zm} - T_{vm})\,T_{mez}}\, e^{-C(T_{vm} - T^{*}_{vm})} - \frac{T_{zm} - T^{*}_{vm} + \frac{1}{2}T_{mez}}{(T_{zm} - T_{vm})\,T_{mez}}\, e^{-C(T_{zm} - T_{vm})}\right] \cdot \triangle T_{mez}, \qquad (9)$$

или упрощенной линейной формулой

$$\triangle \overline{u}_{3/B} = -\frac{\triangle t_{PO}}{2\,(T_{mez} - T^{*}_{vm})} - \frac{\triangle t_{VC}}{T_{mez} - T^{*}_{vm}} + \frac{\frac{1}{2}(T_{zm} + T_{vm}) - T^{*}_{vm}}{(T_{mez} - T^{*}_{vm})^2}\, \triangle T_{mez}. \qquad (10)$$

Самое большое влияние на изменение уровня выполнения показателя актуальности карты имеет (при одинаковом изменении переменных параметров $\triangle t_{PO}$, $\triangle t_{VC}$ и $\triangle T_{mez}$) вторая часть, определяющая изменение потребительной стоимости карты, вызванное изменением продолжительности производственного цикла $\triangle t_{VC}(= \triangle T_{vm})$. Повышение актуальности содержания карты путем сокращения продолжительности производственного цикла представляется в данных условиях как самое выгодное и с точки зрения оценки затрат. Поэтому стало возможно подробно проанализировать сокращение продолжительности производственного цикла.

5. Анализ возможностей сокращения производственного цикла

Подробный анализ подтвердил, что помехи и потери времени в производственном цикле значительно зависят от качества планирования и управления картографической работой. Исследования показали, что объем этих потерь времени в среднем больше, чем действительное время, затраченное на изготовление этих карт. Как подтвердили результаты исследования, подробнее смотри в публикации под № [29], [30], [31] и [33], для эффективного сокращения продолжительности производственного цикла можно добиться прежде всего: повышением надежности начальных параметров плана, совершенствованием сроков планирования и лучшим применением мотивирующих средств. В данной работе к этим вопросам проводятся конкретные предложения.

6. Условия роста качества и эффективности работ в военной картографии

Условия роста качества работ определены с помощью показателя индивидуальной потребительной стоимости карт. Решающим можно считать ее средний уровень за весь период t, в котором карта применялась.

Если индивидуальная потребительная стоимость карты будет определена формулой (5), то ее среднюю величину $\overline{U}_A(t)$, которая достигается в промежутке времени

$$t = T_{zm} - T_{vm},$$

можно выразить

$$\overline{U}_A(t) = \frac{T_{mez}\,U(T^{*}_{vm})}{2\,(T_{zm} - T_{vm})}\,[e^{-C(T_{vm} - T^{*}_{vm})} - e^{-C(T_{zm} - T^{*}_{vm})}]. \qquad (11)$$

Если индивидуальная потребительная стоимость карты будет определена упрощенной линейной формулой (6), то ее среднюю величину $\overline{U}_B(t)$, которая достигается в промежутке времени t, можно выразить формулой

$$\overline{U}_B(t) = \frac{U(T^{*}_{vm})}{T_{mez} - T^{*}_{vm}}\,[T_{mez} - \frac{1}{2}\,(T_{zm} + T_{vm})]. \qquad (12)$$

Формулы (11) и (12) изображают не только качество обработки отдельного издания карты, а также и уровень ее общей актуализации и обновления. Эта сторона оценки качества работ в картографии до сих пор полностью не дооценивалась, хотя с точки зрения качества удовлетворения нужд потребителей карт имеет существенное значение.

Чтобы было можно в этом случае определить, действительно ли качество карт растет, необходимо сравнить величину $\overline{U}(t)$, которую карта достигает в двух идущих за собой интервалах (периодах) t_p, t_{p+1}, определенных ее моментами обновления. Рост качества работ здесь обусловлен

$$\overline{U}(t_{p+1}) > \overline{U}(t_p). \qquad (13)$$

Для оценки эффективности v-го варианта обработки карты, обозначенного E_v, можно аналогично формуле (1) и используя формулы (4) и (11) или (12) выразить

$$E_v = \frac{[\overline{U}_s(t)]_v}{[S(Q)]_v} = \frac{[\overline{U}(t)\,.\,Y_{mez}\,(1 - e^{-sx})]_v}{[S(Q)]_v}, \qquad (14)$$

где $S(Q)$ обозначает общие затраты на разработку карт. При обсуждении эффективности некоторых мероприятий при обновлении карт выгоднее применить в этой формуле вместо общих затрат $S(Q)$ затраты на единицу времени, обычно это средние годовые затраты.

Чтобы любые научно-технические, технологические или организационные мероприятия, направленные на повышение качества карт, были эффективны необходимо выполнить условие

$$\frac{\triangle \overline{U}(t)}{\overline{U}(t)} > \frac{\triangle S(Q)}{S(Q)},$$

или

$$\frac{\triangle \overline{U}_s(t)}{\overline{U}_s(t)} > \frac{\triangle S(Q)}{S(Q)}. \qquad (15)$$

Это значит, что эффективным может быть, например, такое мероприятие, которое при определенном относительном повышении затрат (расход рессурсов) $S(Q)$ может обеспечить относительное повышение средней потребительной стоимости карт. Эффективным может также быть и мероприятие, которое при определенном снижении потребительной стоимости карт значительно снизит затраты.

7. Главные результаты и заключения для их применения

Основными результатами работы можно считать, прежде всего:

— формулирование и обоснование нового понятия оценки качества и эффективности работ в картографии, соблюдающие неотделимое отношение созданной потребительной стоимости и затрат и дающие возможность внедрить в практических решениях в картографии принцип общественного приоритета;

— разработка общей системы измерений и математического выражения (формулирования) потребительной стоимости карт с учетом фактора времени в картографии;

— анализ изменений потребительной стоимости карты, их причин и следствий;

— анализ реальных возможностей повышения потребительной стоимости топографических карт, путем изменения уровня выполнения отдельных качественных показателей;

— анализ возможностей повышения актуальности топографических карт без значительного повышения затрат;

— математическое формулирование условий роста качества и эффективности работ в картографии и использование этих результатов для решения конкретных задач обновления топографических карт.

Формулированием условий роста качества и эффективности работы в военной картографии удалось создать довольно эффективную и наглядную систему оценки общественных вкладов различных научно-технических, технологических и организационных мероприятий при создании и обновлении карт. Это дает возможность ориентировать творческую деятельность в картографии к таким проблемам, решение которых может принести, на основе данных условий, значительный общественный эффект (пользу).

На основе результатов изучения обусловленности временем качества и эффективности работ в военной картографии была доказана, кроме иного, и высокая эффективность всех мероприятий, которые дают возможность сократить продолжительность производственного цикла карты. Одновременно подтвердилось требование решать основные теоретические и практические проблемы картографии в диалектическом единстве сторон научно-технических, технологических и сторон научного управления.

Практическое применение полученных знаний, прежде всего при обновлении карт, может принести значительную экономию общественного труда. Одновременно могут помочь также дальнейшему развитию картографии как науки.

10. ZUSAMMENFASSUNG

ZEITBEDINGTHEIT DER ARBEITSQUALITÄT UND -EFFEKTIVITÄT IN DER MILITÄRKARTOGRAPHIE

In Zusammenhang mit der Stärkung der Intensifikationsfaktoren in der gesamten Volkswirtschaft und mit ihrem notwendigen Übergang zur höheren Effektivität wird immer häufiger die Bedeutung des Faktors „Zeit" betont. Sowohl in den theoretischen Studien als auch bei der Realisierung der volkswirtschaftlichen Vorhaben wird ihm mehr Aufmerksamkeit gewidmet. Aus dieser allgemeinen Verschiebung der Meinung über die Arten und Wege der effektiven Schaffung von Nutzungswerten ist natürlich nicht einmal die Militärkartographie herausgenommen. Hier hat vielmehr die Anforderung, den Faktor „Zeit" zu respektieren, einige Spezifika, die seine Bedeutung noch mehr hervorheben.

1. Einleitung

In der Einleitung der Studie wird der gegenwärtige Stand der zu lösenden Problematik bewertet, die Zielsetzungen werden festgelegt und die ausgewählten Verarbeitungsmethoden kurz beschrieben.

Die eigenen, besonders in [30], [33], [36], [37] und [38] veröffentlichten Erkentnisse und Erfahrungen haben bestätigt, daß es nicht möglich ist, zur Erarbeitung eines abgerundeten Systems der Kartenherstellung und -erneuerung, welches alle wesentlichen zeitlichen Zusammenhänge respektiert, nur durch bloße Anwendung der bestehenden Erkenntnisse des wissenschaftlichen Bereichs „Kartographie" zu gelangen. Daraus ergab sich die Notwendigkeit seiner weiteren Entwicklung und Erweiterung.

Die erarbeitete Studie über die Zeitbedingtheit der Arbeitsqualität und -effektivität in der Militärkartographie ist ein Versuch, mindestens einen Abriß eines weiteren möglichen Trendes der Entwicklung des wissenschaftlichen Bereichs „Kartographie" zu bieten, insbesondere im Kontakt mit einigen wissenschaftlichen Fächern der Leitungstheorie. Die Nützlichkeit dieser Orientierung der Studie wurde durch theoretische Lösung einiger Grundprobleme der Erneuerung von topographischen Karten, die ein aktuelles Problem der gegenwärtigen Militärkartographie darstellt, bewiesen.

Zur Erfüllung der festgelegten Ziele war es notwendig, sich schrittweise mit folgenden Fragen zu befassen:

— mit der Formulierung und Begründung einer geeigneten Auffassung der Arbeitsqualität und -effektivität in der Militärkartographie;

— mit der Messung und Bewertung des Nutzungswertes der Karten;

— mit der Analyse der Änderungen des Nutzungswertes von Karten, ihrer Ursachen und Folgen und ihrer Zeitverlaufs;

— mit der Analyse der Möglichkeiten der Erhöhung von Arbeitsqualität und -effektivität in der Militärkartographie unter Ausnützung neuer Erkenntnisse über ihre zeitliche Bedingtheit.

2. Auffassung der Arbeitsqualität und -effektivität in der Militärkartographie

Die Auffassung der Qualität der Karten in bisherigen Normen und Vorschriften äußert vor allem die topologische Hinsicht ihres Inhaltes und Ausführung. Sie erfaßt nur ungenügend die Tatsache, daß die Karten als zeitlich-räumliche (und nicht nur räumliche) Modelle des dargestellten Gebietes dienen müssen.

Die Vorstellung von Karten als von zeitlich-räumlichen Modellen, die in der Kartographie immer mehr angenommen wird (siehe z. B. [1], [23], [44] und [58]), hat für die Beurteilung der Arbeitsqualität und -effektivität in der Kartographie bedeutende Folgen. Als nützlich kann sich nämlich für den Benutzer nur ein solches Qualitätsniveau der Karte auswirken, welches der Zeit entspricht, in der die Karte tatsächlich ausgenutzt wird. Es ist der Zeitraum zwischen dem Zeitpunkt T_{vm} der Herausgabe der Karte und dem Zeitpunkt T_{zm} ihres Ersatzes durch eine aktualisierte oder erneuerte Karte.

Als Maß der nützlichen Eigenschaften der Karten dient ihr Nutzungswert $U(T)$ oder ihre auf die

Benutzer orientierte Qualität. In der Wertanalyse wird diese Fähigkeit der Produkte, durch ihre Eigenschaften den gesellschaftlichen Bedürfnissen gerecht zu werden, mit dem Termin „Zweckmäßigkeit" bezeichnet, was auch der Auffassung der Qualität von Erzeugnissen in der tschechoslowakischen Norm ČSN 01 0101 entspricht.

Die Arbeitseffektivität wird hier als ein Teilwert der quantitativ ausgedrückten Effekte (Arbeitsergebnisse) und der für ihre Erreichung notwendigen Kosten begriffen. Das Grundergebnis der Arbeit in der Kartographie ist die Karte. Deshalb geht auch die Beurteilung der Arbeitseffektivität in der Kartographie von den Angaben über die Herstellung und Verwendung der Karten aus. Die Anforderung an die maximale Effektivität dieser Arbeit läßt sich mittels der Zweckfunktion *PEH* in folgender Form ausdrücken:

$$PEH = \frac{^{\circ}F}{S(Q)} \stackrel{!}{=} \max. \qquad (1)$$

mit

$^{\circ}F$ — Niveau der Erfüllung aller Funktionen des beurteilten Objektes (der Karte), d. h. die quantifizierte Größe des Nutzungswertes des Arbeitsergebnisses,

$S(Q)$ — Kosten der Sicherstellung aller Funktionen des hergestellten Objektes (der Karte).

Von beiden Seiten der Arbeitseffektivität, d. h. den Kosten und den Effekten (Ergebnissen), werden in der Kartographie bisher erheblich zuverlässigere Ergebnisse beim Messen der Kosten erzielt. Die Messung des Nutzungswertes der Karten ist bisher nicht befriedigend bewältigt worden und es fehlt auch ihre grundsätzliche theoretische Begründung.

3. Messung des Nutzungswertes der Karte

Die bisher veröffentlichen Lösungsergebnisse dieser Problematik bieten keine abgerundete theoretische Begründung des Nutzungswertes der Karte und der Prozesse seiner Messung. Deshalb war es notwendig, folgende Teilaufgaben zu lösen:

— die Grundfunktionen der topographischen Karte festzulegen und ihre Bedeutung (Wichtigkeit) für den Benutzer zu bestimmen;

— die Kriterien für die Messung des Niveaus der Erfüllung von Benutzungsfunktionen der Karte zu definieren und zu begründen und die Wichtigkeit einzelner Kriterien zu bestimmen;

— das Verfahren der Messung und Bewertung des Niveaus der Erfüllung einzelner Kriterien festzulegen;

— einen geeigneten mathematischen Ausdruck für die quantitative Darstellung des individuellen und gesellschaftlichen Nutzungswertes der Karte zusammenzustellen und zu begründen.

Durch eingehende Analyse der Nutzungsart der topographischen Karten wurde es bestätigt, daß diese Karten sechs Grundfunktionen erfüllen:

1. sie bieten Informationen;
2. ermöglichen die Beziehungen zwischen den Elementen des Karteninhaltes zu studieren;
3. ermöglichen die Projektierung und Planung;
4. ermöglichen (erleichtern) die Leitung;
5. illustrieren die Mitteilungen;
6. dienen als kartographische Grundlagen.

Die Struktur dieser Funktionen zeigt, daß die Anwendung der topographischen Karten viel breiter ist, als wie es sich unmittelbar aus der bisher allgemein anerkannten Informations- und Erkennungsfunktion ableiten läßt. Daraus geht eine wichtige Erkenntnis hervor, die man in der kartographischen Theorie nicht außer Acht lassen darf, und zwar, daß die Leute (Benutzer) mit Hilfe von Karten ihre Umwelt nicht nur kennen lernen, sondern daß sie sich auch bestreben, diese Umwelt zu ihren Gunsten umzugestalten.

Die hier definierten Funktionen sind für eine direkte Messung wenig zugänglich (geeignet). Deshalb war es notwendig, eine Gesamtheit solcher funktionell bedingten Eigenschaften (Kriterien) der Karte zu definieren, die diese Bedingung besser erfüllen. Durch die Analyse der Ausnutzungsarten von topographischen Karten wurde es bewiesen, daß ihr Vermögen, die genannten Funktionen zu erfüllen, folgendermaßen bedingt ist:

1. von dem Karteninhalt;
2. von der Genauigkeit der Darstellung von Objekten und Erscheinungen in der Karte;
3. von der Aktualität des Karteninhaltes (von der Übereinstimmung des Karteninhaltes mit dem Gelände);
4. von der Bedeutung des in der Karte dargestellten Gebietes für den Benutzer;
5. von der Qualität der technischen Verarbeitung der Karte;
6. von dem ästhetischen Niveau der Karte.

Die Gewichte (Wichtigkeiten) einzelner Kriterien sind auf drei verschiedene Weisen der Untersuchungen bei den Benutzern und Schöpfern von Karten bestimmt worden. Die Ergebnisse der statistischen Bearbeitung dieser Untersuchungen sind in der Tabelle 1 angegeben. Aus den Angaben dieser Tabelle geht hervor, daß die Gewichte dieser Kriterien bei einzelnen Maßstäben der topographischen Karten verschieden sind. Das geht aus ihrer Grundbestimmung hervor.

Tabelle 1

Kriterien	Transformierte Gewichte der Kriterien			
	1 : 25 000	1 : 50 000	1 : 100 000	1 : 200 000
1. Karteninhalt	0,704	0,661	0,648	0,593
2. Darstellungsgenauigkeit	0,761	0,676	0,523	0,483
3. Inhaltsaktualität	0,708	0,687	0,633	0,582
4. Wichtigkeit des Gebietes	0,556	0,593	0,662	0,722
5. Verarbeitungsqualität	0,578	0,582	0,600	0,619
6. Ästhetisches Niveau	0,499	0,534	0,615	0,685
Σ	3,806	3,733	3,681	3,684

Durch die Analyse der wechselseitigen Beziehungen dieser Kriterien wurde es bestätigt, daß besonders das Kriterium Nr. 3 — die Aktualität des Karteninhaltes und das Kriterium Nr. 4 — die Bedeutung des in der Karte dargestellten Gebietes angesichts der übrigen Kriterien als Koeffizienten auftreten (d. h. sie haben einen multiplikativen Charakter). Unter dieser Voraussetzung kann man den individuellen Nutzungswert der j-ten Karte im i-ten Maßstab mittels folgender Beziehung ausdrücken (bestimmen):

$$U^{(ij)}(T) = p_3^{(i)} u_3^{(ij)} \cdot p_4^{(i)} u_4^{(ij)} \left[p_1^{(i)} u_1^{(ij)} + p_2^{(i)} u_2^{(ij)} + p_5^{(i)} u_5^{(ij)} + p_6^{(i)} u_6^{(ij)}\right]. \qquad (2)$$

Die Werte $p_s^{(i)}$ $(s = 1, 2, \ldots, 6)$ bedeuten die Gewichte der Kriterien, die Werte $u_s^{(ij)}$ bedeuten das Niveau ihrer Erfüllung in der j-ten Karte im i-ten Maßstab, wobei der Ausdruck

$$u_s^{(ij)} = \frac{k_s^{(ij)}}{k_s^{*(ij)}} \qquad (3)$$

gilt, in welchem

$k_s^{(ij)}$ — das Erfüllungsniveau des s-ten Kriteriums bedeutet, ausgedrückt in einer einheitlichen Beurteilungsskala vom Intervall $\langle 0; 100\rangle$,

$k_s^{*(ij)}$ — das genormte (optimale oder ideale), in derselben Beurteilungsskala ausgedrückte Erfüllungsniveau bedeutet.

Durch die Anwendung der Beziehung (2) wird auch der gesellschaftliche Nutzungswert der Karte $U_s^{(ij)}(T)$ ausgedrückt, der darüber hinaus noch von dem gesamten gesellschaftlichen Bedürfnis der Karte und von der Anzahl ihrer Exemplare abhängig ist. Diesen Wert kann man annähernd mit folgender Beziehung ausdrücken:

$$U_s^{(ij)}(T) = U^{(ij)}(T) \cdot Y_{\max}^{(ij)} \left[1 - e^{-s^{(ij)} x^{(ij)}}\right], \qquad (4)$$

wo

$U^{(ij)}(T)$ — individueller Nutzungswert der j-ten Karte des i-ten Maßstabes laut der Beziehung (2),

$Y^{(ij)}_{mez}$ — Grenzanzahl (maximale mögliche) Anzahl von Benutzern der j-ten Karte im i-ten Maßstab; sie charakterisiert die gesellschaftliche Bedeutung des in der Karte dargestellten Gebietes,

$S^{(ij)}$ — Kehrwert von $Y^{(ij)}_{mez}$,

$X^{(ij)}$ — Anzahl der Exemplare der j-ten Karte im i-ten Maßstab.

Der Verlauf der Veränderung des gesellschaftlichen Nutzungswertes der Karte in Abhängigkeit von der Anzahl der Exemplare ist graphisch in der Abbildung 1 dargestellt.

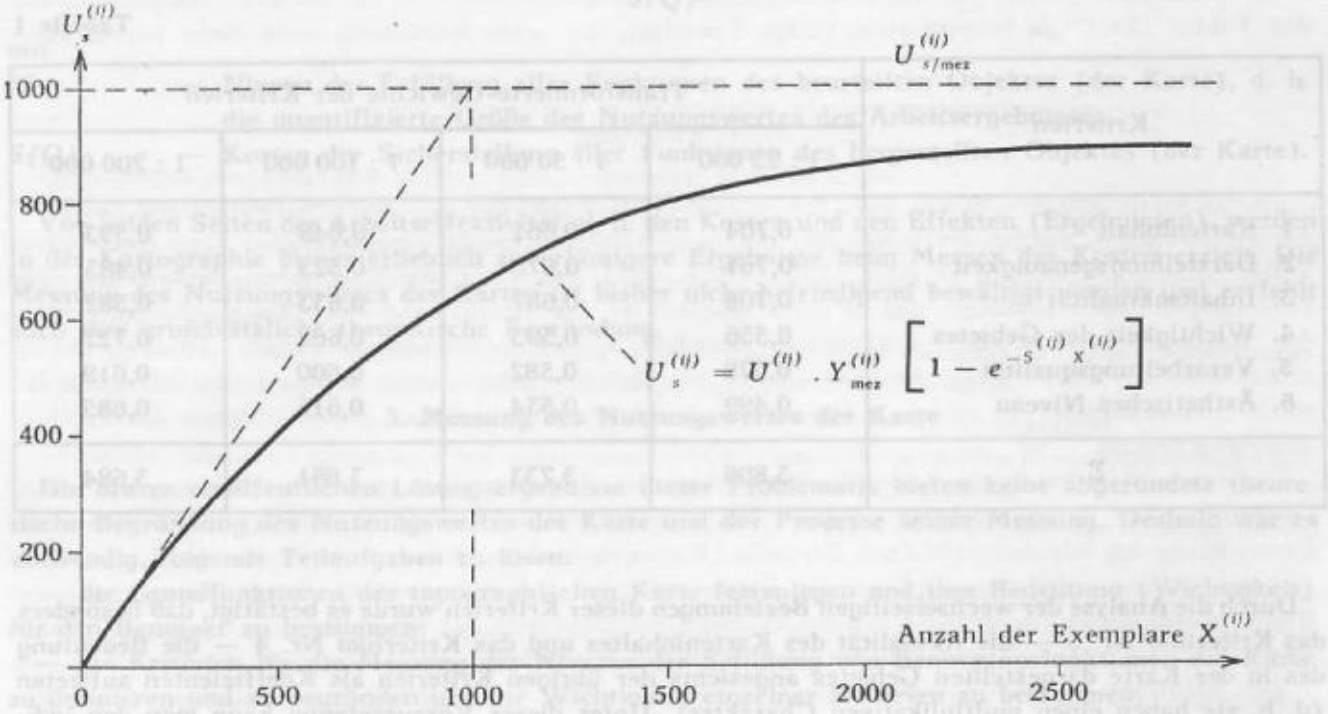


Abb. 1

4. Änderungen des Nutzungswertes der Karten

Als Hauptursachen der Änderungen des individuellen Nutzungswertes der Karten wurden folgende Tatsachen bestätigt: die Änderungen des dargestellten Gebietes, die Änderungen der Bedürfnisse und der Benutzung von Karten und die eigene (eigentliche) Tätigkeit der Kartographen. Diese Ursachen haben sowohl objektiven als auch subjektiven Charakter.

Bei jeder Karte kommt es nach ihrer Ausgabe zur allmählichen Abnahme (Degradation) des Nutzungswertes. Diese Abnahme wird am stärksten von den Änderungen des dargestellten Gebietes beeinflußt, während der Karteinhalt derselbe bleibt. Den durchgeführten Untersuchungen nach stellt jede Unstimmigkeit des Karteninhaltes mit dem Gelände auch die übrigen, wenn auch in der Karte richtig dargestellten Elemente bei den Benutzern in Frage. Deshalb kommt es zur Abnahme des Nutzungswertes der Karte schneller als zum tatsächlichen Anwachsen der Unstimmigkeiten zwischen dem Karteninhalt und dem Stand des Geländes ($ZM^{(ij)}(T)$ in Abb. 2).

Bei den durchgeführten Untersuchungen wurde eine Karte als unbefriedigend hinsichtlich des Kriteriums u_3 bereits in den Fällen bezeichnet, wenn sich nur 15 bis 25 % ihres Inhaltes geändert haben. Wird die Zeit, in der die Karte dieses Niveau der Unstimmigkeiten mit dem Gelände (Niveau der Veraltung) erreicht, als $T^{(ij)}_{mez}$ bezeichnet, so kann man den Verlauf der Änderung des Nutzungswertes der Karte während der Zeit T entweder durch eine genauere Beziehung

$$U^{(ij)}_A(T) = U^{(ij)}[T^{*(ij)}_{um}] \cdot e^{-C[T^{(ij)} - T^{*(ij)}_{um}]} \qquad (5)$$

oder durch eine vereinfachte lineare Beziehung

$$U_B^{(ij)}(T) = U^{(ij)}[T_{vm}^{*(ij)}] \frac{T_{mez}^{(ij)} - T^{(ij)}}{T_{mez}^{(ij)} - T_{vm}^{*(ij)}} \tag{6}$$

ausdrücken, wo

$U^{(ij)}[T_{vm}^{*(ij)}]$ — Nutzungswert im Zeitpunkt des genormten (mittels eines Etalons bestimmten) Termins $T_{vm}^{*(ij)}$ der Herausgabe der j-ten Karte im i-ten Maßstab,

$T^{(ij)}$ — Zeit, die seit dem Zeitpunkt, in dem volle Übereinstimmung des Karteninhaltes mit dem Gelände galt, vergangen ist (im Falle der Erneuerung von topographischen Karten ist das gewöhnlich der Termin der photogrammetrischen Luftaufnahme),

C — Konstante, die dem zweifachen Kehrwert der Zeit der maximalen zulässigen Veraltung gleicht.

Die Beziehung zwischen der relativen Anzahl von Inhaltsänderungen und dem Nutzungswert der j-ten Karte im i-ten Maßstah ist der Abb. 2 dargestellet.

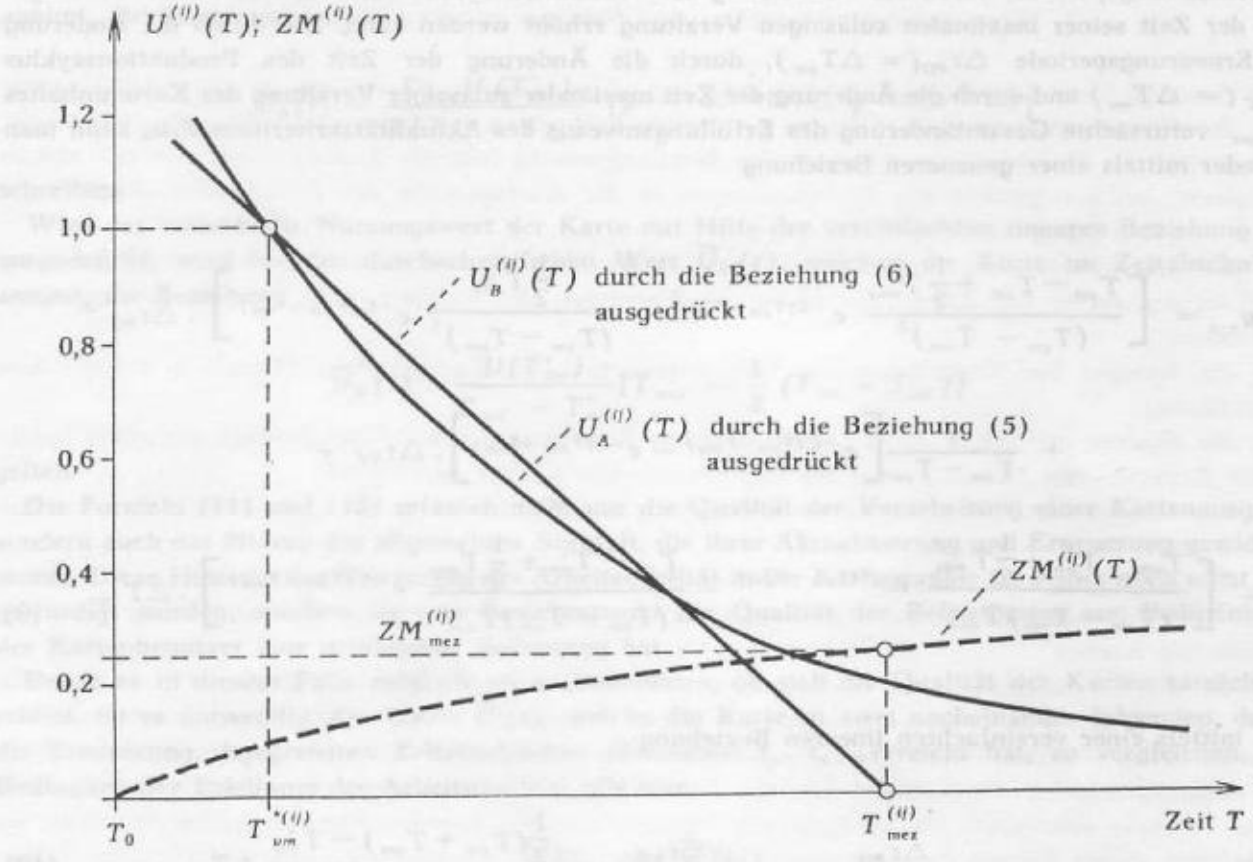


Abb. 2

Die Änderung des Erfüllungsniveaus einzelner Kriterien hat verschiedenen Einfluß auf die Änderung des Nutzungswertes der Karte. Das geht einerseits aus den verschiedenen Gewichten einzelner Kriterien, anderseits aus ihrer verschiedenen Stellung in der Funktion (2) hervor. Durch die Vergleichsanalyse des Einflusses von Änderungen einzelner Kriterien wurde es erwiesen, daß die größte reale Erhöhung des Nutzungswertes der gegenwärtigen topographischen Karten vor allem mittels Erhöhung der Aktualität ihrer Inhaltes erreichbar ist.

Die Aktualität des Inhaltes jeder Karte kann man mit Hilfe des Mittelwertes des Kriteriums $\bar{u}_3$ beurteilen für den ganzen Zeitraum, in dem die Karte ausgenutzt wird. Für die Berechnung dieses Wertes wurde einerseits eine genaue Beziehung

$$\bar{u}_{3/A} = \frac{T_{mez}}{2\,(T_{zm} - T_{vm})}\left[e^{-C(T_{vm}-T^{*}_{vm})} - e^{-C(T_{zm}-T^{*}_{vm})}\right] \tag{7}$$

andererseits eine vereinfachte lineare Beziehung

$$\bar{u}_{3/B} = \frac{T_{mez} - \frac{1}{2}(T_{zm} - T_{vm})}{T_{mez} - T^{*}_{vm}} \tag{8}$$

abgeleitet, wo:

T_{vm} — Termin der realen Herausgabe (Veröffentlichung) der Karte,

T_{zm} — Termin, in welchem die Karte mit ihrer aktualisierten oder erneuerten Ausgabe ersetzt wird.

Die Zeitangaben in den Formeln (7) und (8), als auch in allen weiter folgenden Formeln sind auf den Zeitpunkt T_0 bezogen, für den die volle Übereinstimmung des Karteninhaltes mit dem Gelände gilt. Im Falle der Erneuerung von topographischen Karten ist es zumeist der Termin der photogrammetrischen Luftaufnahme.

Auf Grund der durchgeführten Analyse kann man die Tatsache als bewiesen anfassen, daß die mittels der Beziehung (7) oder (8) ausgedrückte Aktualität des Karteninhaltes durch die Verkürzung der Erneuerungsperiode, durch die Verkürzung des Produktionszyklus oder auch durch die Verlängerung der Zeit seiner maximalen zulässigen Veraltung erhöht werden kann. Die durch die Änderung der Erneurungsperiode $\Delta t_{PO} (= \Delta T_{zm})$, durch die Änderung der Zeit des Produktionszyklus $\Delta t_{VC} (= \Delta T_{vm})$ und durch die Änderung der Zeit maximaler zulässiger Veraltung des Karteninhaltes ΔT_{mez} verursachte Gesamtänderung des Erfüllungsniveaus des Aktualitätskriteriums $\Delta \bar{u}_3$ kann man entweder mittels einer genaueren Beziehung

$$\begin{aligned}\Delta \bar{u}_{3/A} = {} & \left[\frac{T_{zm} - T_{vm} + \frac{1}{2}T_{mez}}{(T_{zm} - T_{vm})^2}\, e^{-C(T_{zm}-T^{*}_{vm})} - \frac{\frac{1}{2}T_{mez}}{(T_{zm} - T_{vm})^2}\, e^{-C(T_{vm}-T^{*}_{vm})}\right] \cdot \Delta t_{PO} + \\ & + \frac{1}{T_{zm} - T_{vm}}\left[e^{-C(T_{zm}-T^{*}_{vm})} - e^{-C(T_{vm}-T^{*}_{vm})}\right] \cdot \Delta t_{VC} + \\ & + \left[\frac{T_{vm} - T^{*}_{vm} + \frac{1}{2}T_{mez}}{(T_{zm} - T_{vm})\,T_{mez}}\, e^{-C(T_{vm}-T^{*}_{vm})} - \frac{T_{zm} - T^{*}_{vm} + \frac{1}{2}T_{mez}}{(T_{zm} - T_{vm})\,T_{mez}}\, e^{-C(T_{zm}-T_{vm})}\right] \cdot \Delta T_{mez}\end{aligned} \tag{9}$$

oder mittels einer vereinfachten linearen Beziehung

$$\Delta \bar{u}_{3/B} = -\frac{\Delta t_{PO}}{2\,(T_{mez} - T^{*}_{vm})} - \frac{\Delta t_{VC}}{T_{mez} - T^{*}_{vm}} + \frac{\frac{1}{2}(T_{zm} + T_{vm}) - T^{*}_{vm}}{(T_{mez} - T^{*}_{vm})^2}\,\Delta T_{mez} \tag{10}$$

ausdrücken.

Den größten Einfluß auf die Änderung des Erfüllungsniveaus des Aktualitätskriteriums der Karte (bei derselben Änderung der veränderlichen Parameter Δt_{PO}, Δt_{VC} und ΔT_{mez}) hat das zweite Glied, welches die Änderung des Nutzungswertes der Karte ausdrückt, die durch die Verkürzung des Produktionszyklus $\Delta t_{VC} (= \Delta T_{vm})$ hervorgerufen wurde. Die Erhöhung der Aktualität des Karteninhaltes auf Grund der Verkürzung der Zeit des Produktionszyklus erscheint in den gegebenen Bedingungen als die günstigste auch vom Gesichtspunkt der Bewertung von Kosten. Deshalb wurden die Möglichkeiten der Verkürzung des Produktionszyklus eingehend analysiert.

5. Analyse von Möglichkeiten der Verkürzung des Produktionszyklus

Durch eine eingehende Analyse wurde es bestätigt, daß die Störungen und Zeitverluste im Produktionszyklus beträchtlich von der Qualität der Planung und Leitung der kartographischen Arbeiten abhängen. In den untersuchten Fällen war der Umfang dieser Zeitverluste im Durchschnitt größer als die tatsächliche Produktionszeit. Wie es die, in [29], [30], [31] und [33] eingehender beschriebenen Forschungsergebnisse bestätigt haben, kann man zur effektiven Verkürzung der Zeit des Produktionszyklus vor allem durch die Erhöhung der Zuverlässigkeit der Eingabeparameter des Planes, durch die Vervollkommnung der Terminplanung und durch bessere Ausnutzung der Motivierungsmittel bedeutend beitragen. In der erarbeiteten Studie sind zu diesen Fragen konkrete Empfehlungen angegeben.

6. Bedingungen der Erhöhung der Arbeitsqualität und -effektivität in der Militärkartographie

Die Bedingungen der Erhöhung der Arbeitsqualität werden mit Hilfe des Indexes des individuellen Nutzungswertes der Karten ausgedrückt. Als entscheidend gilt sein durchschnittliches Niveau im gesamten Zeitabschnitt t, in welchem die Karte ausgenutzt wird.

Wird der individuelle Nutzungswert der Karte mit Hilfe der Formel (5) ausgedrückt, so kann man für den durchschnittlichen Wert der Karte $\overline{U}_A(t)$, welchen diese im Zeitabschnitt $t = T_{zm} - T_{vm}$ annimt, die Beziehung

$$\overline{U}_A(t) = \frac{T_{mez}\, U(T^*_{vm})}{2(T_{zm} - T_{vm})} \left[e^{-C(T_{vm} - T^*_{vm})} - e^{-C(T_{zm} - T^*_{vm})}\right] \tag{11}$$

schreiben.

Wird der individuelle Nutzungswert der Karte mit Hilfe der vereinfachten linearen Beziehung (6) ausgedrückt, wird für den durchschnittlichen Wert $\overline{U}_B(t)$, welchen die Karte im Zeitabschnitt t annimt, die Beziehung

$$\overline{U}_B(t) = \frac{U(T^*_{vm})}{T_{mez} - T^*_{vm}} \left[T_{mez} - \frac{1}{2}(T_{zm} + T_{vm})\right] \tag{12}$$

gelten.

Die Formeln (11) und (12) erfassen nicht nur die Qualität der Verarbeitung einer Kartenausgabe, sondern auch das Niveau der allgemeinen Sorgfalt, die ihrer Aktualisierung und Erneuerung gewidmet wurde. Diese Hinsicht der Bewertung der Arbeitsqualität in der Kartographie ist bisher noch nicht voll gewürdigt worden, obschon sie vom Gesichtspunkt der Qualität der Befriedigung von Bedürfnissen der Kartenbenutzer eine prinzipielle Bedeutung hat.

Damit es in diesem Falle möglich sei zu bestimmen, ob sich die Qualität der Karten tatsächlich erhöht, ist es notwendig, die Werte $\overline{U}(t)$, welche die Karte in zwei nacheinander folgenden, durch die Erneuerung abgegrenzten Zeitabschnitten (Perioden) t_p, t_{p+1} erreicht hat, zu vergleichen. Als Bedingung der Erhöhung der Arbeitsqualität gilt hier

$$\overline{U}(t_{p+1}) > \overline{U}(t_p). \tag{13}$$

Für die Bewertung der Effektivität E_v der v-ten Variante der Kartenverarbeitung kann man analogisch zu der Beziehung (1) und unter Anwendung der Formeln (4) und (11) oder (12) die Beziehung

$$E_v = \frac{[\overline{U}_s(t)]_v}{[S(Q)]_v} = \frac{[\overline{U}(t) \cdot Y_{mez}(1 - e^{-SX})]_v}{[S(Q)]_v} \tag{14}$$

schreiben, in der $S(Q)$ die Gesamtkosten der Kartenverarbeitung bezeichnet. Bei der Beurteilung der Effektivität mancher Maßnahmen bei der Kartenerneuerung kann es vorteilhafter sein, in diesen Formeln statt der Gesamtkosten $S(Q)$ die Kosten für eine Zeiteinheit anzuwenden, meistens die durchschnittlichen jährlichen Kosten.

Soll jede beliebige wissenschaftlich-technische, technologische oder organisatorische, auf die Erhöhung der Kartenqualität orientierte Maßnahme effektiv sein, muß die Bedingung

$$\frac{\triangle \overline{U}(t)}{\overline{U}(t)} > \frac{\triangle S(Q)}{S(Q)}$$

oder auch

$$\frac{\triangle \overline{U}_s(t)}{\overline{U}_s(t)} > \frac{\triangle S(Q)}{S(Q)} \qquad (15)$$

erfüllt sein.

Das bedeutet, daß z. B. eine solche Maßnahme effektiv sein kann, die bei bestimmter relativer Erhöhung der Kosten (des Verbrauchs von Quellen) $S(Q)$ eine größere Erhöhung des durchschnittlichen Nutzungswertes der Karten sichert. Effektiv kann aber auch solche Maßnahme sein, die bei einer annehmbaren (erträglichen) Abnahme des Nutzungswertes eine erhebliche Herabsetzung der Kosten ermöglicht.

7. Hauptsächliche Ergebnisse und Schlüsse für ihre Ausnutzung

Als hauptsächlich (entscheidend) kann man vor allem folgende Ergebnisse der Studie auffassen:

— die Formulierung und Begründung der neuen Auffassung der Arbeitsqualität und -effektivität, die untrennbare Beziehung des geschaffenen Nutzungswertes und der Kosten respektiert und die es ermöglicht, bei den praktischen Entscheidungen in der Kartographie das Prinzip der gesellschaftlichen Priorität durchzusetzen;

— die Erarbeitung eines abgerundeten Systems der Messung und einer quantitativen Darstellung des Nutzungswertes der Karte, die völlig die Bedeutung des Faktors „Zeit" in der Kartographie respektiert;

— die Analyse der Änderungen des Nutzungswertes von Karten, ihrer Ursachen, Folgen und Zeitverlaufes;

— die Analyse der realen Möglichkeiten, durch Änderung des Erfüllungsniveaus einzelner qualitativer Kriterien den Nutzungswert der topographischen Karten zu erhöhen;

— die Analyse der Möglichkeiten einer Erhöhung der Aktualität der topographischen Karten ohne bedeutendere Kostenerhöhung;

— die Festlegung von allgemeinen Bedingungen der Erhöhung der Arbeitsqualität und -effektivität in der Kartographie mit einer konkreten Anwendung an die Probleme der Erneuerung der topographischen Karten.

Durch die Formulierung von Bedingungen der Erhöhung der Arbeitsqualität und -effektivität in der Militärkartographie ist es gelungen ein relativ wirksames und beweiskräftiges System der Bewertung von gesellschaftlichen Beiträgen verschiedener wissenschaftlich-technischer, technologischer und organisatorischer Maßnahmen bei der Herstellung und Erneuerung von Karten zu schaffen. Diese Tatsache ermöglicht die schöpferische Tätigkeit in der Kartographie auf solche Probleme zu orientieren, deren Lösung bei gegebenen Bedingungen einen erheblicheren gesellschaftlichen Effekt (Nutzen) beibringen könnte.

Auf Grund der Ergebnisse des Studiums von Zeitbedingtheit der Arbeitsqualität und -effektivität in der Militärkartographie ist, unter anderem, hohe Effektivität aller Maßnahmen, welche eine Verkürzung der Zeit des Produktionszyklus t_{vc} ermöglichen, bewiesen worden. Gleichzeitig hat sich die Notwendigkeit bestätigt, alle wesentlichen theoretischen und praktischen Probleme der Kartographie in dialektischer Einheit der wissenschaftlich-technischen und technologischen Hinsicht und der Hinsicht der wissenschaftlichen Leitung zu lösen.

Die Anwendungen der gewonnenen Erkenntnisse, besonders bei der Kartenerneuerung, können erhebliche Ersparungen der gesellschaftlichen Arbeit bringen. Gleichzeitig können sie auch zur weiteren Entwicklung des wissenschaftlichen Bereiches „Kartographie" beitragen.