

FOTOG RAMMETRICKÁ REKONSTRUKCE
GEOMETRIE TEXTILNÍCH ÚTVARŮ

(Kandidátská disertační práce)

Liberec 1978

Aspirant	:	Ing. Zdeněk Dušek
Školitel	:	Prof. Ing. Jaroslav Simon Prof. Ing. František Pompe
Mateřské pracoviště:		Státní výzkumný ústav textilní Liberec
Školící pracoviště :		VŠST, fakulta textilní, Liberec

R E S U M É

V práci jsou analyzovány současné experimentální metody výzkumu geometrie vnitřní struktury plošných textilií (metoda řezů, fluorescenční a rentgenografická metoda aj.).

Pro rekonstrukci obecné polohy osy nitě v textilním útvaru je navržena fotogrammetrická metoda vyhodnocení snímků pořízených způsobem předem značené nitě a optického zprůhlednění okolní textilní hmoty. Fotogrammetrický systém je experimentálně ověřen a otestován. Cejchovací zkoušky ověřily přesnost vyhodnocení prostorové polohy bodu na ose nitě $\pm 0,04$ mm.

Jsou předvedeny ukázky fotogrammetrické rekonstrukce struktury některých pletených a netkaných textilií.

P Ř E D M L U V A

Předložená dizertační práce vznikla jako součást řešení státního výzkumného úkolu C 53 322 104 - KONZUL, dílčího úkolu 1-OPTIS, (základní výzkum v oblasti struktury, konstrukce a hodnocení textilních útvarů s cílem optimalizace textilní výroby) etapy E 01 - výzkum struktury vzhledem k vlastnostem textilních útvarů, úkolu řešeného ve Státním výzkumném ústavu textilním v Liberci.

Vlastním tématem práce je problematika experimentálního zjišťování vnitřního uspořádání vláknenných a niťových soustav a matematického popisu geometrie textilního útvaru. Experimentální práce uvedené v předložené zprávě byly vykonány v laboratořích SVÚT, n.p.Geodézie v Liberci, VÚACHV v Ústí n.L. a VÚSH Brno.

Je třeba konstatovat, že celá práce byla realizována ve velmi dobrých pracovních podmínkách za značného přispění výpočetní techniky ústavu.

Během zpracování přispěli svou radou a byli mi nápomocní mnozí odborníci. Je mou milou povinností poděkovat především svým školitelům prof. Ing. J. Simonovi a prof. Ing. F. Pompovi za zájem, který věnovali práci v celém procesu jejího zpracování. Moje poděkování patří také těm, kteří mi přispěli dílčí radou a pomocí a to na externích pracovištích

- doc. Ing. J. Šmidrkalovi, CSc. a
- Ing. M. Růžkovi, CSc. z ČVUT, fakulty stavební, Praha
- Ing. M. Vencovskému z ČSAV Praha
- Ing. J. Culkovi z ČVUT, fakulty stavební, Brno
- Ing. J. Petráňovi, Ing. D.Fenclové a B.Syrovátkovi z n.p. Geodézie, odd. fotogrammetrie
- Ing. V. Kracíkovi, CSc. z VŠST Liberec

a na interním pracovišti

- RNDr. O. Koldinskému

- Ing. Vl. Židovi, CSc., Ing. B. Neckářovi, CSc.

A. Kovářové prom.mat. a ostatním kolegům z oddělení
základního výzkumu a výpočetního střediska.

Rovněž upřímně děkuji s. Novotné, B. Kovářové, s. Bláhové
a ostatním, kteří se podíleli na přepsání rukopisu a
rozmnožení práce.

Autor

V Liberci 2. III. 1978

O B S A H

	str.
Titulní list	1
Resumé	2
Předmluva	3
Obsah	5
Použité symboly	12
Úvod	15
1. EXPERIMENTÁLNÍ METODY VÝZKUMU STRUKTURY TEXTILIÍ	19
1.1 Metoda orientovaných řezů	20
1.2 Optická metoda náhradního řezu	25
1.3 Metoda fluorescenční	27
1.4 Metoda rentgenografická a radiografická	32
1.5 Metoda optického rozpuštění preparátu	34
1.6 Zhodnocení metod	37
2. REKONSTRUKCE PROSTOROVÉHO TVARU OBJEKTU FOTOGRAMMETRICKÝMI METODAMI	39
2.1 Geometrické vztahy fotogrammetrické rekonstrukce	40
2.1.1 Vnitřní orientace snímku	42
2.1.2 Vnější orientace snímku	43
2.1.3 Souřadnicový systém a orientace snímků	44
2.1.4 Měření a vyhodnocování snímkových souřadnic	45
2.2 Provedení fotogrammetrického snímku	48
2.3 Fotogrammetrické kamery	49
3. APLIKACE METODY VELMI BLÍZKÉ FOTOGRAMMETRIE	51
3.1 Normální případ stereofotogrammetrie	53
3.1.1 Stereofotogrammetrický systém	53
3.1.2 Prvky vnitřní orientace	56

3.1.2.1	Konstanta komory	56
3.1.2.2	Rámové značky a hlavní bod	62
3.1.2.3	Zkreslení objektivu	63
3.1.3	Prvky vnější orientace	72
3.1.4	Provedení snímků	76
3.1.5	Vyhodnocení snímků	79
3.1.6	Teorie chyb a přesnost prostorového vyhodnocení	82
3.1.7	Experimentální testování metody	89
3.1.8	Lom zobrazovacích paprsků při průchodu prostředím zalévací kapaliny	93
3.1.8.1	Analogové vyhodnocení	94
3.1.8.2	Analytické vyhodnocení	97
3.1.8.3	Ověření vyhodnocovacích metod	100
3.1.9	Zhodnocení stereofotogrammetrické metody	107
3.2	Konvergentní případ	110
3.2.1	Fotogrammetrický systém	110
3.2.2	Prvky vnitřní a vnější orientace	113
3.2.3	Provedení snímků	114
3.2.4	Vyhodnocení snímků	116
3.2.4.1	Určení souřadných bodů	117
3.2.4.2	Určení středu otáčení stolku preparátu	125
3.2.4.3	Výpočet prostorových souřadnic analytickou metodou	129
3.2.4.4	Výpočet prostorových souřadnic zjednodušenou metodou	131
3.2.5	Lom zobrazovacích paprsků v prostředí zalévací kapaliny	138
3.2.5.1	Určení souřadných bodů	138
3.2.5.2	Výpočet prostorových souřadnic analytickou metodou	139
3.2.5.3	Výpočet prostorových souřadnic zjednodušenou metodou	140

3.2.6	Přesnost prostorového vyhodnocení	142
3.2.7	Experimentální testování metody	143
3.2.8	Zhodnocení metody konvergentního případu	153
4.	REKONSTRUKCE PROSTOROVÉHO USPOŘÁDÁNÍ STRUKTURY TEXTILNÍCH ÚTVARŮ	154
4.1	Ověření použitelnosti metody při výzkumu struktury textilií z nití	155
4.1.1	Podmínky pokusu s textilními vzorky	155
4.1.2	Vyhodnocení prostorové křivky osy nitě	157
4.1.3	Výsledky	158
4.2	Nástin využití metody pro analýzu a hodnocení textilních struktur	175
5.	ZÁVĚR	178
	Literatura	180

S E Z N A M O B R Á Z K Ů

	str.
1 Přístroj pro získání řezů tkanin (Zvorikina)	22
2 F Řez propletu v rovině řetízku	25
3 F Řez propletu v rovině trikotu	25
4 Škunnikovovo zařízení pro metodu náhrad. řezu	26
5 Schema pozorování pod UV světlem	28
6 F Fotografie úpletu pod UV světlem	30
7 F Fotografie úpletu pod UV světlem	30
8 F Fotografie úpletu pod UV světlem	30
9 F Fotografie úpletu pod UV světlem s různým průměrem nitě	31
10 F Optické zprůhlednění úpletu	35
11 Centrální projekce při dírkové komoře	40
12 Centrální projekce víceočkového objektivu	41
13 Schema vnitřní orientace snímku	42
14 Schema vnější orientace snímku	43
15 Schema souřadnicového systému	44
16 Normální případ stereofotogrammetrie	47
17 Schema stereofotogrammetrického systému	53
18 F Fotografie stereofotogrammetrického systému	54
19 Schema osvětlení preparátu	56
20 Culkova metoda měření konstanty komory	57
21 Skleněná testovací mřížka	58
22 Plošná deformace čtvercové sítě vzniklá distorzí objektivu	66
23 Plošné zkreslení objektivu Pancolar při $b=6$ mm	68
24 Výškové zkreslení objektivu Pancolar při $b=6$ mm	69
25 Plošné a výškové zkreslení kruhové šablony $b=12$	71
26 Plošné a výškové zkreslení kruhové šablony $b=20$	71
27 Zkreslení čtvercové sítě	72
28 Závislost radiální korekce na snímkové délce	73
29 Využití rozměru snímku pro max. velikost b	75
30 Závislost rozlišovací schopnosti obj. na clone	79
31 F Stereokomparátor Stecometr	80

32	Schema optického systému Stecometru	81
33	Závislost srážky filmu na relativní vlhkosti vzduchu	87
34	Výkres ocelového bloku	90
35	Proměření válcového bloku (stereo)	92
36	Lom zobrazovacích paprsků v kapalině (stereo)	93
37	Radiální korekce obrazu bodu ponořeného v kapalině	94
38	Fiktivní rovina zaostření předmětu v kapalině	96
39	Prostorové souřadnice bodů šablony (stereo v kapalině)	103
40	Různé provedení konvergentních případů	110
41	Schema provedení fotogrammetrického konvergent- ního systému	111
42 F	Fotografie fotogrammetrického konvergentního systému	112
43	Určení středu snímku při $m_r = 10$	113
44	Hloubka ostrosti u konvergentních optických os	115
45	Promítnutí mřížky do snímku pod $\neq \varphi_0$ pro	118
46	Promítnutí mřížky do snímku pod $\neq \varphi_0$ pro $n = 0$	120
47	Promítnutí mřížky do snímku pod $\neq \varphi_0$ pro $n \neq 0$	122
48	Určení středu otáčení stolku na snímcích	126
49	Středové promítání při konvergentních optic- kých osách	130
50	Vývojový diagram programu FOTO K/A	132
51	Vývojový diagram programu FOTO K/B	133
52	Pravoúhlé promítání při konvergentních optických osách	134
53	Korekce naměřených souřadnic pro pravoúhlé promítání	136
54	Lom zobraz. paprsků na hladině kapaliny	138
55	Pravoúhlé promítání při konvergentních optic- kých osách	141
56	Pozitivы konvergentních snímků válcového bloku (fot. 72)	145

57	Pozitivы konvergentních snímků válcového bloku (fot. 74)	146
58	Pozitivы konvergetních snímků osnovního úpletu - - sukno (fot. 21)	159
59	Pozitivы konvergentních snímků osnovního úple- tu - sukno (fot. 23)	160
60	Průměty křivky nitě pomocí programu DISK (sukno)	171
61	Průměty křivky nitě pomocí programu DISK (trikot)	172
62	Průměty křivky nitě pomocí programu DISK (interlok)	173
63	Průměty křivky nitě pomocí programu DISK (proplet)	174

S E Z N A M T A B U L E K

Tab. č. 1	Indexy lomů textilních materiálů	36
Tab. č. 2	Tabulka stanovení rozměrů stran čtverce skleněné mřížky	60
Tab. č. 3	Vyhodnocení fotografií s různou předměto- vou vzdáleností na stereokomparátoru	61
Tab. č. 4	Výpočet konstanty komory pro $m_s = 1,199$	59
Tab. č. 5	Výpočet konstanty komory pro $m_s = 1,356$	62
Tab. č. 6	Proměření fotografie skleněné mřížky na stereokomparátoru	64
Tab. č. 7	Středový průmět mřížky	65
Tab. č. 8	Přesnost v určení souřadnic x, y, z (stereo)	84
Tab. č. 9	Měření stereofotografií válcového bloku	91
Tab. č. 10	Snímkové souřadnice mřížky v kapalině (PROJEKT S)	99
Tab. č. 11	Naměřené souřadnice bodů šablony v kapalině	101
Tab. č. 12	Vypočtené prostorové souřadnice kruhové šablony	102

Tab. č. 13	Srovnání prostorových souřadnic bodů šablony bez a v kapalině	104
Tab. č. 14	Vyhodnocení konvergentních snímků válcového bloku zjednodušenou metodou (fot. 72, 74)	147
Tab. č. 15	Vypočtené souřadnice bodů bloku analyticky (fot. 72, 74)	148
Tab. č. 16	Přesnost prostorového vyhodnocení konvergentních snímků válcového bloku	149
Tab. č. 17	Vypočtené souřadnice bodů Johansonových měrek (fot. 70, 74)	151
Tab. č. 18	Převýšení mezi Johansonovými měrkami u tří různých měření	152
Tab. č. 19	Technologické parametry zkušebních textilních vzorků	156
Tab. č. 20	Vypočtené souřadnice bodů na ose nitě (sukno)	161
Tab. č. 21	Matematický popis křivky osy nitě - - sukno (TRAJEKT)	165

S E Z N A M P Ř Í L O H

(úplný obsah uveden vždy u jednotlivých kapitol příloh)

Příloha	I	Fotografické pokusy	P1 - P7
	II	Měření a vyhodnocení testovacích pokusů	P8 - P40
	III	Měření a vyhodnocení některých textilních struktur	P41 - P55
	IV	Výpočetní programy	P56 - P87
	V	Dodatky	P88 - P97

POUŽITÉ SYMBOLY

a ...	předmětová vzdálenost
a' ...	obrazová vzdálenost
A^* ...	průsečík zobrazovacích paprsků s hladinou kapaliny
b ...	základna (měřená vzdálenost stanovisek fotografování)
C ...	clonové číslo
d ...	průměr ohybového kroužku
d_p ...	průměr ocelového bloku
d_x ...	x-ová souřadnice hlavního bodu snímku
d_y ...	y-ová souřadnice hlavního bodu snímku
D ...	průměr válcového testovacího bloku
e ...	rozlišení (nejmenší vzdálenost dvou bodů, které je možno rozlišit)
$\vec{e}_x$...	vektor ve směru osy X
$\vec{e}_y$...	vektor ve směru osy Y
E_a ...	bod
E_h ...	bod
f ...	ohnisková vzdálenost objektivu
f_k ...	konstanta měřické komory
F ...	funkce
F_0 ...	ohnisko objektivu
h ...	výška středu promítání nad kapalinou
h_x ...	hloubka zalévací kapaliny
H ...	hloubka ostrosti
H' ...	hlavní bod snímku
H_a ...	bod
H_h ...	bod
l ...	délka úsečky
l' ...	obraz úsečky l
$\bar{l}$...	průměrná strana čtverce skleněné testovací mřížky
$\bar{l}_s$...	průměrná strana středního čtverce skleněné testovací mřížky
m_c ...	celkové zvětšení $m_s \cdot m_p$
m_p ...	zvětšení na profilprojektoru
m_p ...	střední chyba odečtu paralaxy μ_x
m_s ...	zvětšení na snímku
m_x ...	střední chyba určení souřadnice X
m_y ...	střední chyba určení souřadnice Y
m_z ...	střední chyba určení souřadnice Z
M ...	střed souřadnicového systému
M' ...	střed snímku
M_a ...	bod
M_h ...	bod
M'_h ...	bod
n ...	index lomu = n_D^{20} (index lomu při teplotě 20°C)
$n_D^{20} \perp$...	index lomu kolmý k podélné ose vlákna
O ...	střed vstupní pupily objektivu = střed promítání
O' ...	střed výstupní pupily objektivu
p ...	promítací paprsek
p^* ...	zlomený promítací paprsek na hladině kapaliny
μ_x ...	horizontální paralaxa (rozdíl x-ových souřadnic na levém a pravém snímku)

μ_y	... vertikální paralaxa (rozdíl y-ových souřadnic na levém a pravém snímku)
P	... bod v prostoru
(P)	... myšlený průmět bodu P do osy Z
P'	... obraz bodu P na snímku
P''	... obraz bodu P v modelových souřadnicích
(P'')	... myšlený obraz bodu P na snímku
r	... poloměr kruhu šablony
$\bar{r}$	... průměrná hodnota poloměru šablony
r'	... snímková délka (měřená vzdálenost od hlavního bodu snímku)
s_x	... šířka snímku (ve směru osy X')
s_y	... výška snímku (ve směru osy Y')
S_0	... střed otáčení
S_r	... rozlišovací schopnost
s_v	... šířka vzorku
t	... tloušťka vzorku
u	... parametr
v	... výška válcového testovacího bloku
v_1, v_2	... parametry
x	... prostorová souřadnice polohy
x'	... snímková souřadnice
x^m	... x-ová souřadnice mřížky
$\bar{x}$	... průměrná hodnota
X	... osa prostorových geodetických souřadnic
X'	... osa snímkových souřadnic
y	... prostorová souřadnice bodu
y'	... snímková souřadnice
y^m	... y-ová souřadnice mřížky
Y	... osa prostorových geodetických souřadnic
Y'	... osa snímkových souřadnic
z	... prostorová souřadnice výšky bodu
Z	... osa prostorových geodetických souřadnic
$\vec{Z}$	... promítací směr
$\vec{Z}^*$	... zlomený promítací směr v kapalině
α	... předmětový úhel
α_1	... promítací snímková rovina
α_2	... promítací snímková rovina
α_0	... směr osy záběru
α'	... předmětový úhel zobrazovacího paprsku v kapalině
β	... snímkový úhel
σ	... polohové zkreslení
σ_r	... radiální korekce lomeného paprsku
Δa	... změna předmětové vzdálenosti
Δh	... vzdálenost středu vstupní a výstupní pupily objektivu
Δl	... změna délky obrazu úsečky l
Δr	... radiální korekce zkreslení objektivu
Δy^m	... rozdíl y-ových souřadnic mřížky
Δz	... rozdíl z-ových souřadnic
θ_0	... úhel pootočení snímku ve vlastní rovině
λ	... vlnová délka světla
ν_0	... úhel sklonu osy záběru ($\omega = 90 - \nu$)
ξ	... vertikální rovina ($y = 0$)

$\bar{\sigma}$... směrodatná odchylka

φ_0 ... úhel stočení osy záběru

Ψ ... horizontální rovina ($z = 0$)

ω_0 ... úhel sklonu osy záběru

A, B, C, ... L body (není-li písmeno použito ve výše vyznačené symbolice)

Ú V O D

Současná textilní výroba zabezpečuje v naší socialistické společnosti závažné politicko-ekonomické cíle související s uspokojováním rostoucích materiálních potřeb pracujících. Přes fakt stále intenzivněji zasahujících vlivů vědecko-technické revoluce do výroby, pracuje se však i nadále většinou s uplatňováním empirických poznatků /47/ a výrobních zkušeností.

Stále náročnější úkoly perspektivních plánů rozvoje textilního průmyslu nebude možno plnit bez cílevědomé aplikace vědeckých poznatků ve výrobní sféře, které by vývoj nových typů textilií postavily na nových teoreticky podložených postupech.

Realizací těchto záměrů jsou i teoretické práce prováděné ve Státním výzkumném ústavu textilním, jejichž výsledky jsou formou nehmotných realizačních výstupů předávány do výrobní oblasti.

Prvá část těchto prací tzv. matematické modelování textilních struktur (konstrukčně strukturální teorie) musí vycházet z dostatečně přesného popisu vnitřní geometrie textilního útvaru. Zde jde především o zachycení stavu a zjištění poměrů uvnitř základní strukturální jednotky a dále o určení vzájemných vztahů mezi nimi.

Dosavadní způsob popisu struktury vychází většinou z jednoduchých geometrických představ o uložení vláken nebo nití v textilním útvaru založených na přímém experimentálním pozorování prostorového rozmístění těchto nití či vláken. Tradiční optické metody (především řezy) však selhávají u takových textilií, kde nit nebo vlákno probíhá zcela obecnou prostorově složitou polohou. Exaktní popis

takového geometrického uspořádání jednotlivých komponent textilního útvaru doposud ve výzkumné experimentální metodice chybí.

Autor se ve své práci zaměřil právě na tuto oblast a pokusil se o vývoj objektivní experimentální metody k určení polohy jakkoli orientované osy vlákna nebo nitě uvnitř textilního útvaru s celkovou přesností vyhodnocení $\pm 0,05$ mm. Metoda by měla umožnit jednak přesný popis skutečného tvaru sledované strukturální jednotky a zároveň vytvořit podmínky k zobecňování fyzikálních zákonitostí, projevujících se při výrobě textilií.

Vytyčený úkol je v předkládané dizertační práci postupně řešen tak, že jsou nejdříve prověřeny existující experimentální metody výzkumu struktury textilií (kap. 1) s cílem výběru optimálního postupu. Z provedeného hodnocení bylo pro praktickou aplikaci přijato použít k identifikaci sledované strukturální jednotky metody značených nití v opticky zprůhledněné okolní textilní hmotě a fotografického záznamu.

V další části je proveden rozbor aplikace metody velmi blízké fotogrammetrie pro vyhodnocení snímků textilní struktury. V kap. 2 a 3 je navrženo přístrojové vybavení experimentálního pracoviště, vyhodnocovací systém ručního a poloautomatického snímání a vyhodnocení prostorových souřadnic bodů ze snímků a jsou zde provedeny komplexní testovací zkoušky celého systému.

Závěrem, v kap. 4, je provedeno příkladné použití metody na některých vybraných textilních strukturách s ukázkou matematického vyhodnocení vnitřní geometrie textilního útvaru.

Přesné zjištění prostorových souřadnic mnoha bodů na ose nitě či vlákna charakterizuje nejen stav a geometrii strukturální jednotky, nýbrž vytváří i podmínky k obecné

analýze vlivů technologie na strukturu a k objasňování vztahů mezi strukturou a užitnými vlastnostmi.

Získané údaje mohou sloužit při tvorbě geometrických nebo mechanických modelů struktur, při analýze deformačních procesů nitových nebo vlákenných soustav, jakož i k výzkumu fyzikálních příčin změny struktury při praktickém používání.

Předložená práce se podrobně zabývá pouze první částí uvedené problematiky, tj. způsobem objektivního zachycení a vyhodnocení polohy osy vlákna nebo nitě v textilii. Celá řada otázek kvantitativní analýzy textilních struktur stojí před textilním výzkumem. Autor doufá, že navržená experimentální metodika dává nové možnosti získání informací právě pro tyto příští práce.

1. EXPERIMENTÁLNÍ METODY
VÝZKUMU STRUKTURY TEXTILIÍ

1. EXPERIMENTÁLNÍ METODY VÝZKUMU STRUKTURY TEXTILIÍ

Při výzkumu vnitřního uspořádání vláken nebo nití v plošných textiliích používají se metody, které umožňují zjistit prostorové geometrické poměry uvnitř textilie pomocí mikroskopického nebo fotografického pozorování.

Metody, které byly dosud pro tento účel vyvinuty, je možno rozdělit podle toho, zda sledovaný objekt (vlákno nebo nit, dále jen komponenta) byl předem připraven tak, aby se při pozorování od ostatních komponent textilie lišil (např. obarven), nebo podle toho, jaké techniky bylo pro docílení kontrastního optického dojmu využito. Používají se tyto experimentální metody:

1. komponenta neoznačena

- a) metoda orientovaných řezů
- b) optická metoda náhradního řezu

2. komponenta značena

- a) metoda fluorescenční
- b) metoda rentgenografická a radiografická
- c) metoda optického zprůhlednění pozorovaného objektu.

U všech těchto metod se pozorování a vyhodnocování objektu provádí buď

- a) mikroskopicky odečtením hledaných veličin na okulárovém mikrometru nebo na zobrazeném objektu, který můžeme získat
 - kresbou
 - mikroprojekcí
 - mikrofotografií
 - prostorovou rekonstrukcí
- b) makrofotograficky s odečtením hledaných veličin
 - 1) z negativu - přímo promítáním na matnici zvětšovacího přístroje

- překreslením promítnutého objektu
- fotogrammetricky

- 2) z pozitivu - přímo
- fotogrammetricky

Z uvedeného je zřejmé, že cest k získání prostorové představy o vnitřní struktuře textilií je mnoho. Jejich využití je dáno jednak požadovanou přesností získaných výsledků, dále náročností experimentálního vybavení a v neposlední řadě i skutečností že pro textilie se složitou prostorovou orientací vláknenných komponent nelze některé metody s úspěchem aplikovat.

Z dále uvedeného rozboru jednotlivých metod bude zřejmá experimentální náročnost, přesnost i meze využití výsledků měření u jednotlivých metod.

1.1 Metoda orientovaných řezů

Jde o dosud nejrozšířenější metodu užívanou k poznání vnitřní struktury textilií. Obraz o tvaru a prostorovém sestavení komponent uvnitř textilie se získá pozorováním textilie v podélném a příčném, případně i jinak orientovaném řezu. Orientace řezu ke tvaru objektu je vedena vždy v rovině rovnoběžné k ose sledovaného vlákna nebo nitě. Známé je takto použití podélného řezu pro pozorování průhybu útkové nebo osnovní nitě uvnitř tkaniny. Kombinují-li se tyto dva řezy s pohledem kolmým k ploše tkaniny získá se dobrá představa o vzájemných geometrických poměrech mezi osnovou a útkem ve tkanině.

Mnozí autoři tuto metodu pro svoji přehlednost, dostupnost a hodnověrnost považují za nejlepší /1, 2, 3/.

V další části je uveden stručně postup prací u této metody, aby byla zřejmá její experimentální pracnost a přesnost dosažených výsledků.

1) Zalévání preparátu je nejdůležitější prací v celém procesu přípravy vzorků pro pozorování. Od zalévací hmoty se vyžaduje, aby byla /1, 2, 3, 4/

- čirá a to i po kontaktu s textilním materiálem a netvořila vzduchové bublinky při zalévání
- snadno opracovatelná a to jak v řezu, tak při broušení a leštění
- poměrně rychle tuhnoucí -
- nesmršťující se při tuhnutí
- rozměrově stabilní a trvanlivá
- ve stejné tvrdosti jako je zkoumaný textilní materiál, aby při broušení docházelo ke stejnému opracování hmoty i vlákna.

Tyto velmi náročné vlastnosti v plném rozsahu nemá žádná přírodní ani syntetická hmota a tak jsou pro zalévání využívány různé materiály jaké:

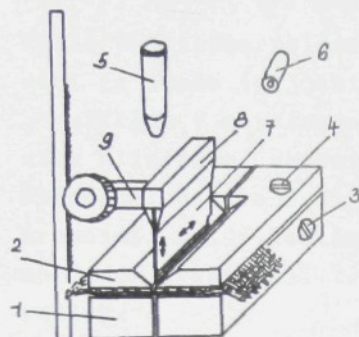
- metylmetakryláty, jejichž použití je přesně specifikováno /4, 5/ a které se používají nejvíce
- šelak /6/
- smůla /1, 6/
- kanadský balzám /2, 6/
- PES /7, 8/
- POP /9/
- tvrdý parafin /2, 4/

a ještě mnoho jiných materiálů většinou různých chemických směsí (např. 4, 1, 10, 11/.

2. Řezání - zalitý blok se řeže v tom směru, ve kterém se bude textilie pozorovat. Podle tvrdosti zalévací hmoty se řezy provádí skleněnými, žiletkovými nebo ocelovými noži, případně může být užito též pilky s jemným ozubením. Vlastní řezání se provádí ručně

nebo na speciálním zařízení.

E.K. Zvorikina /1/ např. navrhuje přístroj, obr. 1, který se osvědčil při získávání příčných řezů tkanin.



- 1 - základ svěrky
- 2 - příložní destička
- 3,4 - upevňovací šrouby
- 5 - mikroskop
- 6 - zdroj světla
- 7 - řezací nůž
- 8 - pohybové ústrojí
- 9 - konzola

Při vlastním řezání je důležité dbát, aby nedošlo ke změně tvaru bloku při uchycení a v řezné rovině k vytržení vláken nebo dokonce posunutí textilie uvnitř zalitého bloku.

- 3) Broušení a leštění - řezná rovina zalitého bloku však obvykle po řezu obsahuje velké množství rýh a drobných nerovností povrchu, které znemožňují pozorování v dopadajícím světle, musí být proto proveden výbrus, přesněji řečeno nábrus /2/, který se získá tím způsobem, že se povrch postupně zarovnává broušením za použití postupně menších a menších rozměrů brusiva. Často bývá vhodné použití nejdříve pilníku, brusného kotouče nebo hrubého smirkového plátna, aby přiblížení k rovině, kterou chceme pozorovat (např. osu nitě), bylo rychlé. Během této práce je nutné neustále kontrolovat povrch bloku pod mikroskopem, aby nedošlo k "přebroušení" a zároveň, aby se získala pro pozorování dostatečně velká plocha.

Vyhlazení povrchu se provádí ručním broušením na papírech s velikostí zrn 60 a 40 μm , postupně až 10 - 20 μm ,

příčemž při přechodu od jedné zrnitosti k druhé se změni směr broušení o 90^0 . Zjistí-li se pod lupou nebo mikroskopem, že plocha je již dále stejnoměrně matná, vyhladí se vzorek leštěním.

Podle použitého zalévacího média je možno leštění provést za sucha (nejčastěji plstí) nebo za mokra (jak je užíváno v metalografii) s použitím roztoků kysličníku hlinitého, chromitého apod. /10/. Leštění je skončeno, odstraní-li se z povrchu poslední rýhy po broušení. Další leštění je již na závalu, poněvadž by se jenom zvětšovala tloušťka deformované tzv. Beilbyho vrstvy.

- 4) Mikroskopické pozorování - provádí se v dopadajícím světle ponejvíce s osvětlením v temném poli. Pro strukturu zkoumané textilie je nejvýhodnější pořídí-li se makro nebo mikrosnímky a tyto se z negativu nebo pozitivu vyhodnocují. Způsob má navíc výhodu dokumentárního zobrazení, jež lze kdykoliv znovu reprodukovat, rozmnožovat, zvětšovat apod.

Metody pro získání mikro a makrosnímků jsou známy a přesně popsány např. /2, 4/.

Zhodnocení metody

Mezi výhody je možno počítat

- metody řezů a výbrusů se používají v řadě netextilních oborů jako např. botanika, lékařství, metalografie kovů, mineralogie apod. a jsou tedy exaktně zpracovány
- většinou nejsou vyžadovány speciální přístroje a řezy je možno opatřit v kterémkoliv středně vybavené laboratoři
- metoda je poměrně rychlá a vede k dobrým výsledkům zvláště u takových textilií, kde vláknenné komponenty jsou orientovány do roviny řezu, např. u tkanin.

Nevýhody autor spatřuje především v tom, že

- exaktní popis prostorové křivky osy nitě (nebo vlákna) použitím dvou nebo více řezů není možno provést, neboť každý řez obsahuje jinou nit
- u textilií s prostorově složitým uspořádáním nelze nalézt takovou rovinu řezu, která by obsahovala celou křivku osy vlákna či nitě
- v důsledku Beilbyho vrstvy dochází vždy k deformaci struktury
- zalévací médium více či méně ovlivňuje prostorovou geometrii textilní struktury (smrštěním při tuhnutí, různou tuhostí média a textilie, která se projeví „vytahováním“ textilní hmoty z bloku při broušení - praktické zkušenosti autora).

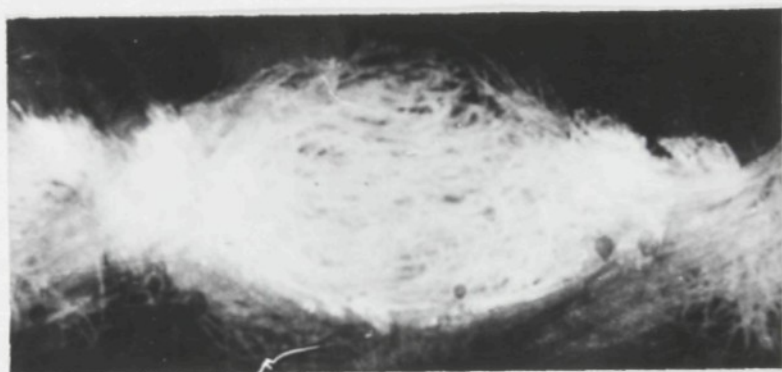
První z uvedené nevýhody vylučuje použití této metody při pozorování úpletů, propletů, pletenotkanin apod. Autor se pokusil využít průhlednosti PES pryskyřice k získání řezů /7/ ke stanovení prostorového obrazu struktury propletů. Jak ukazují fotografie řezů propletů na obr. 2 a 3, nevede metoda řezů k cíli tam, kde osa nitě neleží v rovině řezu (vazba trikot).

Poznámka: Prostorový tvar nitě nebo vlákna v textilií by bylo možno metodou řezů teoreticky získat tím způsobem, že by se zalitý blok rozřezal na řadu po sobě jdoucích řezů provedených ve stejné vzdálenosti od sebe a z nich se postupně zakresloval prostorový tvar osy nitě nebo vlákna. S ohledem na výše uvedené problémy při získávání řezů, značnou pracnost metody a předpokládanou nepřesnost nebyla tato možnost autorem experimentálně prověřena.



Obr. 2

Podélný řez propletu v rovině vazby řetízkové nitě



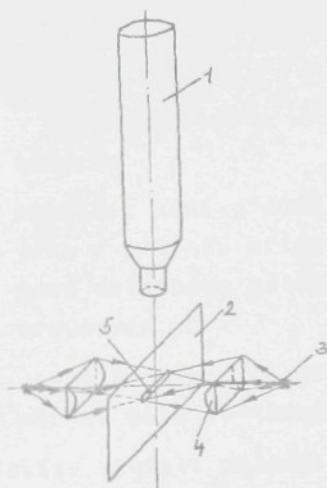
Obr. 3

Řez propletu v rovině vazby rubní kličky trikotové nitě

1.2 Optická metoda náhradního řezu

Škunnikovova a Pjatnického metoda /12/ je založena na mikroskopickém pozorování textilie při využití malé hloubky ostrosti mikroskopu a zvláštního způsobu osvětlení zkoumaného vzorku.

Principiální schéma zařízení pro analýzu konstrukce tkaniny je uvedeno na obr. 4.



- 1 - mikroskop
- 2 - vzorek tkaniny
- 3 - světelný zdroj
- 4 - čočky
- 5 - osvětlený proužek

Obr. 4

V rovině optické osy mikroskopu 1 se umístí vzorek tkaniny 2, která se ze dvou protilehlých stran osvětluje intenzivním světelným zdrojem sestávajícím ze žhavicích žárovek 3 a optické soustavy čoček 4. Toto osvětlení dává úzký světelný proužek 5 na vzorku 2. Tkanina je umístěna v podélné optické ose mikroskopu tak, aby světelný proužek procházel podél osnovní nebo útkové nitě a nalézal se přesně v ohniskové vzdálenosti mikroskopu 1. Obrysy „příčného řezu“ tkaniny pozorují se přitom podél osvětlené nitě. Z důvodů malé hloubky ostrosti mikroskopu je možno toto zobrazení považovat za řez tkaniny podél nitě.

Nalezené zobrazení obrysu řezu možno narýsovat pomocí rýsovacího aparátu nebo ofotografovat s mikrofotónástavcem. Naměření hodnot řezu provádí se však bezprostředně na mikroskopu pomocí okulárového mikrometru. Tato metoda tedy dovoluje proměřit konstrukční parametry tkaniny bez provedení řezu. Experiment uvedený v článku /12/ dokazuje účelnost použití metody při výzkumu vlněných

a skleněných tkanin.

Zhodnocení metody

Optická metoda „náhradního řezu“ má svoji výhodu v tom, že

- textilie není předem upravována pro zvýšení své tuhosti jako v případě orientovaných řezů. Konstrukce tkaniny není ovlivněna zálévací hmotou, případně řezáním a broušením.
- je-li k dispozici přístroj pro pozorování, pak zjištění obrysu nitě ve tkanině je poměrně rychlé.

Obtíže využití metody při výzkumu konstrukce osnovních úpletů spatřuje autor v tom, že

- nelze zjistit prostorové uspořádání u textilií se složitou orientací os vláken
- z důvodu velmi malé hloubky ostrosti a optického zakrytí zkoumané nitě druhou niťovou soustavou je prakticky nemožné obdržet souvislý a dostatečně ostrý obraz prostorového tvaru zatkané nitě, což dokumentují i snímky uvedené v článku / 12/.

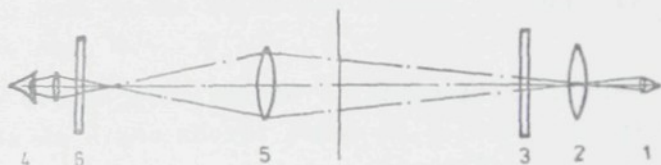
1.3 Metoda fluorescenční (luminiscenční)

Fluorescenční metoda využívá skutečnosti, že působí-li krátkovlnné záření na pozorovaný předmět, vzniká záření s větší vlnovou délkou, která je již okem pozorovatelná. Luminiscence objektu může být primární (předmět vyzařuje viditelné světlo sám od sebe) nebo sekundární (vybuzená speciálními barvivy, tzv. fluorochromy).

Při výzkumu textilních vláken je známé použití metody sekundární fluorescence při sledování bakteriologického napadení vlny, mechanického nebo chemického poškození vlněných vláken, zjišťování obsahu ligninu apod. /13/.

Autor se pokusil o využití této metody při výzkumu struktury osnovních úpletů. Při pokusech byly dodrženy zásady mikroskopického pozorování pod ultrafialovým světlem /11, 14/ a to:

- na preparát se soustředil silný proud UV paprsků, poněvadž fluorescenční zjevy jsou velmi slabé (část UV paprsků je pohlcena preparátem). Dělo se tak využitím rtuťové lampy 1, obr. 5, jejíž světlo se soustředilo kondenzorem 2 a propustilo vhodným světelným filtrem 3, který odstranil všechny viditelné paprsky delší než $400\text{ }\mu\text{m}$.



Obr. 5

- vybuzené světlo se pozorovalo po prostupu absorpčním filtrem 6 pomocí mikroskopu 5
- UV světlo, které prošlo preparátem, bylo nutno odfiltrovat, protože by snížilo brilanci obrazu a navíc poškodilo zrak. Filtř 6 byl dán před objektiv 5 mikroskopu.

Při pokusu bylo postupováno následovně:

Příprava vzorku

Jako vzorku bylo použito osnovního dvoupřístrojového úpletu ve vazbě obráceného šarmé (sukno + trikot) s PADh. Nit 2. kladecího přístroje jež měla být sledována byla před pletením opticky dobřelena Blankophorem RPA v laboratorních podmínkách. Vzorek pleteniny byl upnut do kovo-

vého DIA rámečku bez podložního a přitlačného skla.

Zdroj UV světla

Ve spolupráci s VŠST v Liberci, katedrou fyziky, byla použita rtuťová lampa BGW HQE 40, s filtrem o průměru 36 mm

Provedení fotografie

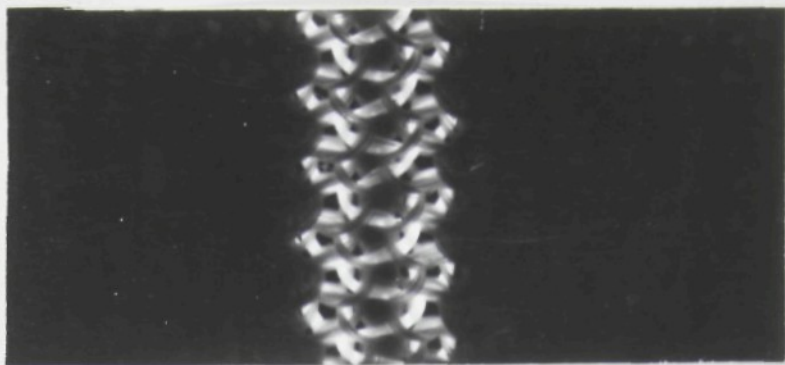
Při pozorování byly provedeny tyto fotografické pokusy

- a) fotografování v procházejícím světle ve světelném poli (kovový rámeček se vzorkem úpletu byl umístěn přímo na krytu rtuťové lampy). Pokus č. 1, příloha I. (Podmínky všech fotografických pokusů uvedených v této práci jsou popsány v příloze I). Optická osa fotoaparátu byla kolmá ke vzorku úpletu. Fotografie je uvedena na obr. 6.
- b) v dopadajícím světle v temném poli (předmět byl osvětlován šikmo shora) Pokus č. 2. Optická osa byla buď kolmá ke vzorku úpletu, fotografie na obr. 7, nebo skloněná pod úhlem 45° ke vzorku, fotografie na obr. 8.

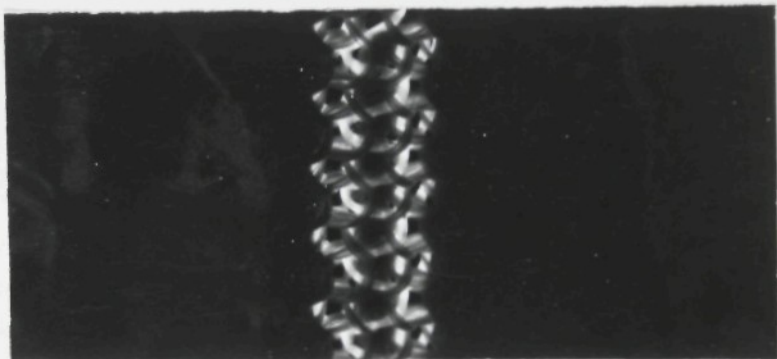
Zhodnocení metody

Při pokusu se prokázalo, že

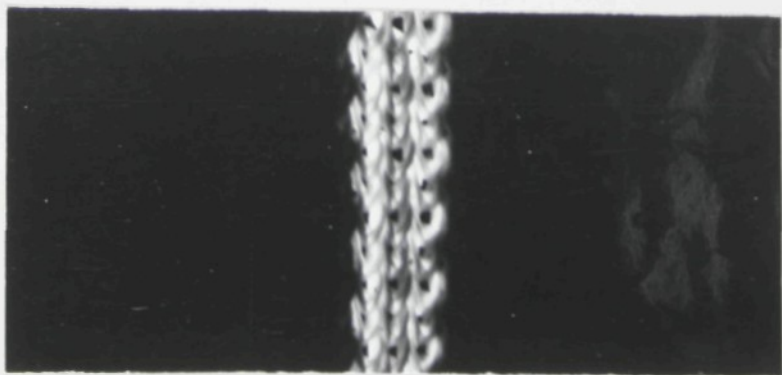
- a) PAD hedvábí opticky dobřelené Blankophorem RPA fluoreskuje dostatečně pro přímé mikroskopické i fotografické pozorování. Fluoreskující nit je na všech snímcích velmi dobře patrna
- b) vybuzené viditelné záření neprojde však neprůsvitným prostředím mezi fluoreskující nití a objektivem, v našem případě nitmi prvního kladacího přístroje, které překrývají sledovanou nit na rubu úpletu. Křivku osy nitě nelze tedy přesně sledovat ani není možno zachytit kontury nitě v celém očku.
- c) podobně UV světlo neprojde nitmi překrývající preparovanou nit na lici úpletu



Obr. 6

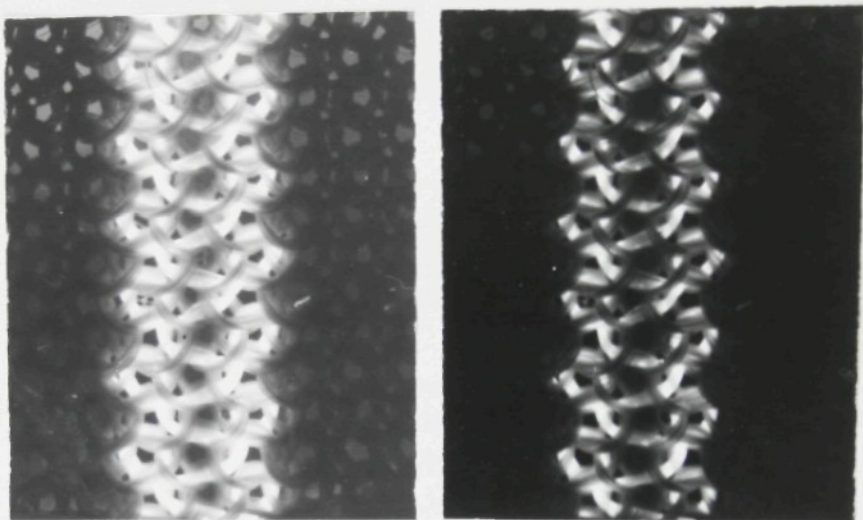


Obr. 7



Obr. 8

- d) intenzivní záření fluoreskující nitě způsobuje na snímku zvětšení průmětu obrysu nitě. Tato skutečnost je pozorovatelná na snímcích na obr. 9, které se liší jen dobou expozice pozitivu



Obr. 9

Metoda se pro zjišťování složité prostorové křivky osy nitě v úpletu ukázala jako nepřiliš vhodná. S ohledem na snadné získání sekundární fluorescence textilních materiálů a jednoduchost optického pozorování, bude jistě možno metodu využít při jinak zaměřených strukturálních výzkumech.

Za zmínku stojí připomenout, že některé elektronové řádkovací mikroskopy jsou vybaveny doplňkovým zařízením pro luminiscenční záření, takže je možno této metody využít přímo na mikroskopu s výjimečnou rozlišovací schopností a prostorovým vjemem. Ani zde však využití metody nepůjde pod povrch textilie.

1.4 Metoda rentgenografická a radigrafická

V běžné mikroskopii není možno Roentgenovy X-paprsky využít, neboť jejich velmi malou délku vlny nelze soustředit čočkami mikroskopu. Využívá se však jejich schopnosti průchodu hmotou při nepřímé mikrofotografii, tzv. mikro- nebo makrorentgenografii.

Obecně se doporučuje /14/ pro dobrý mikrorentgenogram tloušťka preparátu 0,05 - 0,15 mm a přímý styk preparátu s fotografickou vrstvou. Tato tloušťka je však mnohem menší než tloušťka běžných plošných textilií.

Použití X-paprsků při zkouškách textilií bylo poprvé popsáno Truesdaelem a Hayesem /5/ v roce 1921. „Značkování“ příze provedli impregnováním chromanem olova. Příze byla zatkána do tkaniny a prozářena rtg paprsky proti filmu. Snímky hodnotí Morton /5/ jako zajímavé, jím provedené zkoušky s použitím sulfátu barya rovněž prý vykazovaly dobré výsledky.

Autor se pokusil získat tímto způsobem fotografie úpletu, přičemž pro značkování PADh použil

- a) povrchový postřík antistatickými sprayi „Spreitan“ a „Duron 16“
- b) napuštění osmiem z Paladeho fixačního roztoku kyseliny osmičelé /10/
- c) titanem z TiO_2 při použití matového PADh.

Prozářením úpletu chromovou lampou při napětí 28 kV, 10 mA na přístroji Mikrometa I na VŠST nebyly však zjištěny dostatečné stopy kovů. Od zkoušek v tomto směru bylo upuštěno pro dobré výsledky dosažené metodou „optického zprůhlednění“, viz dále.

S takto pokoveným hedvábím byly autorem rovněž provedeny pokusy ve Výzkumném ústavu stavebních hmot v Brně

na přístroji Stereoscan od fy Cambridge (Anglie). Pokusem mělo být zjištěno, zda by metodou rentgenového distribučního obrázku ne Stereoscanu nebylo možno zachytit stopy rozložení prvků těžkých kovů v úpletu. Ani přes velkou zkušenost operátora se nepodařilo zjistit rozložení těchto prvků v textilií, patrně pro jejich velmi malou koncentraci.

K nevýhodě změny tuhosti vlákna při intenzivním zatěžování kovem se u této metody ještě řadí tyto obtíže:

- při snímkování dvou k sobě kolmých pohledů není snadné natáčení vzorku na úhel 45° , neboť rtg paprsky jsou ze vzorku snímány vždy pod úhlem 45° a jsou k vysílajícím paprskům primárního zdroje kolmé. Z tohoto důvodu nelze např. získat kolmý pohled na úplet
- při průniku primárních elektronů vzorkem dochází k jejich absorpci, rovněž dochází k absorpci vybuzeného rtg záření a navíc jsou obě záření absorbována pokovením vzorku. Z těchto důvodů je nutno primární záření zesílit, což vede k intenzivnímu ohřevu vzorků, někdy i k jejich spálení (k tomuto „iontovému leptu“ došlo u vzorků s osmiem)
- strany odvrácené od primárního zdroje tak, že rentgenové záření nejde přímo k detektoru, oslabují výslednou detekci stopového prvku.

O použití radioaktivních indikátorů se zmiňuje Skljannikov /1/. Metoda byla v Sovětském svazu rozpracována P.V.Vlasovem /15, 16/ a uvádí se, že je více přístrojově dostupná než rentgenografie, rovněž výsledky metody jsou průkaznější. Autor v této souvislosti připomíná ještě práci Downese a Graye /17/, kteří s pomocí spektrometrického záznamu absorpce beta záření izotopu¹⁴ zjišťovali průměr vlněného vlákna. Některé strukturální vlastnosti plošných textilií by se jistě touto metodou

daly dobře zjišťovat, viz /5/.

Zhodnocení metody

Rentgenografická metoda dovoluje zaznamenat průmět jakkoliv složité prostorové křivky, kterou tvoří osa vlákna nebo nitě v textilním útvaru. Je tedy možné pořídit touto metodou dva i více snímků jednoho a téhož vlákna nebo nitě z různých směrů ozařování a tyto stínové obrazy vyhodnotit do prostorových souřadnic bodů křivky.

Problémy však jsou spatřovány především ve složitosti metody a v nedostatku dostatečně výrazných obrysů sledovaného objektu /1/. Dá se očekávat i změna mechanicko-fyzikálních vlastností pokovených nití, které po zatčení (zapletení) zaujmou jinou polohu než ostatní nitě. Ani použití radioaktivních izotopů tuto metodu výrazně nezjednodušuje a přesnost výpovědi o geometrii struktury textilií nezvyšuje.

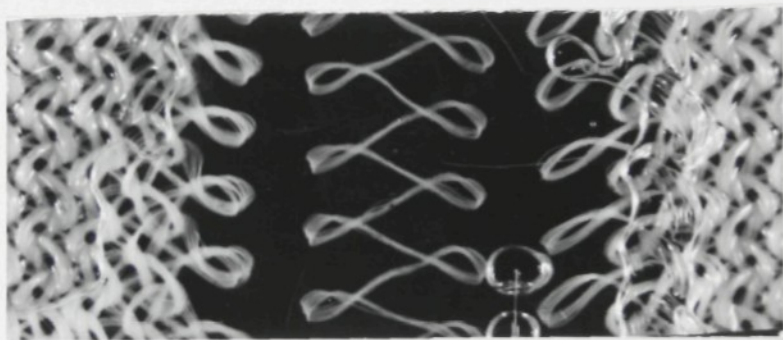
1.5 Metoda optického zprůhlednění preparátu

Zalije-li se nezbarvené textilní vlákno kapalinou se stejným indexem lomu jako má vlákno stane se při pozorování průhledným. Toto „optické zprůhlednění“ vlákna je tím dokonalejší, čím homogennější a bezbarvější je vlákno a čím přesněji se shodují oba indexy lomu.

Této skutečnosti se využívá při mikroskopickém pozorování nebo při získávání fotografií textilních útvarů. Postupuje se tak, že vlákno, které bude předmětem pozorování, se barevně odliší od ostatních vláken a nezbarvená vlákna se „opticky zprůhlední“. V zorném poli zůstane jen obarvené vlákno v poloze, kterou ve skutečnosti v textilií zaujímá. Pro studium přízí touto metodou bylo ve VÚB Ústí n/Orl. vyvinuto speciální zařízení nazvané OMEST /39/ a pomocí tohoto přístroje je v SVÚT prováděn výzkum vnitřní struktury přízí /40/. V tomto směru jsou

také známy práce Whitneye /18/ a Žurka a Kapiase /19/, kteří tímto způsobem pozorovali úplety. Metoda umožňuje zjistit průměr příze, její prostorovou polohu i místní zploštění, krut apod.

Autor v praxi ověřil tuto metodu při pozorování plošných textilií s velmi dobrým výsledkem. Metoda je uváděna na příkladu osnovního úpletu. Jako sledovaná nit bylo použito matové hedvábní PADh s dvěma procenty kysličníku titaničitého, ostatní nitě bylo lesklé PADh. Textilie byla ponořena do monochlorbenzenu s indexem lomu $n_D^{20} = 1,5248 / 33/$. Index lomu PADh $n_D^{20} \omega(\perp) = 1,526 / 32/$. „Optické zprůhlednění“ je dobře patrné z fotografií na obr. 10, pokus č. 4.



Obr. 10

Vzhledem k tomu, že tato metoda se ukázala pro pozorování prostorové polohy osy nitě v textilií jako nejvýhodnější, byla dále propracována a použita pro vyhodnocovací pokusy s textilními vzorky.

Zhodnocení metody

Mezi nevýhody tohoto způsobu lze počítat:

- pozorované vlákno nebo nit je nutno předem označit (případně vybrat barevně odlišné)

- optické zrohňednění přírodních materiálů nebývá dokonalé, neboť tyto suroviny obsahují množství příměsí rozdílných barvou i indexem lomu
- u směsových materiálů případně textilií z více komponent lze očekávat rovněž obtíže při hledání vhodného indexu lomu, viz tabulka č. 1 /32, 34, 41/

Tab.č.1

materiál	index lomu $\perp$ k podélné ose vlákna $n_D^{20} \omega (\perp)$
bavlna	1,532
vlna	1,547
len	1,528
VSv	1,519 - 1,523
PAD 6 v	1,526
PES v (PETv)	1,537

- značené vlákno (nit) může mít odlišné fyzikálně-mechanické vlastnosti, takže výpovědi nebudou zcela exaktní
- kapaliny s vhodným indexem lomu jsou organické sloučeniny většinou páchnoucí, některé z nich jedovaté a hořlavé (monochlorbenzen) a je proto nutno pracovat s nimi opatrně a držet se bezpečnostních předpisů.

Přednosti metody spatřuje autor především:

- sledovaný textilní materiál je možno pozorovat makro- i mikroskopicky, lze jej fotografovat z různých směrů. Při opatrném zacházení s preparátem je poloha pozorovaného předmětu stálá
- křivka osy nitě či vlákna je kontinuální, lze ji prostorově vyhodnotit
- k pozorování lze použít běžných přístrojů, metoda nevyžaduje žádného speciálního vybavení.

- optické zprůhlednění přírodních materiálů nebývá dokonalé, neboť tyto suroviny obsahují množství příměsí rozdílných barvou i indexem lomu
- u směsových materiálů případně textilií z více komponent lze očekávat rovněž obtíže při hledání vhodného indexu lomu, viz tabulka č. 1 /32, 34, 41/

Tab.č.1

materiál	index lomu $\perp$ k podélné ose vlákna $n_D^{20} \omega (\perp)$
bavlna	1,532
vlna	1,547
len	1,538
VSv	1,519 - 1,523
PAD 6 v	1,526
PES v (PETv)	1,537

- značené vlákno (nit) může mít odlišné fyzikálně-mechanické vlastnosti, takže výpovědi nebudou zcela exaktní
- kapaliny s vhodným indexem lomu jsou organické sloučeniny většinou páchnoucí, některé z nich jedovaté a hořlavé (monochlorbenzen) a je proto nutno pracovat s nimi opatrně a držet se bezpečnostních předpisů.

Přednosti metody spatřuje autor především:

- sledovaný textilní materiál je možno pozorovat makro- i mikroskopicky, lze jej fotografovat z různých směrů. Při opatrném zacházení s preparátem je poloha pozorovaného předmětu stálá
- křivka osy nitě či vlákna je kontinuální, lze ji prostorově vyhodnotit
- k pozorování lze použít běžných přístrojů, metoda nevyžaduje žádného speciálního vybavení.

1.6 Zhodnocení metod

Z uvedeného přehledu laboratorních metod používaných při výzkumu vnitřního uspořádání textilních útvarů a z vlastních experimentálních zkušeností autora doporučuje se pro textilie se složitou prostorovou křivkou osy nitě v útvaru používat metodu s optickým zprůhledněním textilní hmoty.

Vlastní pozorování je nejlépe provádět na fotografických snímcích, a to především z těchto důvodů:

- 1) proměření složité křivky přímo okulárovým mikrometrem na mikroskopu, zvláště jde-li o více různých snímků téže nitě, by bylo velice obtížné. Sledované body na křivce si musí na jednotlivých snímcích odpovídat, což nelze na mikroskopu zajistit
- 2) snímek má dokumentační hodnotu, lze jej zvětšovat, promítat, dá se i strojně vyhodnotit (čtecí lupou počítače, fotogrammetricky apod.)
- 3) jde-li o pozorování většího počtu bodů, je vyhodnocení z fotografie mnohem rychlejší.

V další části zprávy bude proveden rozbor a popis jednotlivých metod, které byly použity pro vyhodnocení fotografických snímků pořízených metodou optického zprůhlednění.

2. REKONSTRUKCE PROSTOROVÉHO TVARU OBJEKTU FOTOGRAMMETRICKÝMI METODAMI

2. REKONSTRUKCE PROSTOROVÉHO TVARU OBJEKTU FOTOGRAMMETRICKÝMI METODAMI

Určit tvar, velikost i polohu objektu v prostoru je možné, máme-li k dispozici alespoň dva fotografické snímky tohoto objektu. Jde o základní úlohu samostatné vědní disciplíny, tzv. fotogrammetrie.

Měřické metody, které byly postupně ve fotogrammetrii vyvinuty, se používají především pro geodetické účely v pozemní a letecké fotogrammetrii. V poslední době se rozsah využití této metody rozšířil i do jiných vědeckých a technických oborů (geologie, lékařství, metalurgie apod.).

Jestliže rozměry zkoumaných objektů klesnou řádově do decimetrů a centimetrů, jde o oblast tzv. velmi blízké fotogrammetrie, která není zatím u nás ani ve světě běžnou a široce známou měřickou metodou. Velmi blízká fotogrammetrie nese sebou z důvodů malých předmětových vzdáleností množství technických problémů a obtíží, které využití přesných měřických postupů komplikují. Přesto však může být dosaženo hodnotných výsledků, jak dokazují některé práce z jiných vědních oborů.

O jedno z použití metody velmi blízké fotogrammetrie se pokusil autor při sledování prostorového tvaru zakřivených os nití a vláken v textilních útvarech.

Protože jde o disciplínu v textilu běžně nepoužívanou, budou nejdříve uvedeny základní obecné vztahy a zákonitosti fotogrammetrické rekonstrukce.

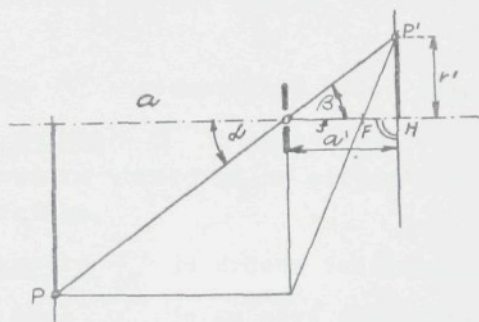
2.1 Geometrické vztahy fotogrammetrické rekonstrukce

V této části jsou uvedeny nejdůležitější vztahy a pojmy, které se váží na vyhodnocování snímků fotogrammetrickými metodami. Bylo použito literatury /20, 21, 22, 23, 24/.

Fotografování je vlastně centrální projekcí, kde při tzv. dírkové komoře se uskutečňují ideální podmínky geometrického zobrazení, pro které platí základní čočková rovnice, obr. 11.

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{a'} = \frac{1}{f} \quad (1)$$

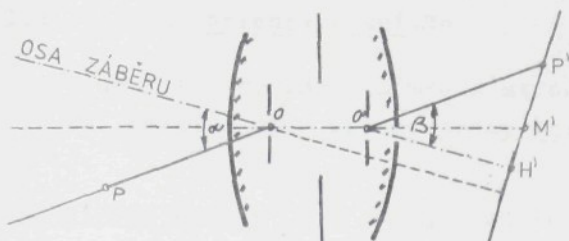
kde a je předmětová vzdálenost
 a' obrazová vzdálenost
 f ohnisková vzdálenost objektivu.



Obr. 11

kde α je předmětový úhel, β snímkový úhel,
 P bod v prostoru, P' obraz bodu P na snímku,
 r' snímková délka

Protože však objektiv se skládá z několika čoček za účelem zmenšení optických vad objektivu, dochází v tomto optickém systému k lomu promítacích paprsků. Optické zobrazení objektivem je potom jiné, viz obr. 12.



Obr. 12

K vysvětlení užívaných termínů:

Projekčními centry jsou střed vstupní pupily O a střed výstupní pupily O' . Vstupní, resp. výstupní pupilou se rozumí podle Roosa obraz objektivové clonky vytvořený předmětovou resp. obrazovou částí objektivu.

Osa záběru je dána paprskem, který v prostoru předmětném prochází středem vstupní pupily O a je kolmý k rovině snímku.

Střed snímku M' - geometrický střed snímku.

Hlavní bod snímku H' je průsečíkem osy záběru (který vychází v prostoru obrazovém ze středu výstupní pupily O') s rovinou snímku.

Konstanta komory f_k je určena vzdáleností $O'H'$.

Předmětový úhel α je směrová odlehlost předmětového paprsku od osy záběru měřená ve středu vstupní pupily.

Vztah mezi vzdáleností obrazu bodu P' od hlavního snímkového bodu H' a konstantou komory je dán výrazem

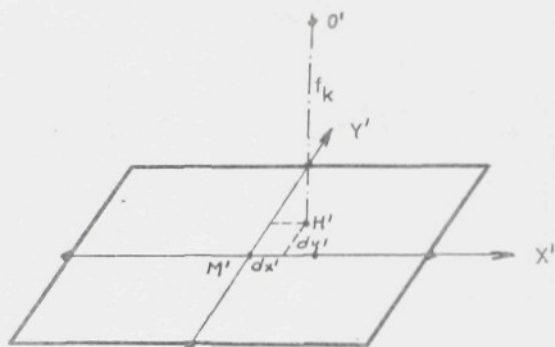
$$r' = F(\alpha)$$

kde $F(\alpha)$ je funkce, která se liší od funkce $\tan \alpha$ o vliv zkreslení objektivu

2.1.1 Vnitřní orientace snímku

Vztahy mezi rovinou snímku a středem objektivu (výstupní pupily) jsou určeny prvky vnitřní orientace. Jsou to:

- a) konstanta komory $\{K$ což je vzdálenost středu výstupní pupily O' od hlavního snímkového bodu H' měřená v ose záběru s maximální přesností, viz obr. 13.



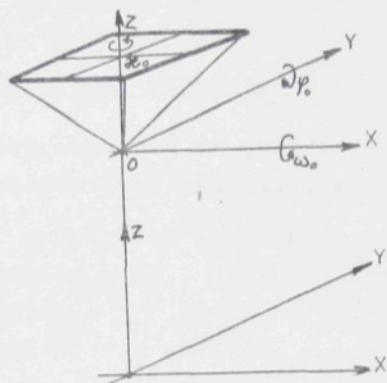
Obr. 13

- b) poloha hlavního snímkového bodu H' v rovině snímku se obvykle určuje ke středu snímku M' (průsečík spojnic rámových značek) s přesností 0,02 mm. U správně justované fotografické kamery splývá hlavní bod snímku H' se středem snímku M' .
- c) zkreslení objektivu je obvykle udáváno výrobcem objektivů měřických kamer, v případě potřeby se zajišťuje experimentálně.

Prvky vnitřní orientace tedy přesně definují polohu středu výstupní pupily O' jako středu promítání vzhledem k rovině snímku a umožňují rekonstruovat trs paprsků, který v okamžiku expozice vytvořil měřický snímek.

2.1.2 Vnější orientace snímku

Polohu a prostorovou orientaci paprskového trsu, který vytvořil měřický snímek, určují prvky vnější orientace. Tvoří je 6 hodnot, viz obr. 14.



Obr. 14

Jsou to:

- tři souřadnice středu promítání O (vstupní pupily), a to x , y , z vztahované ke geodetickému prostoru. V případech velmi blízké fotogrammetrie nejsou nutné
- tři úhly (α_0 , φ_0 , ψ_0), které určují polohu a orientaci směru osy záběru v předmětovém prostoru
 - úhel α_0 tzv. úhel pootočení snímku ve vlastní rovině je úhel, který svírá spojnice rámových značek s průsečnicí vertikální roviny proložené osou záběru s rovinou snímku ($y=0$)
 - úhel φ_0 , tzv. směr osy záběru, je dán horizontálním průmětem směru osy záběru do souřadnicového systému. V pozemní fotogrammetrii se užívá spíše úhel α_0 tj. úhel stočení osy záběru.
 - úhel ψ_0 tzv. sklon osy záběru je úhel, který svírá osa záběru se svislicí spuštěnou ze středu vstupní

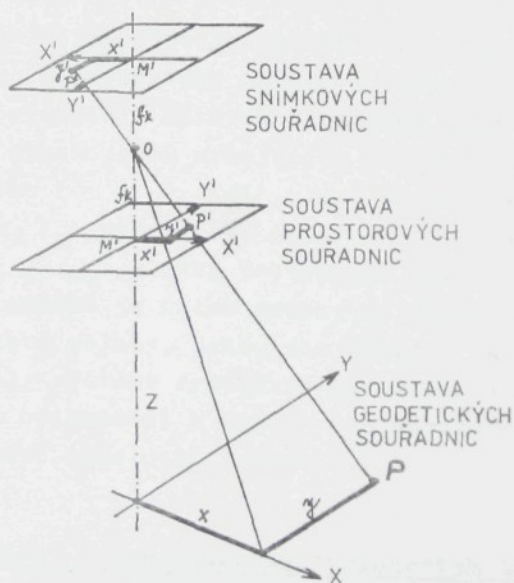
pupily objektivu. V pozemní fotogrammetrii se více užívá úhel $\omega_0 = 90 - \nu_0$

Prvky vnější orientace tam, kde je stanoviště fotografování pevné, lze určit velmi přesně, a to souřadnice středu O měřením a úhly pomocí libel.

2.1.3 Souřadnicový systém a orientace snímků

Ve fotogrammetrii se při řešení všech úloh volí tři oddělené souřadnicové soustavy, a to:

- a) soustava snímkových souřadnic, kterou tvoří dvě rovinné souřadnice X' , Y' při fotografování v horizontálním směru a X' , Y' při fotografování ve vertikálním směru, viz obr. 15.



Obr. 15

Z obrázku 15 je zřejmé, že osy souřadnicového systému splývají se spojnicemi rámových značek snímků. Snímkové souřadnice se měří na speciálních přístrojích s přesností až na 0,002 mm podle rozlišovací schopnosti emulze a použitého vyhodnocovacího zařízení. Měří se vždy od hlavního snímkového bodu H' . V případě, že H' nesplývá se středem snímku M' , je nutno souřadnice jednotlivých bodů opravit o hodnotu dx' , dy' případně dz' .

- b) soustava prostorových (modelových) nebo strojových souřadnic, která se odvozuje ze snímkových souřadnic při znalosti prvků vnější orientace. Souřadnice x' a y' leží v horizontální rovině (obr. 15) a osa Z' je orientována svisle. V této soustavě se provádí všechny výpočty
- c) soustava geodetických prostorových souřadnic užívaná při geodetických měřeních.

Hlavní úloha fotogrammetrie spočívá ve vytvoření geometrického prostorového modelu ze dvou snímků o známé vnitřní orientaci. Správná orientace dvou snímků jednoho předmětu obsahuje 12 určujících prvků, a to souřadnice stanoviště $O_1 (x_1, y_1, z_1)$ stanoviště $O_2 (x_2, y_2, z_2)$ a prostorové směry os fotografování $\varphi_1, \varphi_2, \omega_1, \omega_2$ a úhel pootočení $\mathcal{H}_1, \mathcal{H}_2$. Při vyhodnocování snímků je nutno snímky nejdříve umístit v prostoru do takové polohy, jakou zaujímaly v okamžiku fotografování, tj. provést relativní orientaci a potom celý tento systém orientovat k danému souřadnicovému systému, tedy provést absolutní orientaci.

2.1.4 Měření a vyhodnocování snímkových souřadnic

U rekonstrukce třírozměrného prostoru používá se dvou snímků téhož předmětu vyhotovených z různých stanovišť. Tato dvojsnímková fotogrammetrie se rozděluje podle způsobů vyhodnocení na

a) průsekovou fotogrammetrii - měřická metoda založená na protínání vpřed ze dvou stanovisek jejichž poloha je známá. Vyhodnocení lze provést graficky nebo početně z měřených snímkových souřadnic. Metoda se používá výjimečně v některých speciálních případech

b) stereofotogrammetrii - snímky jsou pořízeny tak, aby vyhovovaly podmínkám umělého stereoskopického pozorování, tj. aby se při pozorování vytvořil prostorový optický model zobrazeného předmětu. Podle polohy osy záběru a základny fotografování se rozlišují případy

1) normální - osy záběru jsou kolmé na základnu, obr. 16. Sklon a pootočení kamery je rovno nule. Snímky jsou pořízeny ze dvou stanovišť vzdálených od sebe o fotogrammetrickou základnu b . Z obrázku je zřejmé stanovení stereofotogrammetrických rovnic (2, 3, 4) pro výpočet skutečných prostorových souřadnic bodů. Odvození rovnic je provedeno z podobných trojúhelníků zobrazovacích paprsků a s využitím paralaxy p_x jako rozdílu x -ových souřadnic na obou snímcích.

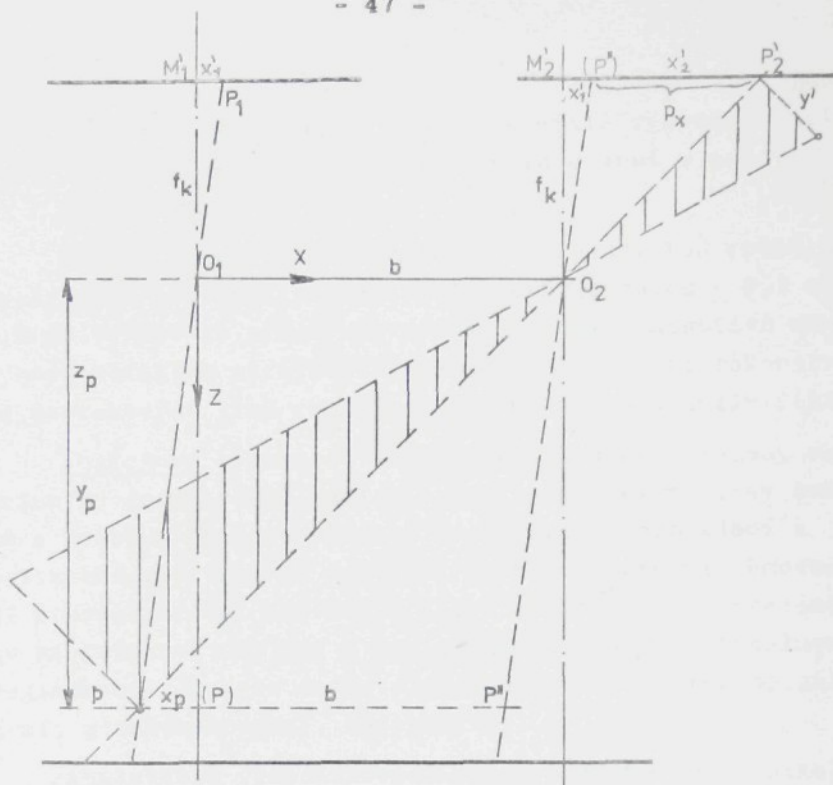
2) rovnoběžně stočený - osy záběru jsou rovnoběžné, ale stočené o jistý úhel φ_0 . Pro prostorové souřadnice platí podobně jako v normálním případě

$$x_p = \frac{b' \cdot x'}{p_x} \quad (5)$$

$$y_p = \frac{b' \cdot y'}{p_x} \quad (6)$$

$$z_p = \frac{f_k}{p_x} \left(b \cos \varphi_0 + \frac{x'}{f_k} b \sin \varphi_0 \right) \quad (7)$$

3) konvergentní (nebo divergentní) - osy záběru se sbíhají nebo rozbíhají v malém úhlu. Úhel musí být zvolen tak, aby ještě došlo ke stereoskopickému



OBR. 16

Z PODOBNOSTI TROJÚHELNÍKŮ

$$\Delta O_1 M_1' P_1' \quad \Delta O_1(P)P \quad \sim \quad \Delta O_2(P'')P_2' \quad \Delta O_2 P''P$$

VYPLÝVÁ

$$\frac{p_x}{b} = \frac{f_k}{z_p} \Rightarrow x_p = \frac{f_k \cdot b}{p_x}$$

$$\frac{f_k}{x_1'} = \frac{z_p}{x_p} \Rightarrow x_p = \frac{z_p \cdot x_1'}{f_k} = \frac{f_k \cdot b \cdot x_1'}{p_x \cdot f_k} = \frac{b \cdot x_1'}{p_x}$$

$$\frac{y_p}{y_1'} = \frac{z_p}{f_k} \Rightarrow y_p = \frac{z_p \cdot y_1'}{f_k} = \frac{f_k \cdot b \cdot y_1'}{p_x \cdot f_k} = \frac{b \cdot y_1'}{p_x}$$

vjemu. Tento případ vede na složité vyhodnocovací rovnice bez praktického významu a není v podstatě používán.

Měření snímkových souřadnic se provádí buď ručně na papírových kopiích (přesnost odsunutí je potom $\pm 0,1$ až $0,2$ mm), nebo se proměřují přímo originály negativů na vyhodnocovacích strojích. Tyto se podle řešení rekonstrukce paprskových trsů rozdělují na analogové a analytické.

Analogové vyhodnocovací přístroje jsou založeny na principu geometrické analogie mezi paprskovými trsy snímků a modelu. Jsou po stránce mechanického provedení a optického vybavení na nejvyšší technické úrovni. Umožňují provést určení souřadnic kteréhokoliv bodu zobrazeného na snímkové dvojici a jejich grafickou nebo číselnou registraci. Jsou to např. stereokomparátor, stereoplaniograf, stereometrograf, autograf aj.

Analytické vyhodnocovací přístroje využívají číselného zpracování změřených snímkových souřadnic sdružených bodů snímkové dvojice na přesném komparátoru. Prostorové souřadnice bodů se stanoví jako průsečíky sdružených paprsků na samočinném počítači. Výhodou těchto přístrojů a jejich budoucnost je dána jejich univerzálností a tím, že funkce a přesnost přístrojů není omezena mechanickými činiteli. Jsou to např. stereotrigomat, přístroj AP/C aj.

2.2 Provedení fotogrammetrického snímku

Základem fotogrammetrických prací je měřický snímek, jehož kvalita je závislá na:

- rozlišovací schopnosti objektivu a jeho ostatních optických vlastnostech
- kvalitě a bezvadné funkci dalších částí měřické kamery
- stanovisku pro fotografování

- správném osvětlení předmětu
- tvaru, barvě a odrazové schopnosti fotografovaného předmětu
- druhu a vlastnostech fotografického materiálu
- fotolaboratorních pracech.

Od negativního materiálu (desky nebo filmu) se vyžadují především tyto vlastnosti:

- vhodná citlivost filmu
- dobrá citlivost k barvě předmětu
- vhodná gradace
- jemnozrnnost
- velká rozlišovací schopnost
- neměnnost rozměrů.

Z uvedeného je zřejmé, že požadavků na fotogrammetrický snímek je celá řada. Všechny vedou k tomu, aby obraz byl ostrý, po stránce měřické bezvadný, aby zachoval své rozměry při měření i skladování. Systematický rozbor jednotlivých vlivů, registrace případně eliminace vad snímků je proveden ve všech obsáhlejších fotogrammetrických učebnicích jako např. /21, 22, 23, 24/. K jednotlivým vlivům bude přihlíženo při výběru vhodného fotografického materiálu a kamery při experimentálních pracech, viz dále.

2.3 Fotogrammetrické kamery

Vysoké požadavky kladené na měřický snímek se odrážejí i na nárocích na konstrukci fotogrammetrických kamer. Fotogrammetrické kamery musí zaručovat stálost prvků vnitřní orientace a musí být zároveň zjistitelná i vnější orientace stanoviště fotografování.

Na základě těchto podmínek vznikly fotogrammetrické přístroje, které byly spojením fotografické kamery s teodolitem (fototeodolity). Obecně je možno říci, že

- těleso kamery musí být pevné, aby se zachovala konstantnost prvků vnitřní orientace
- objektiv musí mít minimální zkreslení, velkou rozlišovací schopnost a dobré rozdělení světla v celé ploše zorného pole
- kamera je umístěna na masivním stojanu s možností přesného nastavení směru osy záběru a úhlu pootočení snímku
- uvnitř kamery jsou umístěny přesné rámové značky.

Je samozřejmé, že měřické kamery jsou konstruovány především pro leteckou a pozemní fotogrammetrii a nemohou být tedy využity i pro velmi blízkou fotogrammetrii. V poslední době se sice objevily stereometrické kamery pro použití v blízké fotogrammetrii /25/, především pro kriminalistiku, balistiku apod., ale ani ty nelze pro fotogrammetrii z velmi malé vzdálenosti využít. Jsou proto pro tuto oblast vždy jednotlivě vyvíjeny fotogrammetrické soustavy přímo na pražovišti, kde budou využívány. Takto jsou známy stereosoupravy vytvořené z fotoaparátů /25, 26, 27/ nebo adaptací fototeodolitů /28, 29/.

3. APLIKACE METODY

VELMI BLÍZKÉ FOTOGRAMMETRIE

3. APLIKACE METODY VELMI BLÍZKÉ FOTOGRAMMETRIE

V této části dizertační práce jsou uvedeny zásady, podle kterých byl fotogrammetrický systém (tj. systém přístrojového uložení fotografických kamer) sestaven, experimentálními zkouškami ověřen a otestován.

Zvláštní pozornost je věnována jednotlivým zdrojům chyb a stanovení teoretické a skutečné hranice přesnosti vyhodnocení prostorových souřadnic bodů.

V průběhu experimentálních pokusů bylo postupováno tak, že bylo nejdříve provedeno vyhodnocení snímků pořízených v jednom optickém prostředí (vzduchu) a teprve po oceňování přesnosti systému byly vyhodnoceny snímky provedené za podmínek průchodu zobrazovacích paprsků dvěma optickými prostředími (vzduch a zalévací kapalina). Následně po otestování fotogrammetrického systému bylo přistoupeno k vyhodnocovacím pokusům s textilními vzorky, kap. 4.

Předmětem výzkumu metody, přesnosti, rychlosti a experimentální náročnosti vyhodnocovacích postupů byly

- a) normální případ stereofotogrammetrie
- b) konvergentní případ průsekové fotogrammetrie.

Pro obě metody byl v SVÚT vyvinut fotogrammetrický systém pro pořizování snímků a nalezeny metody výpočetního stanovení prostorových souřadnic bodů.

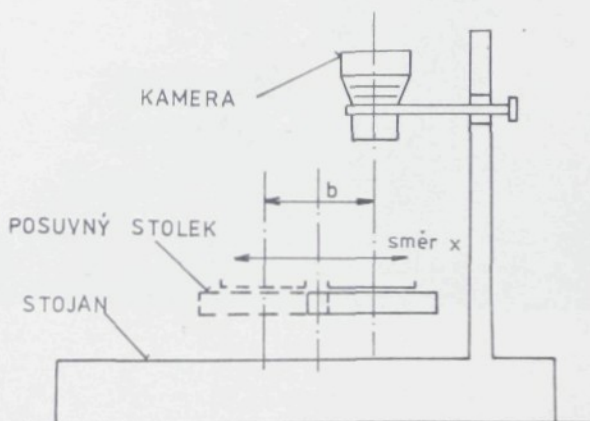
Způsoby jsou v této kapitole postupně uvedeny.

3.1 Normální případ stereofotogrammetrie

3.1.1 Stereofotogrammetrický systém

V běžných případech fotogrammetrických pokusů se používají pro zhotovení dvou stereoskopických snímků dvě kamery vzdálené o fotogrammetrickou základnu. Ta se stanovuje vždy zvlášť pro každou fotografickou vzdálenost.

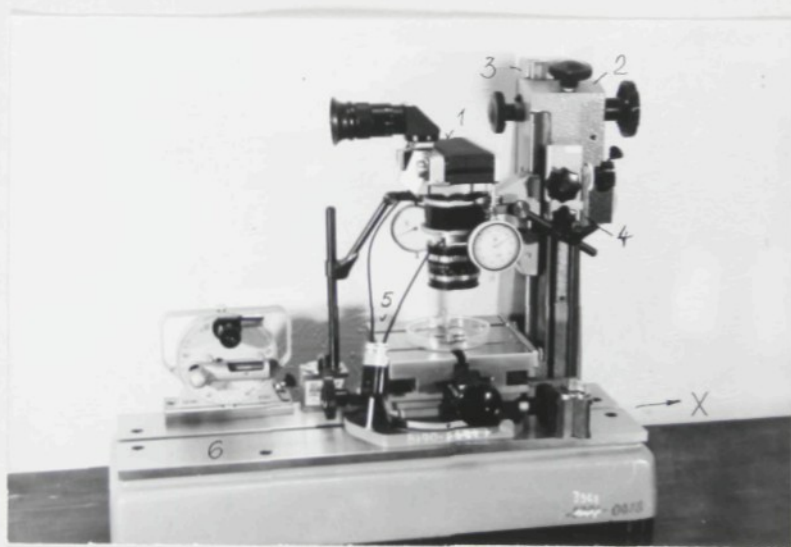
S ohledem na to, že předmět zájmu, plošná textilie o rozměru cca 5 x 5 mm a tloušťce 0,5 mm, je rozměrově velmi malá a musí být fotografována z malé vzdálenosti, je technicky nemožné umístit vedle sebe dvě kamery s fotogrammetrickou základnou. Z tohoto důvodu byla použita pouze jedna kamera na speciálním podstavci, který umožňuje posuv předmětu o základnu *b* a získání stereodvojice snímků s požadovaným překrytím. Schematický náčrtek systému je uveden na obr. 17.



Obr. 17

Stojan kamery

Pro uložení kamery byl použit stojan přístroje na měření drsnosti povrchu HOMMEL T, jehož výhodou je, že pevným uchycením aparátu zaručuje konstantní polohu během fotografování s kolmou osou záběru, umožňuje posuv kamery ve směru optické osy (směr osy Z) a stolek preparátu je pohyblivý kolmo k této ose (směr osy X). Pro uchycení kamery, viz fotografie na obr. 18, bylo využito rybinového uzávěru na pohyblivých sáňkách 2 svislé části stojanu 3.



Obr. 18

Fotografický aparát 1 je upevněn šroubem k úchytce 4, která umožňuje natočení aparátu ve směru osy X a Y a tím zajistit, aby během fotografování byla optická osa

kolmá na rovinu stolku 5 preparátu.

Tímto je zajištěné, že

úhel stočení osy záběru $\varphi_0 = 0$

úhel sklonu osy záběru $V_0 = 0$

úhel pootočení snímku $\mathcal{H}_0 = 0$

Vertikálním posuvem saní provádí se hrubé zaostření snímku, po aretaci hlavního posuvu provádí se doostření mikroposuvem na stojanu. Polohu kamery ve vertikále je možno přesně a trvale zajistit.

Použitý stojan umožňuje zároveň posuv a otáčení stolku 5 preparátu na přesně opracované horizontální rovině stojanu 6 (v našem případě bylo využito mikroposuvu stolku ve směru osy X).

Přesné seřízení posuvu do směru osy X provádí se promítnutím podélných rámových hran fotokomory na zabroušené hrany posuvného stolku. Stolek se natočí tak, aby hrany rámu komory byly rovnoběžné s hranou stolku a stolek se zajistí proti otáčení. Tím je také zajištěno, že snímek není pootočen, úhel $\mathcal{H}_0 = 0$.

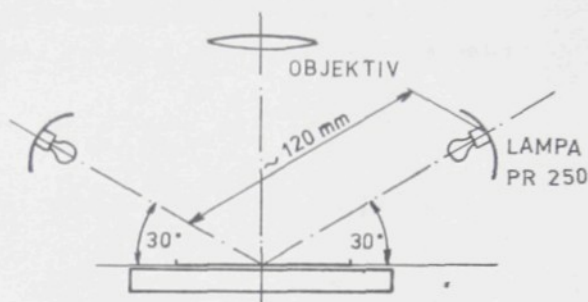
Fotografická kamera

Vzhledem k tomu, že na trhu není k dispozici speciální kamera pro velmi blízkou fotogrammetrii, byl pro otestování vhodnosti metody použit běžný fotografický přístroj Praktica LTL s objektivem Pancolar 1,8/50 s formátem snímku 24 x 36 mm a irisovou clonou měnitelnou od 1,8 do 22. Kamera má vestavěný osvitoměr a je vybavena spouštěčem pro současné spouštění v obou uzávěrech. Pro získání příslušného zvětšení na negativu byl použit prodlužovací měch IHAGEE.

Osvětlení

Bylo provedeno dopadajícím světlem v temném poli pomocí dvou lamp Foto PR 250 s vnitřním reflektorem pod

úhlem 30^0 ve vzdálenosti cca 120 mm, viz schematický nákres na obr. 19.



Obr. 19

3.1.2 Prvky vnitřní orientace

3.1.2.1 Konstanta komory

Konstanta komory f_K u fotoaparátu Praktica LTL není přesně známa, a proto musela být stanovena experimentálně. Přitom není možno využít běžných metod pro kalibraci komory z topografické fotogrammetrie, a to z důvodů technických i ekonomických. S ohledem na to, že v textilní výzkumné praxi bude nutno měnit předmětovou vzdálenost podle velikosti vzorku a bude muset být konstanta komory stanovena pro každý pokus zvlášť, navrhl autor využití Culkovy metody /28/ odvozené ze zobrazovací rovnice. Podle této metody se zobrazí předmět znázorněný úsečkou l ve vzdálenosti

a od středu vstupní pupily na citlivé fotografické vrstvě filmu umístěné v obrazové vzdálenosti a' jako úsečka l' , obr. 20.

Podle zobrazovací rovnice (1) platí

$$\frac{l}{a} = \frac{l'}{a'} \quad (8)$$

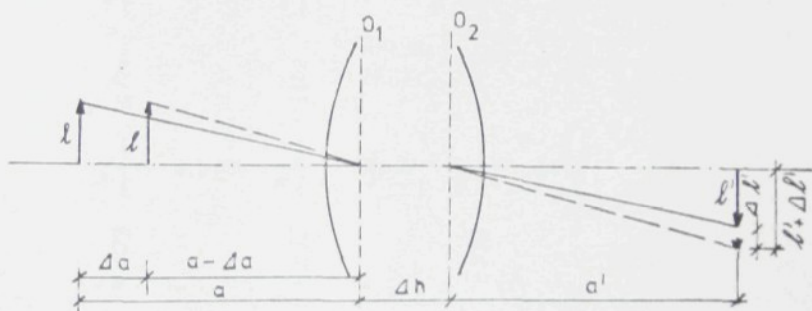
Zmenší-li se obrazová vzdálenost o Δa , vytvoří se na filmu obraz úsečky zvětšený o $\Delta l'$.

Zobrazovací rovnice se vyjádří potom jako

$$\frac{l}{a - \Delta a} = \frac{l' + \Delta l'}{a'} \quad (9)$$

Po úpravě rovnice (8) a (9) obdržíme

$$a' = \frac{\Delta a}{\frac{l}{l'} - \frac{l}{l' + \Delta l'}} \quad (10)$$



Obr. 20

Podle tohoto způsobu bylo určení konstanty komery provedeno tak, že kamerou Praktica LIL byla fotografována ultrapišná čtvercová mřížka o rozměrech strany čtverce 5 mm z různých vzdáleností, jak to umožňovala

hloubka ostrosti obrazu, pokus č. 21. (Cejchovací mřížka byla zapůjčena z VUT Brno, katedry fotogrammetrie.)

Kvalita mřížky byla prověřena proměřením mřížky, na stereokomparátoru, obr. 21. Hodnoty stran čtverců skleněné mřížky jsou uvedeny v tabulce č. 2.

(mm)

6	4,998	7	5,000	18	5,003	19	
5,001		4,993		4,995		4,997	
5	4,998	8	5,000	17	5,003	20	
4,996		5,001		5,001		4,995	
4	4,998	9	5,000	16	5,003	21	
5,000		5,002	STŘEDNÍ ČTVEREC	5,003		5,001	
3	4,998	10	5,000	15	5,003	22	
4,999		4,999		4,993		4,997	
2	4,998	11	5,000	14	5,003	23	
4,997		5,004		5,000		5,003	
1	4,998	12	5,000	13	5,003	24	

Obr. 21

Z uvedeného měření vychází průměrná strana čtverce mřížky

$$\bar{l} = 5,000 \pm 0,003 \text{ mm}$$

a průměrná strana středního čtverce, který byl fotografován

$$\bar{l}_s = 5,001 \pm 0,002 \text{ mm.}$$

Fotografie mřížky provedené při různé předmětové vzdálenosti byly proměřeny na stereokomparátoru Stecometr, viz tab. č.3 a výpočtem podle rovnice (10) byla stanovena obrazová vzdálenost a' , viz tab. č. 4. Z těchto hodnot byla pak hodnota konstanty komory f_K stanovena jako průměr vzdáleností a'

$$f_K = 108,703 \text{ mm} \pm 0,360 \text{ mm.}$$

TAB.4

FOT. Č. (POKUS Č.21)	Δa /mm/	l' /mm/	$l' + \Delta l'$ /mm/	a' /mm/
68-60	8	5,9950	6,5739	108,897
64-60	8	5,9950	5,5069	108,192
68-64	16	5,5069	6,5739	108,543
66-64	12	5,5069	6,2686	108,741
68-64	12	5,7438	6,5739	109,142
Σ				= 543,515 mm
$a' = f_K$				= 108,703 mm
σ				= 0,360 mm

Z uvedeného je zřejmé, že konstanta komory nebyla stanovena tak přesně, jak je vyžadováno u letecké a pozemní fotogrammetrie (0,02 mm), kde velké předmětové vzdálenosti umožňují využití přesných teodolitů. Pro

TABULKA STANOVENÍ ROZMĚRŮ STRAN ČTVERCE SKLENĚNÉ MŘÍŽKY v mm TAB. 2

bod č.	1. měření		2. měření		rozdíly v obou měř.			Ø hodnoty	
	x_1	y_1	x_2	y_2	$x_1 - x_2$	$y_1 - y_2$	$\chi = \frac{x_1 + x_2}{2}$	$\gamma = \frac{y_1 + y_2}{2}$	
1	100,000	100,000	100,000	100,000	0	0	100,000	100,000	100,000
2	100,000	104,996	100,000	104,998	0	0,002	100,000	104,997	104,997
3	100,000	109,993	100,000	109,998	0	0,005	100,000	109,996	109,996
4	100,000	114,997	100,000	114,995	0	0,002	100,000	114,996	114,996
5	100,000	119,991	100,000	119,992	0	0,001	100,000	119,992	119,992
6	100,000	124,994	100,000	124,992	0	0,002	100,000	124,993	124,993
7	104,996	124,994	104,999	124,996	0,003	0,002	104,998	124,995	124,995
8	104,996	119,999	104,999	120,004	0,003	0,005	104,998	120,002	120,002
9	104,996	115,001	104,999	115,006	0,003	0,005	104,998	115,004	115,004
10	104,996	110,005	104,999	109,999	0,003	0,006	104,998	110,002	110,002
11	104,996	105,004	104,999	105,001	0,003	0,003	104,998	105,003	105,003
12	104,996	99,998	104,999	100,000	0,003	0,002	104,998	99,999	99,999
13	109,996	99,998	109,999	100,001	0,003	0,003	109,998	100,000	100,000
14	109,996	104,998	109,999	105,001	0,003	0,003	109,998	105,000	105,000
15	109,996	109,996	109,999	109,990	0,003	0,002	109,998	109,993	109,993
16	109,996	114,993	109,999	114,998	0,003	0,003	109,998	114,996	114,996
17	109,996	119,998	109,999	119,996	0,003	0,002	109,998	119,998	119,998
18	109,996	124,994	109,999	124,992	0,003	0,002	109,998	124,993	124,993
19	115,000	124,994	115,002	124,992	0,002	0,002	115,001	124,993	124,993
20	115,000	119,993	115,002	119,998	0,002	0,005	115,001	119,996	119,996
21	115,000	115,005	115,002	114,997	0,002	0,008	115,001	115,001	115,001
22	115,000	110,001	115,002	109,998	0,002	0,003	115,001	110,000	110,000
23	115,000	105,005	115,002	105,000	0,002	0,005	115,001	105,003	105,003
24	115,000	100,005	115,002	99,995	0,002	0,010	115,001	100,000	100,000
Průměrné hodnoty					0,002 ±0,00125	0,00374 ±0,00249			

Vyhodnocení fotografií s různou předm. vzdáleností na Stecome

Tab.č.3

fot. č. pok. 21	pořadí měř.	bod č.	souřadnice bodů		Rozměry		Ø rozměr strany □ l_s / mm /
			x' →	y' ↑	l_s		
60	1.	10	100,000	100,000	10-15	5,987	$l_s = 5,995$ $\sigma = 0,007$
		15	100,007	105,987	15-16	6,002	
		16	105,009	105,987	16- 9	5,992	
		9	106,004	99,995	9-10	6,004	
	2.	10	100,000	100,000	10-15	5,986	
		15	100,007	105,986	15-16	6,000	
		16	105,007	105,986	16- 9	5,990	
		9	105,999	99,996	9-10	5,999	
62	1.	10	100,000	100,000	10-15	5,741	$l_s = 5,743$ $\sigma = 0,002$
		15	99,993	105,741	15-16	5,745	
		16	105,738	105,741	16- 9	5,752	
		9	105,748	99,989	9-10	5,748	
	2.	10	100,000	100,000	10-15	5,740	
		15	100,003	105,740	15-16	5,741	
		16	105,744	105,740	16- 9	5,741	
		9	105,744	99,999	9-10	5,744	
64	1.	10	100,000	100,000	10-15	5,509	$l_s = 5,5068$ $\sigma = 0,0038$
		15	99,998	105,509	15-16	5,507	
		16	105,505	105,509	16- 9	5,500	
		9	105,505	100,009	9-10	5,505	
	2.	10	100,000	100,000	10-15	5,507	
		15	99,998	105,507	16- 9	5,514	
		16	105,512	105,507	16- 9	5,503	
		9	105,510	100,004	9-10	5,510	
66	1.	10	100,000	100,000	10-15	6,251	$l_s = 6,2686$ $\sigma = 0,0064$
		15	99,997	106,251	15-16	6,269	
		16	106,266	106,262	16- 9	6,266	
		9	106,271	99,996	9-10	6,271	
	2.	10	100,000	100,000	10-15	6,267	
		15	100,000	106,267	15-16	6,272	
		16	106,272	106,276	16- 9	6,279	
		9	106,274	99,997	9-10	6,274	
68	1.	10	100,000	100,000	10-15	6,571	$l_s = 6,5738$ $\sigma = 0,0109$
		15	100,000	106,571	15-16	6,586	
		16	106,586	106,569	16- 9	6,562	
		9	106,584	100,007	9-10	6,584	
	2.	10	100,000	100,000	10-15	6,559	
		15	100,007	106,559	15-16	6,576	
		16	106,583	106,553	16- 9	6,566	
		9	106,587	99,987	9-10	6,587	

potřeby relativního určení výšek však tato přesnost je dostačující.

Rozbor chyb způsobených touto nepřesností bude proveden v kap. 3.1.6.

Stejným způsobem bylo provedeno zjištění konstanty komory při jiném výtahu měchu kamery (zvětšení na snímku $m_s = 1,356$ u fotografických pokusů č. 24 - 29) viz tab. č. 5.

TAB 5

FOT.Č. (POKUS Č. 24)	Δa /mm/	l' /mm/	$l' + \Delta l'$ /mm/	a' /mm/
16 - 20	6	6,780	7,290	116,267
24 - 20	6	6,780	6,337	116,353
16 - 18	3	7,027	7,290	116,837
24 - 18	9	7,027	6,337	116,135
24 - 16	12	7,290	6,337	116,310
Σ				= 581,902 mm
				$a = f_k = 116,380$ mm
				$\sigma = 0,268$ mm

Souřadnice průsečíků čtvercové mřížky vyhodnocené na stereokomparátoru z fotografií č. 16 - 24 (pokusu č. 24) jsou uvedeny v příloze II

3.1.2.2 Rámové značky a hlavní bod H'

Rámové značky musí být provedeny velmi přesně, což si vyžaduje odborného zásahu vysoké přesnosti. Vzhledem k tomu, že vyhodnocovací přístroj Stecometr umožňuje díky automatickému zapisovači hodnot x' , y' velmi

rychlé nastavení do středu snímku (dělením šířky a délky snímku) bylo od zhotovení čtyř rámových značek upuštěno.

Souřadnice hlavního bodu H' nastavuje při každém vyhodnocování operátor Stecometru a od těchto hodnot se pak odečítají hodnoty x' a y' všech hledaných bodů. U všech provedených pokusů byl za hlavní bod snímku považován střed snímku M' , tzn. že se předpokládala přesná justáž komory

$$dx' = dy' = 0$$

Testovací pokusy ukázaly, že přijaté zjednodušení pro požadovanou přesnost vyhovuje.

3.1.2.3 Zkreslení objektivu

Kvalita měřického snímku je dána především kvalitou objektivu a to tím, do jaké míry zajišťuje podmínky středového promítání.

Při experimentálních pokusech bylo nutno využít běžného objektivu vykazujícího určité zkreslení, a poněvadž požadovaná přesnost vyhodnocení prostorových souřadnic (setiny mm) byla relativně vysoká, bylo nutno stanovit distorzi objektivu a její vliv na přesnost výsledků.

V daném případě byla distorze objektivu Pancolar 1,8/50 zjišťována tak, že jím byla vyfotografována předem zmíněná ultrapřesná čtvercová mřížka (pokus č. 21) a vzniklý obraz byl monokulárně proměřen na stereokomparátoru. Hodnoty 24 bodů skleněné mřížky jsou uvedeny v tab. č.6.

Tato mřížka byla zároveň teoreticky středově promítnuta do snímkové roviny, tab. č. 7 (výpočetní program PROJEKT S a MŘÍŽKA, příloha č. IV P 71-79)

Sekreslením polohy jednotlivých bodů promítnutých skutečným objektivem a při podmínkách ideálního středového promítání bylo zjištěno zřetelné soudkovité zkreslení

číslo	snímková souřadnice (mm)				vypočtené snímkové souřadnice od středu snímku $M(0,0)$ (mm)			
	1. měření		2. měření		3. měření		průměr	
	x'	y'	x'	y'	x'	y'	x'	y'
101	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	0
1	85,157	108,911	85,155	108,909	85,156	108,908	85,156	-14,844
2	91,008	108,980	91,033	108,987	91,035	108,986	91,035	-8,955
3	96,967	109,037	96,967	109,040	96,969	109,040	96,968	-3,032
4	102,924	109,072	102,928	109,073	102,928	109,073	102,928	2,928
5	108,869	109,075	108,867	109,075	108,870	109,078	108,869	8,869
6	114,755	109,065	114,756	109,075	114,761	109,069	114,757	14,757
7	114,811	109,165	114,812	109,162	114,812	109,164	114,812	14,812
8	108,917	109,152	108,915	109,149	108,921	109,137	108,918	8,918
9	102,961	109,131	102,959	109,131	102,961	109,137	102,960	2,960
10	96,984	109,102	96,986	109,102	96,985	109,100	96,985	-3,015
11	91,040	109,068	91,042	109,063	91,042	109,061	91,042	-8,958
12	85,151	109,013	85,150	109,016	85,159	109,007	85,153	-14,847
13	85,173	97,085	85,175	97,090	85,172	97,090	85,173	-14,827
14	91,072	97,111	91,072	97,113	91,070	97,113	91,071	-8,929
15	97,021	97,141	97,019	97,140	97,020	97,142	97,020	-2,980
16	102,995	97,165	102,995	97,166	102,996	97,170	102,995	+2,995
17	108,948	97,201	108,948	97,201	108,953	97,201	108,950	8,950
18	114,852	97,235	114,857	97,235	114,852	97,238	114,854	14,854
19	114,857	91,317	114,865	91,316	114,865	91,316	114,859	14,859
20	108,965	91,259	108,966	91,260	108,966	91,256	108,966	8,966
21	103,019	91,216	103,014	91,219	103,017	91,219	103,017	3,017
22	97,056	91,189	97,054	91,189	97,058	91,183	97,056	-2,944
23	91,111	91,167	91,110	91,170	91,113	91,169	91,111	-8,889
24	85,227	91,171	85,231	91,171	85,230	91,169	85,229	-14,771

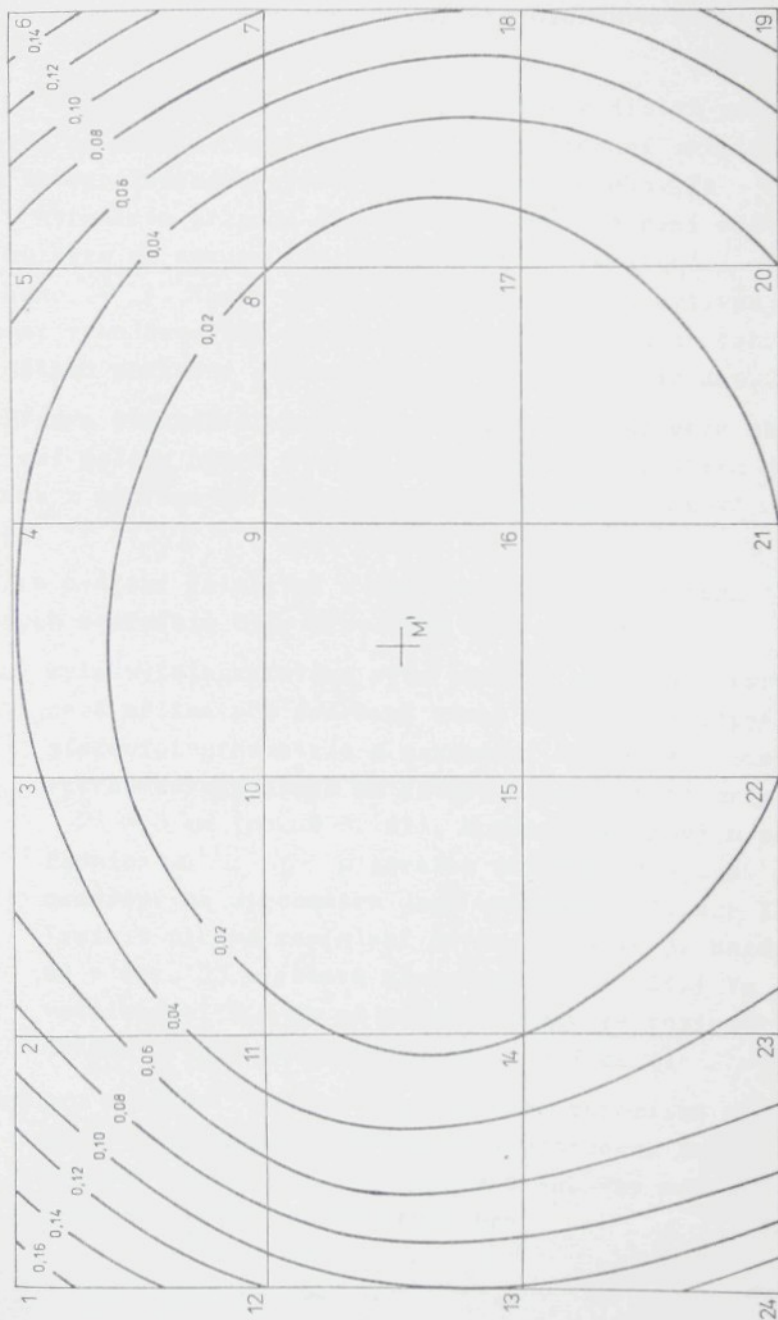
KONST. KOMBORY= 90.885
 PREDM. VZDALENOST=108.703
 ST. ZAKLADNA= .000

VYSKA HLADINY= .00
 INDEX LGRU= 1.000

SKUTEČNÝ BOD			PRVNÍ PRŮMET		DRUHÝ PRŮMET	
2.500	-2.360	.000	-2.997	2.829	-2.997	2.829
2.500	2.640	.000	-2.997	-3.165	-2.997	-3.165
2.500	7.640	.000	-2.997	-9.158	-2.997	-9.158
2.500	12.640	.000	-2.997	-15.151	-2.997	-15.151
7.500	-2.360	.000	-8.990	2.829	-8.990	2.829
7.500	2.640	.000	-8.990	-3.165	-8.990	-3.165
7.500	7.640	.000	-8.990	-9.158	-8.990	-9.158
7.500	12.640	.000	-8.990	-15.151	-8.990	-15.151
12.500	-2.360	.000	-14.984	2.829	-14.984	2.829
12.500	2.640	.000	-14.984	-3.165	-14.984	-3.165
12.500	7.640	.000	-14.984	-9.158	-14.984	-9.158
12.500	12.640	.000	-14.984	-15.151	-14.984	-15.151
17.500	-2.360	.000	-20.977	2.829	-20.977	2.829
17.500	2.640	.000	-20.977	-3.165	-20.977	-3.165
17.500	7.640	.000	-20.977	-9.158	-20.977	-9.158
17.500	12.640	.000	-20.977	-15.151	-20.977	-15.151
2.500	-2.360	.000	-2.997	2.829	-2.997	2.829
2.500	2.640	.000	-2.997	-3.165	-2.997	-3.165
2.500	7.640	.000	-2.997	-9.158	-2.997	-9.158
2.500	12.640	.000	-2.997	-15.151	-2.997	-15.151
-2.500	-2.360	.000	2.997	2.829	2.997	2.829
-2.500	2.640	.000	2.997	-3.165	2.997	-3.165
-2.500	7.640	.000	2.997	-9.158	2.997	-9.158
-2.500	12.640	.000	2.997	-15.151	2.997	-15.151
-7.500	-2.360	.000	8.990	2.829	8.990	2.829
-7.500	2.640	.000	8.990	-3.165	8.990	-3.165
-7.500	7.640	.000	8.990	-9.158	8.990	-9.158
-7.500	12.640	.000	8.990	-15.151	8.990	-15.151
-12.500	-2.360	.000	14.984	2.829	14.984	2.829
-12.500	2.640	.000	14.984	-3.165	14.984	-3.165
-12.500	7.640	.000	14.984	-9.158	14.984	-9.158
-12.500	12.640	.000	14.984	-15.151	14.984	-15.151
2.500	-2.360	.000	-2.997	2.829	-2.997	2.829
2.500	-7.360	.000	-2.997	8.822	-2.997	8.822
2.500	-12.370	.000	-2.997	14.828	-2.997	14.828
2.500	-17.370	.000	-2.997	20.821	-2.997	20.821
-2.500	-2.360	.000	2.997	2.829	2.997	2.829
-2.500	-7.360	.000	2.997	8.822	2.997	8.822
-2.500	-12.370	.000	2.997	14.828	2.997	14.828
-2.500	-17.370	.000	2.997	20.821	2.997	20.821
-7.500	-2.360	.000	8.990	2.829	8.990	2.829
-7.500	-7.360	.000	8.990	8.822	8.990	8.822
-7.500	-12.370	.000	8.990	14.828	8.990	14.828
-7.500	-17.370	.000	8.990	20.821	8.990	20.821
-12.500	-2.360	.000	14.984	2.829	14.984	2.829
-12.500	-7.360	.000	14.984	8.822	14.984	8.822
-12.500	-12.370	.000	14.984	14.828	14.984	14.828
-12.500	-17.370	.000	14.984	20.821	14.984	20.821
2.500	-2.360	.000	-2.997	2.829	-2.997	2.829
2.500	-7.360	.000	-2.997	8.822	-2.997	8.822
2.500	-12.370	.000	-2.997	14.828	-2.997	14.828

M 10 : 1

PLOŠNÁ DEFORMACE ZOBRAZENÉ ČTVERCOVÉ SÍŤ



čtvercové sítě, viz obr. 22. Izočáry na obrázku vyznačují polohu bodů se stejným zkreslením uvedeným v setinách mm.

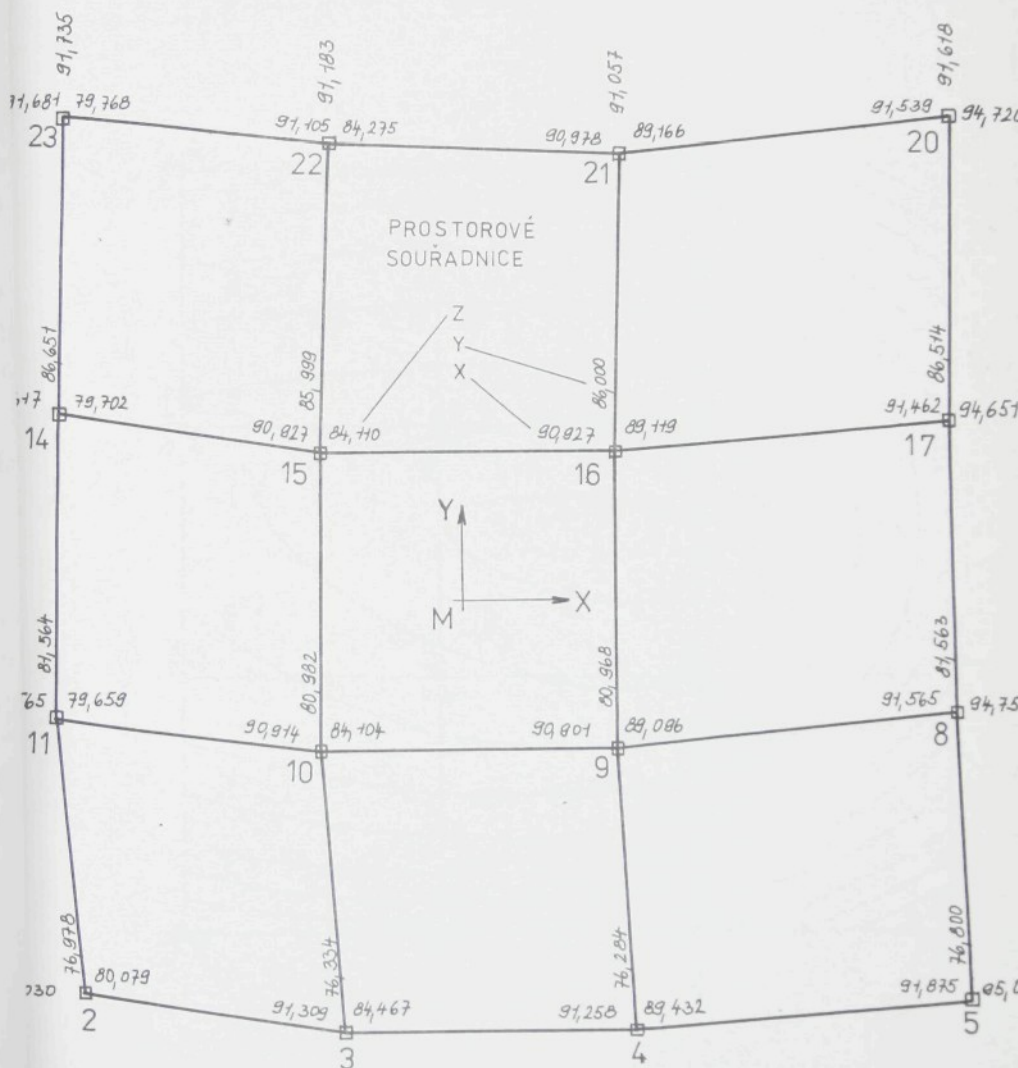
Z obrázku je zřejmé, že zkreslení s radiální polohou bodu na snímku roste a bylo by tedy žádoucí umístit obraz fotografovaného předmětu do středu snímku. To však v normálním případě stereofotogrammetrie není možné s ohledem na nutnou vzdálenost středů promítání O_1, O_2 (základnu b). Navíc velikost základny přímo ovlivňuje přesnost vyhodnocování prostorových souřadnic a to tak, že s délkou základny roste přesnost výsledků, viz kap.3.1.3

Přímým důsledkem zkreslení objektivu je nejenom chybné určení polohy nýbrž i výšky bodu v prostoru, která je odvozena z nepřesných horizontálních paralax snímkové dvojice.

Pro ověření relativní a absolutní chyby v určení výškových souřadnic byly provedeny tyto pokusy:

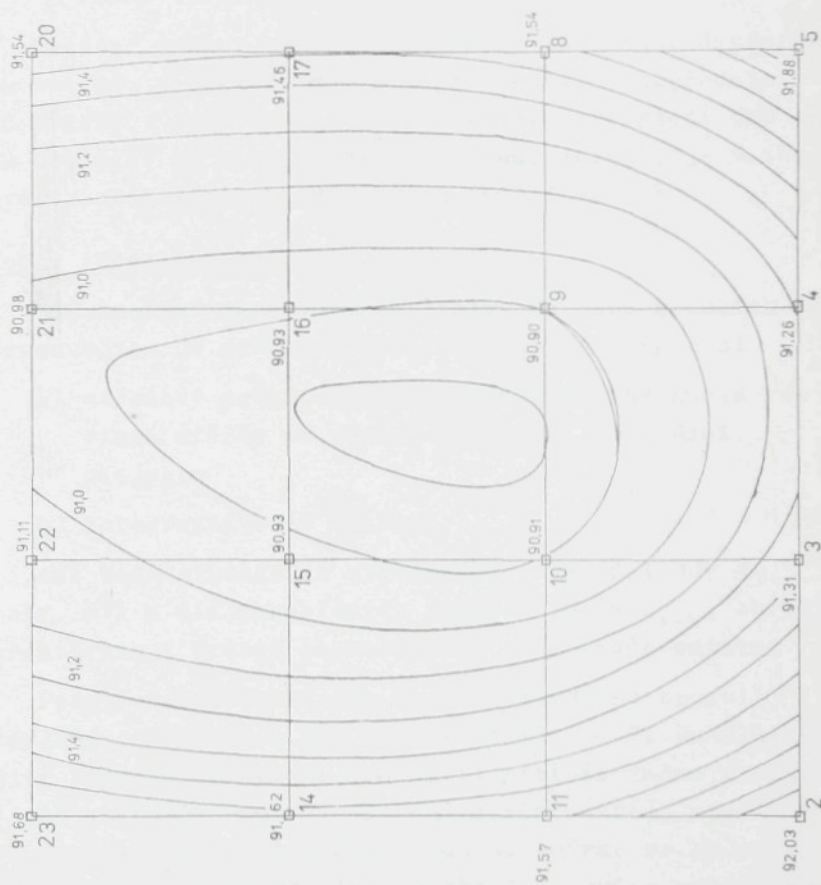
- a) byla vyfotografována výše zmíněná skleněná čtvercová mřížka při dodržení zásad normálního případu stereofotogrammetrie s maximální délkou základny, kterou dovozovala 5 mm čtvercová síť, a to při $b = 6$ mm (pokus č. 21). Hodnoty snímkových souřadnic x' , y' a paralax snímkové dvojice naměřené na Stecometru jsou uvedeny v příloze IIP16. Vzniklé plošné zkreslení čtvercové sítě je názorné z obr. 23, výškové zkreslení z obr. 24. (Ve vzdálenosti 7,5 mm od středu snímku se rovinná mřížka prohne směrem dolů cca o 0,7 mm !)
- b) pro zjištění velikosti skutečného zkreslení pro používanou délku základny byla provedena stereodvojice snímků kruhové skleněné šablony mikroskopu se soustřednými kruhy pro
 $b = 12$ mm a
 $b = 20$ mm.

PLOŠNÉ ZKRESLENÍ OBJEKTIVU PANCOLAR 1,8/50 ($b = 6 \text{ mm}$ VE SMĚRU X)



OBR. 23

VÝŠKOVÉ ZKRESLENÍ OBJEKTIVU PANCOLAR 1,8/50



Přesnost skleněné šablony byla ověřena měřením na stereokomparátoru (příloha č. II P12). Naměřené snímkové souřadnice (pokus č. 30) a vyhodnocené prostorové souřadnice bodů jsou uvedeny v příloze II P 14, zkreslení šablony na obr. 25 a 26. Zatímco plošné zkreslení jednotlivých kruhů šablony není z obrázků 25 a 26 na první pohled patrné, zkreslení ve směru osy Z je velmi výrazné (prohnutí šablony směrem dolů).

Uvedené pokusy ukázaly, že chyby způsobené distorzi jsou značné, a protože nelze u prostorových souřadnic bodů křivky v prostoru odečítat výšková převýšení jen bodů nepřiliš od sebe vzdálených (sousedních), je nutno provést korekci všech snímkových souřadnic.

Korekce zkreslení objektivu

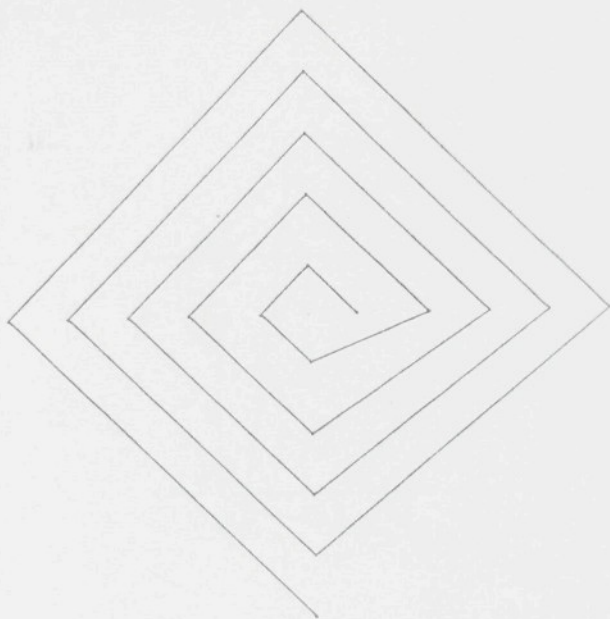
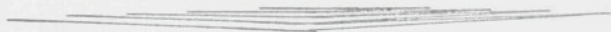
Eliminování zkreslení objektivu na obou snímcích stereodvojice je možno provést, máme-li k dispozici

- a) středový průmět pravidelné dostatečně husté rovinné mřížky za podmínek ideální centrální projekce
- b) fotografii téže mřížky.

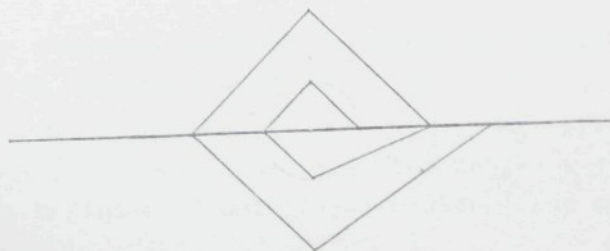
Síť bodů skutečných středových průmětů (body K_{1-4} na obr. 27) a síť zkreslených průmětů (body K'_{1-4} , obr. 27) charakterizují průběh zkreslení po celé ploše snímku.

Prostřednictvím těchto dvou sítí můžeme opravit zkreslený průmět bodu tak, že vycházíme ze čtyřúhelníku, uvnitř kterého zkreslený bod leží, protože známe zkreslení jeho vrcholů. Bude-li síť dostatečně hustá, stačí např. za zkreslení hledaného bodu na snímku ve směru os vzít shodný průmět zkreslení vrcholů ve směru uvažovaných os.

Pro použitou optickou soustavu (f_k , a , b) se ukazuje, že zkreslení vzrůstá s rostoucí vzdáleností od

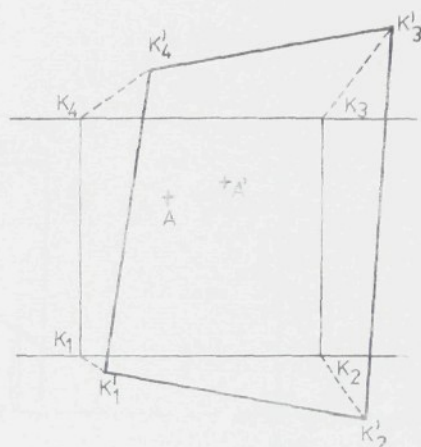


OBR. 25



OBR. 26

středu snímku. Vzhledem k rozměru fotografovaného vzorku (5 x 5 x 0,5 mm) vyhovuje zkreslení v uvažované oblasti nahradit kruhovým zkreslením se středem ve středu snímku, viz obr. 22 a 28. V tomto případě lze zkreslení odečíst přímo z grafů, jak ukazuje obr. 28.



Obr. 27

3.1.3 Prvky vnější orientace

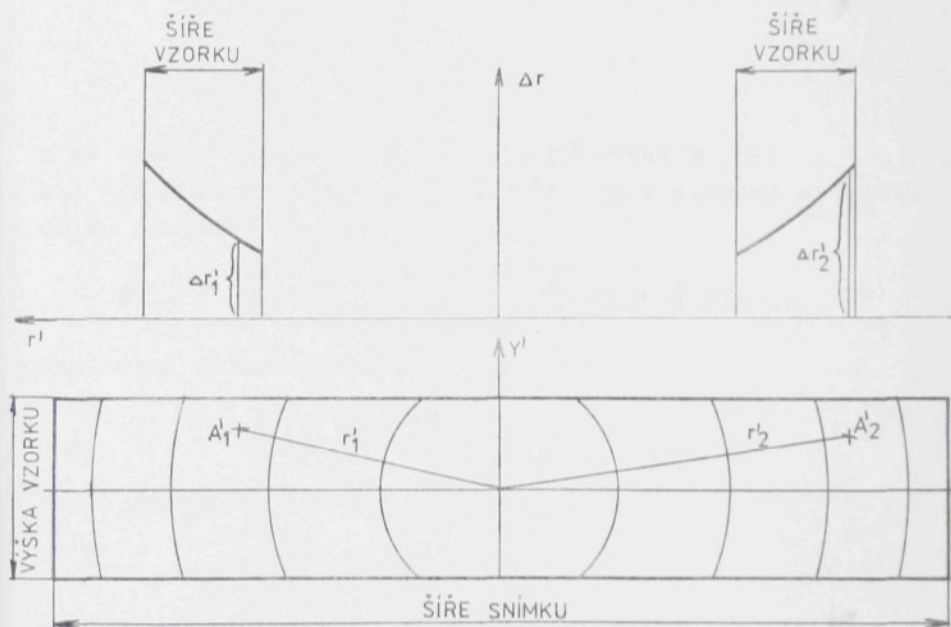
Orientace osy záběru je předem známa a během fotografování se udržuje při hodnotách

$$\varphi_0 = \gamma_0 = \mathcal{H}_0 = 0$$

Toto ustavení umožňuje nejjednodušší způsob výpočtu prostorových souřadnic bodů x , y , z .

Aby hodnoty úhlů φ_0 , γ_0 , $\mathcal{H}_0$ byly konstantní během pokusu, je fotoaparát ve stálém dotyku s dvěma indikátory vými hodinkami 7 umístěnými v úhlopříčce snímkové roviny

viz fotografie na obr. 18. Během přetáčení filmu dojde vždy k mírnému naklonění aparátu a tím ke změně úhlu optické osy (v setinách mm). Je proto nutné vrátit aparát na počáteční hodnotu indikátorových hodinek. Tímto se udržuje i konstantní poloha středu promítání O vstupní pupily objektivu. Uvedené cejchovací zařízení se ukázalo jako vysoce přesné a vhodné pro snadnou ovladatelnost.



Obr. 28

Základna

Určuje se podle předmětové vzdálenosti nejbližšího a nejvzdálenějšího bodu, které se mají fotogrammetricky

proměřit. Podle Gála /22/ při přesném zjištění konstanty komory f_K a délky základny b platí

$$b = a \cdot \frac{a}{m_y} \cdot \frac{m_p}{f_K} \quad (11)$$

kde a je předmětová vzdálenost,

$\frac{m_y}{a}$ je poměrná chyba v určení vzdálenosti ze snímků
 m_p je přesnost měření horizontálních paralax.

Při relativní přesnosti v určení vzdálenosti /22/

$$\frac{m_y}{a} = \frac{1}{1000} \quad (12)$$

a po dosazení do rovnice (11) za přesnost měření

$m_p = \pm 0,01$ mm a za $f_K = 108,703$ mm dostaneme minimální délku základny

$$b_{\min} = a \cdot \frac{1000}{1} \cdot \frac{0,01}{108,703} = 0,092 a \quad (13)$$

Maximální délka základny je podle /22/

$$b_{\max} = \frac{a}{4} \quad (14)$$

Pro správnou volbu b z toho vyplývá

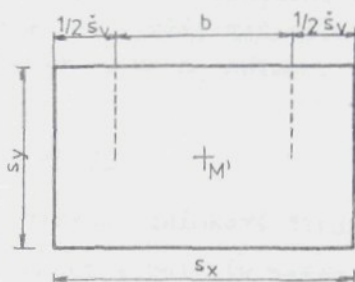
$$\frac{a}{11} \leq b \leq \frac{a}{4} \quad (15)$$

Předmětová vzdálenost a při experimentálních pokusech byla 90,685 mm, základna má být tedy

$$8,244 \text{ mm} \leq b \leq 22,671 \text{ mm}$$

Z rozboru velikosti fotografovaného předmětu dále vyplývá:

Pro maximální využití šíře snímku podle obr. 29 platí



Obr. 29

$$s_x = (l_{\max} + \check{s}_v) m_s \quad (16)$$

kde s_x je šířka snímku
 $\check{s}_v$ je šíře fotografovaného vzorku
 m_s je zvětšení na snímku.

a pro l z rovnice (16)

$$l_{\max} = \frac{s_x - \check{s}_v \cdot m_s}{m_s} \quad (17)$$

Dosazením do rovnice (17) za $s_x = 36 \text{ mm}$, $\check{s}_v = 5 \text{ mm}$ a $m_s \doteq 1,2$ dostaneme

$$l_{\max} = 25 \text{ mm}$$

což odpovídá přibližně hodnotě $\frac{a}{3,6}$. (Běžná fotogrammetrická praxe připouští na rozdíl od rovnice (14) $l_{\max} = \frac{a}{3}$.)

Podobně pro pokusy s $f_k = 116,38 \text{ mm}$, $a = 85,826 \text{ mm}$ a $m_s = 1,356$ vyjde po dosazení do rovnice (15)

$$7,802 \leq l \leq 21,457 \text{ mm}$$

a z rovnice (17)

$$l_{max} = 21,549 \text{ mm}$$

Z uvedeného vyplývá, že pro textilní vzorky s rozměrem cca 5 x 5 mm je možno využít maximální délky základny 20 - 25 mm podle zvětšení na snímku.

3.1.4 Provedení snímku

Postup při získání snímkové dvojice je následující:

- 1) Nejdříve se pomocí libely (v našem případě byla použita libela s přesností $\pm 0,25''$) ustaví stojan kamery do vodorovné polohy. Měření se provádí na horní přesně opracované ploše posuvného stolku preparátu.
- 2) Seřídí se optická osa kamery do přesné vertikály tím způsobem, že se libelou zkontroluje horizontální poloha roviny snímku. K tomu účelu se libela staví na Johansonovy měrky umístěné na vodících lištách filmu. Prohnutí držáku kamery se eliminuje pomocí indikátorových hodinek.
- 3) Zajistí se rovnoběžnost posuvu stolku s delší stranou snímku promítnutím rámu snímku na hranu posuvného stolku.
- 4) Na stůlek se umístí vzorek tak, aby jeho obraz byl ve středu snímku (značka na noniusu stolku je na nule).
- 5) Stůlek se posune o $\frac{l}{2}$ doleva a provede se první snímek. Poté se stůlek posune o základnu l doprava a provede se druhý stereoskopický snímek.

Jako negativního materiálu bylo použito ve všech pokusech filmu ORWO 15 DIN, který je málo citlivý, zato však velmi jemnozrnný a dává dobré výsledky. Sensitometrické vlastnosti filmu ORWO 15 DIN jsou uvedeny v příloze V P88/35/.

Kontrola hloubky ostrosti

Rozlišovací schopnost filmu ORWO 15 DIN je 110 čárek na 1 mm /35/.

Podle /14/ mez rozlišení $2e$ se vypočítá dle vzorce

$$2e = \frac{1}{S_r} \quad (18)$$

kde e je nejmenší vzdálenost středů dvou bodů, které je možno rozlišit (v našem případě $e = \frac{1}{110} = 0,009$ mm) a S_r je rozlišovací schopnost filmu.

Pro e dále platí

$$e = \frac{d}{2} \quad (19)$$

kde d je průměr ohybového kroužku, a z toho

$$d = 2e = 0,018 \text{ mm}$$

Znamená to tedy, že průměr ohybového kroužku způsobený objektivem by měl být menší nebo roven 0,018 mm.

Poznámka: Výrobce objektivu Pancolar neudává rozměry rozptylového kroužku způsobeného optickými vadami, běžně se počítá s tím, že maximální průměr rozptylového kroužku nemá přesáhnout 0,02 mm /14/.

Pro průměr ohybového kroužku d také platí

$$d = 2,44 \lambda \cdot c (m_s + 1) \quad (20)$$

kde λ je délka vlny světla

c je clonové číslo

m_s je zvětšení obrazu.

Při dosazení za $\lambda = 0,4 \cdot 10^{-3}$ mm /14/ a $m_s = 1,199$ dostaneme

$$d = 0,00215 c$$

Z uvedeného je zřejmé, že by muselo být použito clony 8, aby průměr ohybového kroužku byl cca 0,018 mm, to by

však hloubka ostrosti H , pro kterou platí

$$H = \frac{2c \cdot d \cdot (m_s + 1)}{m_s^2} \quad (21)$$

byla

$$H = 0,420 \text{ mm}$$

a to je pro tloušťku plošných textilií, které jsou v rozmezí cca 0,3 až 1,5 mm nedostatečné.

V našich pokusech bylo s ohledem na rychlé ubývání hloubky ostrosti směrem ke krajům snímku, kde se vyskytuje obraz, použito clony 22, která způsobuje mnohem větší hloubku ostrosti, jemnozrnnost filmu však nebyla využita, což dokumentuje následující výpočet:

Průměr ohybového kroužku d je roven pro $m_s = 1,199$

$$d = 2,44 \cdot \frac{0,4}{1000} \cdot 22 (1,199 + 1) = 0,0472 \text{ mm}$$

a pro $m_s = 1,356$

$$d = 2,44 \cdot \frac{0,4}{1000} \cdot 22 (1,356 + 1) = 0,0506 \text{ mm}$$

což odpovídá rozlišovací schopnosti cca 20 čárek /mm.

Hloubka ostrosti byla potom pro $m_s = 1,199$

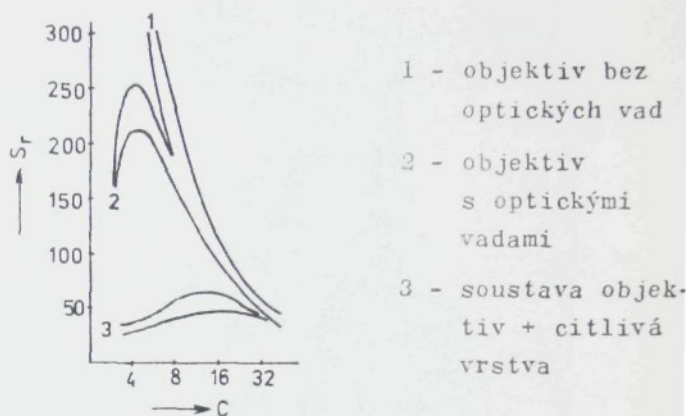
$$H = \frac{2 \cdot 22 \cdot 0,0472 \cdot 2,2}{1,199^2} = 3,173 \text{ mm}$$

a pro $m_s = 1,356$

$$H = \frac{2 \cdot 22 \cdot 0,0506 \cdot 2,356}{1,356^2} = 2,853 \text{ mm}$$

I když „optimální clona“ objektivu s ohniskovou vzdáleností 50 mm je 5,6 /30/, není možné tuto clonu s ohledem na hloubku ostrosti využít. Zvětšením clony klesá sice jakost snímku působením ohybu světla a snižuje se rozlišovací

schopnost emulze (viz graf závislosti rozlišovací schopnosti objektivu na clonovém čísle /30/, obr. 30),



Obr. 30

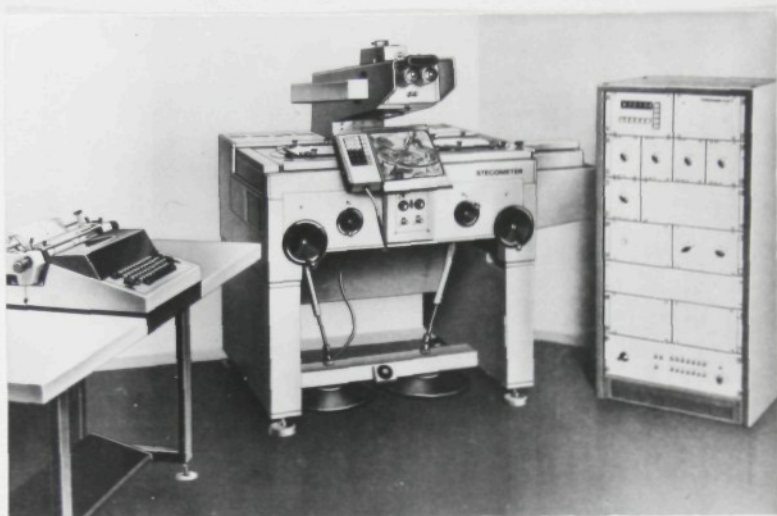
přesto však $d = 0,0472$ mm odpovídá požadavku na fotogrammetrický snímek /22/, viz rovnice (22)

$$d \leq \frac{1}{20} \text{ mm} \quad (22)$$

3.1.5 Vyhodnocení snímků

Pro vyhodnocení stereoskopických snímků byl použit velmi přesný stereokomparátor Stecometr C fy VEB Zeiss Jena v n.p. Geodezie v Liberci. Přístroj, obr. 31, využívá principu Pulfrichovy měřické prostorové značky. Pro výpočet prostorových souřadnic bodů měří na levém snímku souřadnice x' , y' a rozdíl x-ových souřadnic na levém a pravém snímku (horizontální paralaxu p_x), viz schema na obr. 32. Stecometr je propojen s automatickým registračním zařízením Coordimetr F, takže polohové souřadnice

bodů a hodnotu obou paralax okamžitě registruje a je možno je pozorovat na displeji.

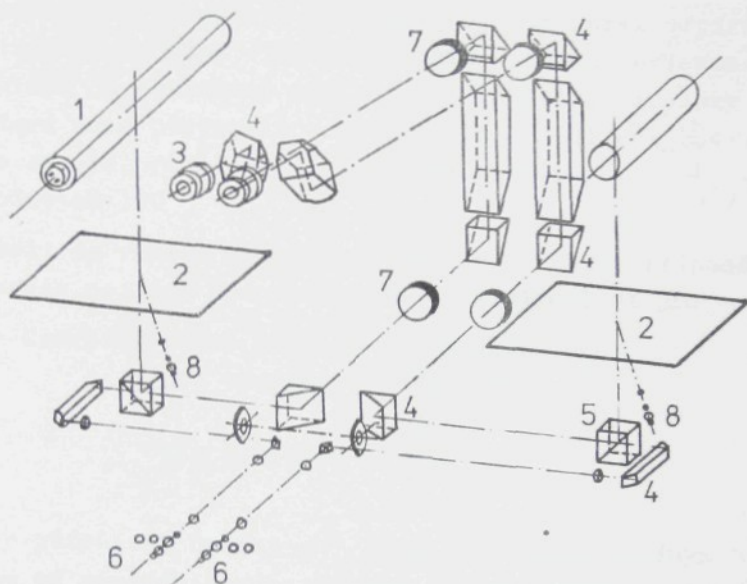


Obr. 31

Současné propojení s psacím strojem má výhodu strojního tabulkového zápisu, navíc nastavení měřické značky na další bod se může provést bez čekání na ukončení zápisu. Přístroj se vyznačuje těmito parametry /31/

maximální rozměr snímku	240 x 240 mm
mechanické stáčení snímků	
(s přesností odečtu $0,1^0$)	360^0
optické zvětšení při pozorování	6, 9, 12, 18x
rozsah měření x' a y'	-140 až +140 mm
p_x	- 10 až +130 mm
p_y	- 40 až + 40 mm
přesnost měření (střední souřadnicová chyba)	$\pm 0,002$ mm

Přístroj má 6 různých měřických značek s velikostí od 0,02 do 1,5 mm.



- | | |
|---------------------------|---------------------------|
| 1 - osvětlovací zářivka | 5 - hranol s měř. značkou |
| 2 - nosič snímku | 6 - osvětlovací žárovky |
| 3 - okulár | 7 - objektiv |
| 4 - hranoly opt. soustavy | 8 - přisvětlení |

Obr. 32

Při vyhodnocovacích pokusech byl dodržen tento postup:

- 1) negativ se vkládá na nosič snímku emulzí nahoru a srovná se do roviny krycím sklem, které se jemně přitlačí příchytkami
- 2) ručně se provede natočení snímku tak, aby hrany snímku byly rovnoběžné s osami souřadnicového systému X, Y

- 3) s využitím registračního zařízení se provede nastavení snímku tak, aby střed snímku M' byl přesně na značce podložního skla
- 4) totéž (body 1, 2, 3) se provede i pro druhý snímek
- 5) provede se orientace obou snímků, aby obraz odpovídal stereoskopickému vjemu. Kontrola vzájemné orientace snímků je provedena zápisem horizontální paralaxy p_{xy} , která nemá překročit hodnotu 0,02 mm. Hlavní bod $H' \equiv M'$ se označí pro všechny sledované veličiny x' , y' , p_x , p_y hodnotou 100
- 6) zvolí se vhodná prostorová značka (v našem případě vyhovovala nejlépe bodová značka o průměru 0,04 mm)
- 7) na Coordimetru se nastaví přírůstková čidla

pro souřadnici	x'	značka	▷
	y'		◁
pro paralaxu	p_x		◁
	p_y		◁

aby přírůstek hodnot x' , y' odpovídal kladným hodnotám os souřadnicového systému a obě paralaxy byla čísla kladná.
- 8) provede se odečítání jednotlivých bodů. Zápis hodnot se provede do tabulky automaticky v pořadí číslo bodu, souřadnice x' , y' , paralaxa p_x , p_y .

3.1.6 Teorie chyb a přesnost prostorového vyhodnocení

Během fotografování a měření může dojít k výskytu hrubých, systematických nebo nahodilých chyb.

Hrubé chyby se vyskytnou při opomenutí některé zásady fotografického pokusu nebo při vyhodnocení snímku. Chyby jsou snadno zjištěitelné, použije-li se opakovaného pokusu.

Systematické chyby mohou vzniknout při nesprávném nastavení měřické značky zaviněném omezenou citlivostí emulze nebo

optiky vyhodnocovacího stroje, případně tyto chyby mohou vzniknout při nesprávném nastavení prvků vnější orientace, nedbalým usazením dvojice snímků na vyhodnocovací stroj a nebo pravidelnou srážkou filmu. Výskyt těchto chyb je i velkou měrou závislý na operátorovi z vyhodnocovacího stroje, který měřickou značku může soustavně nechat „vznášet“ nebo ji „zatláčí“ do objektu. Pro vymezení oblasti těchto chyb je vhodné provést opakovaná měření téhož předmětu, případně i s jiným operátorem.

Nahodilé chyby - do této skupiny patří chyba odečtu paralaxy nastavením měřické značky v rozmezí schopnosti pozorovatele (dokonalost stereoskopického vjemu operátora vyhodnocovacího stroje), chyba v dodržení výšky zalévací kapaliny při pokusech s optickým rozpuštěním vzorku apod. Tyto chyby způsobují nepřesnost výsledného odečtu souřadnic x' , y' a ρ_{xy} a bude jim dále věnována pozornost.

Přesnost určení souřadnic bodu

Pro stereoskopické snímky se svislou osou záběru je možné odvodit ze vztahů pro výpočet chyby pozemní fotogrammetrie uváděné Kloboučkem /23/ tyto vztahy platné pro náš případ

$$m_{xz} = \pm \frac{a}{b} \cdot \frac{a}{f_k} \cdot m_p \quad (23)$$

$$m_x = \frac{1}{3} m_{xz} \quad (24)$$

$$m_y = \frac{1}{2} m_{xz} \quad (25)$$

kde m_{xz} je střední chyba v určení souřadnice z (výšky)
 m_x je střední chyba v určení souřadnice x
 m_y je střední chyba v určení souřadnice y

Vztahy platí za předpokladu, že délka základny a konstanta komory jsou stanoveny velmi přesně a relativní chyby těchto prvků jsou velmi malé.

Z uvedeného je názorné, že střední souřadnicové chyby jsou závislé především na předmětové vzdálenosti, délce základny a zvětšení na snímku, viz tab. 8.

Tab.8

Parametry pokusu	b = 12 mm			b = 20 mm		
	přesnost v určení souřadnic					
	m_x	m_y	m_z	m_x	m_y	m_z
$m_s = 1,199$ $f_k = 108,703 \text{ mm}$ $a = 90,685 \text{ mm}$ $m_p = 0,01 \text{ mm}$	0,021	0,032	0,063	0,013	0,019	0,038
$m_s = 1,356$ $f_k = 116,380 \text{ mm}$ $a = 85,826 \text{ mm}$ $m_p = 0,01 \text{ mm}$	0,018	0,026	0,053	0,011	0,016	0,032

Při známé velikosti fotografovaného předmětu a při daném objektivu lze vypočítat optimální podmínky stereofotogrammetrického pokusu.

Přesnost vyhodnocení bude největší, když bude maximální b a m_s při nejmenším a . Z čočkové rovnice (1) můžeme vyjádřit předmětovou vzdálenost jako

$$a = \frac{a' \cdot f}{a' - f} \quad (26)$$

a dosazením za $a' = a \cdot m_s$ dostaneme po úpravě

$$a = \frac{m_s f + f}{m_s} \quad (27)$$

Pro maximální délku základny platí dle (17)

$$l_{max} = \frac{36 - \check{s}_v \cdot m_s}{m_s}$$

a zároveň dle (14)

$$l_{max} = \frac{a}{4}$$

Pro šíři vzorku 5 mm a ohniskovou vzdálenost 50 mm dostaneme dosazením do posledních dvou rovnic

$$\frac{a}{4} = \frac{36 - 5 \cdot m_s}{m_s} \quad (28)$$

a po nahrazení a rovnicí (27) obdržíme

$$\frac{50m_s + 50}{4m_s} = \frac{36 - 5m_s}{m_s} \quad (29)$$

Řešením této rovnice dostaneme maximální možné zvětšení na snímku

$$m_s = 1,3+3$$

Dosazením m_s do rovnice (17) získáme

$$l_{max} = \frac{36 - 5 \cdot 1,3+3}{1,3+3} = 21,806 \text{ mm}$$

Předmětová vzdálenost pro tento případ vyjde řešením rovnice (14)

$$a = l_{max} \cdot 4 = 87,224 \text{ mm}$$

a konstanta komory přibližně jako a'

$$a' = f_k = a \cdot m_s = 87,224 \cdot 1,3+3 = 117,1+2 \text{ mm}$$

Z uvedeného je zřejmé, že provedené stereofotogrammetrické pokusy při $m_s = 1,356$ a $f_k = 116,360 \text{ mm}$ byly co do přesnosti prostorového vyhodnocení optimální a je nezbytné

počítat s tím, že textilní útvar o rozměru cca 5x5x0,5 mm při objektivu s ohniskovou vzdáleností 50 mm je možno vyhodnotit z negativu kinofilmu jen s maximální teoretickou přesností

$$m_x = \pm 0,0099 \text{ mm}$$

$$m_y = \pm 0,0149 \text{ mm}$$

$$m_z = \pm 0,0298 \text{ mm.}$$

Přesnost vyhodnocení bude vyšší, použije-li se širokoúhlý objektiv. Je třeba však počítat s tím, že při použití objektivu s kratší ohniskovou vzdáleností značně klesá předmětová vzdálenost, navíc jde o vícečočkové objektivy, u kterých je velká distance mezi vstupní a výstupní pupilou.

To vše vede k tomu, že skutečná vzdálenost mezi vstupní čočkou objektivu a miskou preparátu je velmi malá, znemožňuje manipulaci s preparátem a jeho osvit (praktické zkušenosti autora). Navíc širokoúhlé objektivy mají ještě větší zkreslení.

Přesnost výsledků obecně snižují i srážkové vlastnosti filmu. Acetylcelulózové filmy, jako je ORWO, mění podle vlhkosti prostředí své rozměry.

Za základ úvah o chybách vzniklých pravidelnou * a diferenční srážkou (rozdílná srážka ve směru podél a napříč filmu) byl vzat graf závislosti srážky acetylcelulózových filmů na relativní vlhkosti vzduchu /23/, obr.33. Jelikož vyhodnocovací práce probíhaly v prostředí fotogrammetrické laboratoře s konstantními parametry, a to 60 $\pm$ 5 % relativní vlhkosti vzduchu a 22 $\pm$ 2° C teploty vzduchu, jsme v oblasti podle obr. 33, kdy tyto podmínky prostředí neovlivňují téměř vůbec srážkové vlastnosti

* Poznámka: Nepravidelná srážka způsobená nestejným srážením v různých místech filmu by měla být menší

filmu a nemusí být proto této chybě věnována pozornost.



Obr. 33

Vliv přesnosti určení konstanty komory f_K je vidět z následujícího příkladu.

Pro výpočet souřadnice α platí podle rovnice (2)

$$\alpha = \frac{b \cdot f_K}{p_x}$$

Rozdíl α -ových souřadnic $\Delta \alpha$ lze vyjádřit jako

$$\Delta \alpha = \alpha_{\max} - \alpha_{\min} \quad (30)$$

určité jedné výškové souřadnice. Platí tedy, že

$$\Delta \alpha = \frac{b}{p_x} (f_{K_{\max}} - f_{K_{\min}}) \quad (31)$$

než je citlivost filmu a přesnost vyhodnocovacích prací. V literatuře /23/ se uvádí hodnota této srážky až 0,04 mm (u leteckých filmů), podle jiné literatury /21/ jde v průměru o hodnotu $\pm 0,006$ mm. Vyhodnocení nepravidelné srážky filmu ORWO je mimo sledovaný rozsah této zprávy, podle názoru autora je možno předpokládat její hodnotu v rozsahu citlivosti filmu.

Pro body v rovině zaostření objektivu ($\sqrt{Z} = 0$) platí z obr. 16

$$x_1' = \frac{f_K}{a} (b - x_p) \quad (32)$$

$$x_2' = \frac{f_K}{a} x_p \quad (33)$$

a pro horizontální paralaxu

$$\mu_x = x_1' + x_2' = \frac{f_K}{a} \cdot b \quad (34)$$

Úpravou této rovnice obdržíme

$$\frac{b}{\mu_x} = \frac{1}{m_s} \quad (35)$$

a dosazením do rovnice (30) získáme

$$\Delta x = \frac{f_{Kmax} - f_{Kmin}}{m_s} \quad (36)$$

Po dosazení za konstantu komory hodnotu optimálního pokusu $f_K = 116,380 \pm 0,268$ mm obdržíme

$$\Delta x = \frac{2 \cdot 0,268}{1,356} = 0,395 \text{ mm}$$

Přesnost výpočtu výškové souřadnice x je tedy jen z tohoto důvodu $\pm 0,198$ mm. Tato chyba je však chybou absolutního určení výšky vzhledem ke středu promítání. Při výpočtech však dosazujeme stále stejnou hodnotu f_K , pak relativní chyba dvou výškových souřadnic sledovaného předmětu je mnohonásobně menší, viz ověření u testovacího pokusu kruhové šablony ponořené do kapaliny, kap.3.1.8.3.

3.1.7 Experimentální testování metody

S cílem ověřit přesnost stereofotogrammetrické metody bylo provedeno několik pokusů prostorového vyhodnocení geometricky známých předmětů. Tyto práce měly ověřit

- a) schopnost operátora při odečítání stejného bodu
- b) přesnost určení prostorových souřadnic bodů.

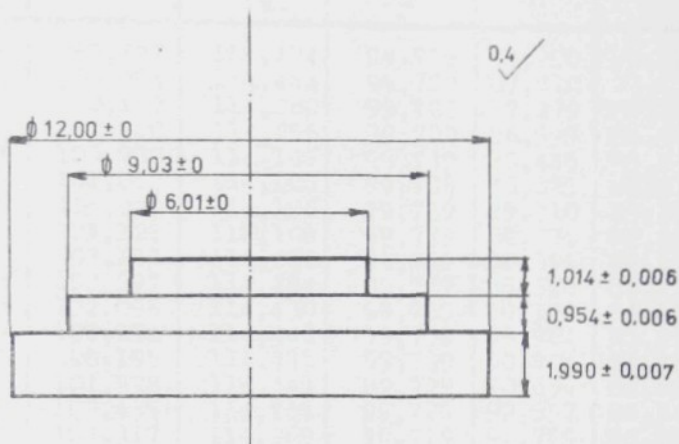
Chyba operátora byla prověřena opakovaným měřením průsečíků rysek ultrapřesné rovinné mřížky. Hodnoty mřížky viz kap. 3.1.2.3, tabulka č. 6. Z tabulky je zřejmé, že má-li k dispozici operátor přesný bod (průsečík na skleněné mřížce), odečítá polohové souřadnice x , y s přesností $0,002 \pm 0,002$ mm. V případě odečtu polohových souřadnic z bodů fotogrammetrických snímků se to operátorovi daří se stejnou přesností $0,002 \pm 0,002$ mm v případě dobře zaostřeného snímku, viz příloha II P8 u fot.č. 20, pokusu č. 24. Maximální rozdíl v určení rovinných souřadnic byl v tomto případě 0,006 mm. Dojde-li k rozostření snímků, chyba operátora roste až k hodnotě cca 0,02 mm, např. tab. č. 3 u fot.č. 68, kdy předmětová vzdálenost od skleněné mřížky oproti správnému zaostření klesla úmyslně o 8 mm, tj. o 9 % !

Při běžném fotogrammetrickém pokusu s tloušťkou vzorku do 1,5 mm k takovému rozostření samozřejmě nemůže dojít, a je tedy možno předpokládat maximální chybu operátora v rozmezí $\pm 0,01$ mm.

Přesnost určení prostorových souřadnic bodů byla zhodnocena prostorovým vyhodnocením stereodvojice snímků (pokus č.19) přesného ocelového bloku, obr. 34, vyrobeného za tímto účelem (tabulka hodnot mikrometrického proměření bloku je uvedena v příloze II P10).

Bylo provedeno vždy po dvou měřeních v jednom úseku (mezi

ryskami rozdělujícími plochu kruhu jedné výškové hladiny na 8 částí).



Obr. 34

Měření byla prováděna ve směru kruhové výseče, aby výšková úroveň jedné hladiny bloku byla proměřena několikrát, vždy s novým nastavením měřické značky, obr. 35.

Tímto způsobem byla prověřena přesnost odečtu paralaxy p_x stejné výškové hladiny 16x. Hodnoty měření na Stecometru jsou uvedeny v tabulce 9, hodnoty paralax p_x jsou v jednotlivých bodech měření vyznačeny na obr. 35.

Paralaxy jedné úrovně hladiny se vyznačují těmito rozdíly:

hladina válce o průměru 6 mm -	$p_x = 0,029$ mm
9 mm -	$p_x = 0,057$ mm
12 mm -	$p_x = 0,047$ mm

Přesnost odečtu paralaxy p_x je tedy

$$m_p = \pm 0,029 \text{ mm}$$

Měření stereofotografií válcového bloku (pokus č.19)
 Fot. 2 a 4

Tab.č. 9

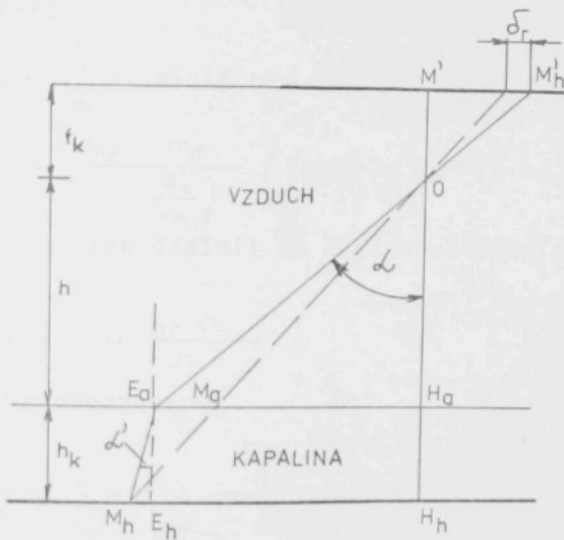
bod č.	Snímkové souřadnice				Prostorové souřadnice		
	x'	y'	p _x	p _y	X	Y	Z
11	106,198	99,727	114,434	99,735	88,290	82,910	90,37
21	104,731	100,094	114,444	99,702	87,010	83,158	90,31
31	103,716	100,149	114,260	99,702	87,279	84,277	91,47
41	102,879	100,440	114,256	99,702	86,598	84,545	91,50
51	101,617	100,780	114,106	99,739	86,446	85,734	92,47
61	101,202	101,062	114,106	99,739	86,093	85,974	92,47
62	104,984	105,080	114,106	99,739	89,310	89,392	92,47
52	104,958	104,127	114,108	99,739	89,275	88,568	92,46
42	105,186	103,161	114,280	99,739	88,392	86,690	91,34
32	106,402	102,697	114,284	99,739	88,388	86,276	91,32
22	107,170	102,098	114,430	99,739	89,123	84,905	90,39
12	106,988	100,171	114,441	99,739	88,904	83,239	90,32
13	109,157	100,195	114,441	99,739	90,706	83,259	90,32
23	109,095	101,928	114,441	99,729	90,654	84,699	90,32
33	110,415	102,435	114,269	99,729	92,857	86,146	91,41
43	110,310	103,317	114,269	99,729	92,769	86,888	91,41
53	110,323	104,400	114,114	99,729	93,799	88,763	92,42
63	110,582	104,979	114,112	99,729	94,032	89,268	92,43
64	113,853	101,863	114,093	99,729	96,947	86,735	92,55
54	113,449	101,333	114,093	99,729	96,600	86,284	92,55
44	112,053	101,505	114,258	99,726	94,307	85,430	91,48
34	111,796	101,036	114,258	99,726	94,091	85,035	91,48
24	110,893	100,071	114,434	99,726	92,193	83,196	90,37
14	109,326	99,159	114,434	99,726	90,890	82,438	90,37
15	110,105	97,757	114,441	99,726	91,494	81,233	90,32
25	110,843	97,018	114,441	99,726	92,107	80,619	90,32
35	111,753	97,050	114,291	99,726	93,838	81,492	91,27
45	112,323	96,441	114,291	99,726	94,316	80,980	91,27
55	113,497	96,001	114,132	99,746	96,374	81,518	92,30
65	114,378	96,379	114,131	99,746	97,129	81,845	92,31
66	110,425	92,718	114,131	99,746	93,773	78,736	92,31
56	109,120	93,149	114,131	99,746	92,664	79,102	92,31
46	109,129	93,649	114,302	99,747	91,564	78,576	91,20
36	109,814	94,308	114,302	99,747	92,139	79,129	91,20
26	109,117	95,874	114,454	99,743	90,591	79,597	90,24
16	108,543	96,948	114,463	99,743	90,051	80,438	90,19
17	107,415	97,243	114,463	99,743	89,123	80,683	90,19
27	106,546	96,648	114,463	99,743	88,402	80,189	90,19
37	105,963	94,638	114,279	99,743	89,051	79,533	91,35
47	104,839	94,572	114,279	99,740	88,106	79,478	91,35
57	105,064	92,526	114,140	99,731	89,163	78,523	92,25
67	105,592	92,216	114,140	99,729	89,611	78,260	92,25
58	101,575	96,077	114,140	99,716	86,202	81,536	92,25
58	102,396	95,906	114,140	99,716	86,899	81,391	92,25
48	103,647	95,899	114,313	99,716	86,898	80,402	91,13
38	103,734	96,587	114,285	99,716	87,141	81,137	91,13
28	104,706	97,982	114,456	99,716	86,917	81,335	90,23
18	106,266	97,710	114,456	99,716	88,212	81,110	90,23

Jednoduché geometrické poměry známé při normálním případě stereofotogrammetrie se změní a výpočet prostorových souřadnic bodů nelze již provést podle jednoduchých analogových rovnic.

Tento případ je ve speciální fotogrammetrii znám např. při prostorovém vyhodnocování mořského dna pomocí barevné vzdušné fotografie.

3.1.8.1 Analogové vyhodnocení

Hottier /36/ naznačuje pro toto užití následující analogové řešení vyhodnocení stereofotogrammetrického záznamu, obr. 37.



Obr. 37

Z obrázku vyplývají následující vztahy:

$$\overline{E_a H_a} = h \operatorname{tg} \alpha = \overline{E_h H_h} \quad (37)$$

$$\overline{E_h M_h} = h_k \operatorname{tg} \alpha' \quad (38)$$

$$\overline{H_h M_h} = h \operatorname{tg} \alpha + h_k \operatorname{tg} \alpha' \quad (39)$$

$$\overline{H_a M_a} = \frac{h}{h + h_k} (h \operatorname{tg} \alpha + h_k \operatorname{tg} \alpha') \quad (40)$$

$$\overline{E_a M_a} = \frac{h h_k}{h + h_k} (\operatorname{tg} \alpha - \operatorname{tg} \alpha') \quad (41)$$

a je-li

$$m_s = \frac{f_k}{h}, \text{ platí pro souřadnici na snímku}$$

$$\delta_r = \frac{h_k \cdot m_s}{\left(1 + \frac{h_k}{h}\right)} (\operatorname{tg} \alpha - \operatorname{tg} \alpha') \quad (42)$$

K tomuto lze doplnit ze Snelova zákona /37/ o indexu lomu

$$\sin \alpha' = \frac{\sin \alpha}{n} \quad (43)$$

a jeho odvozením

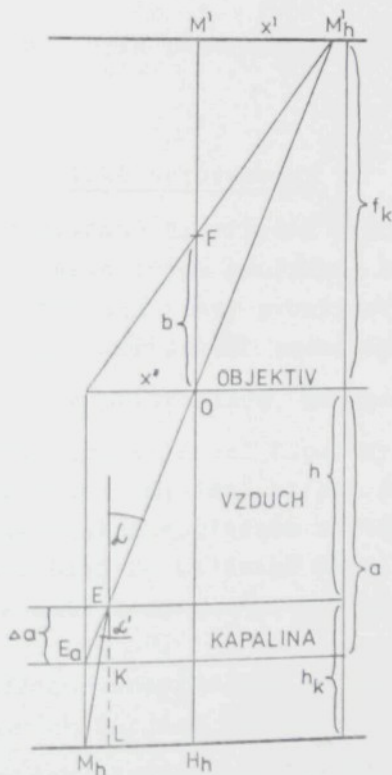
$$\operatorname{tg} \alpha' = \frac{\frac{\sin \alpha}{n}}{\sqrt{1 - \frac{\sin^2 \alpha}{n^2}}} \quad (44)$$

Korekce δ_r je tedy závislá na úhlu α , tj. na radiální vzdálenosti od středu snímku a na hloubce kapalin h_k (při dané stupnici na snímku).

Ke změně výrazu ($\operatorname{tg} \alpha - \operatorname{tg} \alpha'$) dochází v závislosti na úhlu α velmi rychle (jde o rostoucí konvexní funkci a zanedbat korekci pro významnou hloubku h_k nelze.

Vzhledem k tomu, že korekce δ_p je nejen závislá na radiální vzdálenosti ke středu snímku, ale také na hloubce h_k bodu M_h v kapalině, činí analogové řešení obtížným a Hottier jej dále neřeší.

Autor připomíná, že problém dále komplikuje skutečnost, že předmětová vzdálenost a není rovna výšce h , neboť zaostření se děje ne na hladinu kapaliny, nýbrž na fiktivní rovinu uvnitř zalévacího média, viz obr.38. Z toho vyplývá, že $m_s \neq \frac{f_k}{h}$.



Obr. 38

Z obr. 33 je možné odvodit

$$\frac{\Delta a}{h_K} = \frac{\operatorname{tg} \alpha'}{\operatorname{tg} \alpha} \quad (45)$$

a pro malé úhly α (při rozměru předmětu 5 x 5 mm je $\alpha \pm 1,7^\circ$) lze psát

$$\frac{\operatorname{tg} \alpha'}{\operatorname{tg} \alpha} = \frac{\sin \alpha'}{\sin \alpha} \quad (46)$$

Po dosazení z rovnice (43) dostaneme

$$\Delta a = h_K \cdot \frac{1}{n} \quad (47)$$

Tato skutečnost byla potvrzena při experimentálních pokusech.

3.1.8.2 Analytické vyhodnocení

V předkládané dizertační práci je navrženo provést vyhodnocení prostorových souřadnic bodů objektu ponořeného v kapalině analyticky prostorovým protínáním zobrazovacích paprsků středového promítání.

Řešení vychází z předpokladu, že jsou známy (obr. 36):

- 1) index lomu zalévací kapaliny n
- 2) prostorové umístění středů promítání O_1, O_2
v kartézském souřadném systému se středem M
- 3) výška hladiny zalévací kapaliny h_K
- 4) konstanta komory f_K a předmětová vzdálenost a
(obr. 38)
- 5) sdružené odpovídající obrazy hledaného bodu na
snímcích (jejich rovinné souřadnice x', y')

Z uvedených předpokladů lze první čtyři bez velkých obtíží zjistit a udržet je během fotografického pokusu

konstantní. Sdružené body na snímcích lze stereoskopicky proměřit stereokomparátorem na plastickém modelu jen tehdy, odpovídají-li si y -ové souřadnice na obou snímcích.

$$y_{1A} = y_{2A}$$

Ověření této relace bylo provedeno pomocí výpočetního programu PROJEKT S (viz příloha IV), který středově promítá body o známých souřadnicích x , y , z do obou snímkových rovin.

Tímto programem byly promítnuty body o těchto prostoro-
vých souřadnicích

$$\begin{aligned} x & [0, 3, 6] \\ y & [0, 3, 6] \\ z & [0, 0,2, 0,5] \end{aligned}$$

a bylo prokázáno, že y -ové souřadnice na obou snímcích si přesně odpovídají, viz tab. č. 10.

Z uvedeného vyplývá, že souřadnice sdružených bodů na obou snímcích je možno stanovit proměřením snímků na stereokomparátoru.

Prostorové souřadnice skutečného bodu A můžeme nalézt pomocí vhodných promítací paprsků. K tomu je nutné zavést nejdříve souřadný systém v prostoru, definovat v něm promítací roviny a umístit do něj celou optickou soustavu.

Nejjednodušší je obvyklý způsob, kdy

- osa X je rovnoběžná se směrem daným středy promítání

$$O_1 \equiv \left[-\frac{b}{2}; 0; a + h_K \right] \quad (48)$$

$$O_2 \equiv \left[-\frac{b}{2}; 0; a + h_K \right] \quad (49)$$

- osa Z je rovnoběžná se směrem optických os

KONST. KOMORY= 90.885
 PŘEDM. VZDALENOST=108.703
 ST. ZÁKLADNA= 12.000

VÝSKA HLADINY= 1.00
 INDEX LOMU= 1.525

SKUTEČNÝ BOD			PŘVNÍ PRŮMET		DRUHÝ PRŮMET	
.000	.000	.000	-7.141	.000		
.000	3.000	.000	-7.141	-3.570	7.141	.000
.000	6.000	.000	-7.141	-7.141	7.141	-3.570
3.000	.000	.000	-10.711	.000	7.141	-7.141
3.000	3.000	.000	-10.711	-3.570	3.570	.000
3.000	6.000	.000	-10.711	-7.141	3.570	-3.570
6.000	.000	.000	-14.281	.000	3.570	-7.141
6.000	3.000	.000	-14.282	-3.570	.000	.000
6.000	6.000	.000	-14.282	-7.141	.000	-3.570
.000	.000	.200	-7.151	.000	.000	-7.141
.000	3.000	.200	-7.151	-3.575	7.151	.000
.000	6.000	.200	-7.151	-7.151	7.151	-3.575
3.000	.000	.200	-10.726	.000	7.151	-7.151
3.000	3.000	.200	-10.726	-3.575	3.575	.000
3.000	6.000	.200	-10.726	-7.151	3.575	-3.575
6.000	.000	.200	-14.302	.000	3.575	-7.151
6.000	3.000	.200	-14.302	-3.575	.000	.000
6.000	6.000	.200	-14.302	-7.151	.000	-3.575
.000	.000	.500	-7.166	.000	.000	-7.151
.000	3.000	.500	-7.166	-3.583	7.166	.000
.000	6.000	.500	-7.166	-7.166	7.166	-3.583
3.000	.000	.600	-10.757	.000	7.166	-7.166
3.000	3.000	.500	-10.749	-3.583	3.583	.000
3.000	6.000	.500	-10.749	-7.166	3.583	-3.583
6.000	.000	.500	-14.333	.000	3.583	-7.166
6.000	3.000	.500	-14.333	-3.583	.000	.000
6.000	6.000	.500	-14.333	-7.166	.000	-3.583
					.000	-7.166

promítací roviny α_1 a α_2 jsou určeny body

$$M_1 \equiv \left[\frac{b}{2} ; 0 ; a + h_k + f_k \right] \quad (50)$$

$$M_2 \equiv \left[-\frac{b}{2} ; 0 ; a + h_k + f_k \right] \quad (51)$$

a vektory

$$\vec{l}_x^1 = (1, 0, 0) \quad (52)$$

$$\vec{l}_y^1 = (0, 1, 0) \quad (53)$$

$$\vec{l}_x^2 = \vec{l}_x^1 \quad (54)$$

$$\vec{l}_y^2 = \vec{l}_y^1 \quad (55)$$

Označme

$$A_1 = M_1 + \alpha_{1x} \vec{l}_x^1 + \alpha_{1y} \vec{l}_y^1 \quad (56)$$

$$A_2 = M_2 + \alpha_{2x} \vec{l}_x^2 + \alpha_{2y} \vec{l}_y^2 \quad (57)$$

průměty bodu A do obou snímkových rovin. Promítací paprsek p_1 určený středem promítání O_1 a průmětem A_1 se na hladině zalévací kapaliny láme v paprsek p_1^* , podobně se láme promítací paprsek p_2 určený bodem O_2 a A_2 na paprsek p_2^* .

Hledaný bod je právě průsečíkem p_1^* a p_2^* .

Tato úloha se řeší způsobem obvyklým v analytické geometrii a je sestavena do výpočetního programu provedeného v jazyce FORTRAN a nazvaného FOTO S, viz příloha č.IV

3.1.8.3 Ověření vyhodnocovacích metod

Ověřovací testy byly voleny tak, aby vyhodnocení fotogrammetrických snímků provedených ve dvou optických prostředích (vzduch, zalévací kapalina) ověřilo

- správnost sestavení výpočetního programu analytické metody
- přesnost výsledků prostorového vyhodnocení bodů a její citlivost na změnu velikosti konstanty komory, předmětové vzdálenosti a výšky hladiny kapaliny

c) schopnost operátora odečítat modelové souřadnice bodů na ose nitě.

ad a) výpočetní program FOTO S pro analytické stanovení prostorových souřadnic bodů byl aplikován na naměřené snímkové souřadnice stereodvojice snímků skleněné rovinné šablony. Šablona (parametry viz příloha IIP11) byla ponořena do monochlorbenzenu v hloubce $h_K = 3,7$ mm (pokus č. 30, fot. 46, 50) a vyfotografována při $f_K = 116,95$ mm; $a = 87,341$ mm, $m_S = 1,339$ a $b = 12$ mm.

Snímková dvojice byla proměřena na stereokomparátoru Stecometr. Zjištěné snímkové souřadnice jsou uvedeny v tab. č. 11, vypočtené prostorové souřadnice v tab. č. 12 a zkresleny na obr. č. 39.

Tab. č. 11

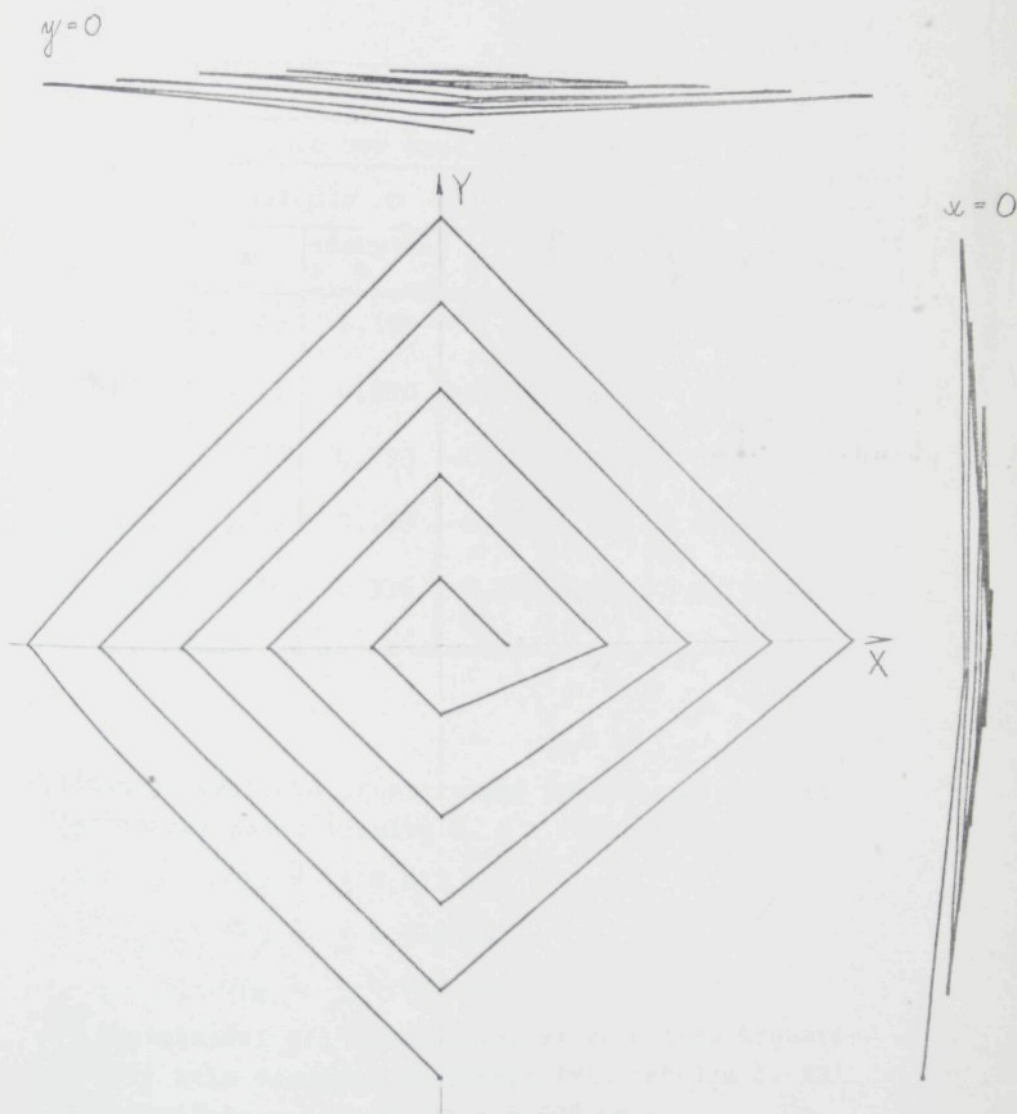
Místo bodu	snímkové souřadnice měřené				snímkové souř.vypočtené		
	x'	y'	p_x	p_y	x	y	z
M'	100,000	100,000	100,000	100,000	-	-	-
střed	107,979	100,317	116,074	99,654	- 7,979	- 0,317	8,095
41	108,028	101,649	116,085	99,656	- 8,028	- 1,649	8,057
44	109,320	100,268	116,085	99,656	- 9,320	- 0,268	6,765
47	107,934	98,966	116,080	99,656	- 7,934	+ 1,034	8,146
50	106,657	100,365	116,080	99,656	- 6,657	- 0,365	9,423
101	108,095	103,649	116,084	99,656	- 8,095	- 3,649	7,989
104	111,305	100,198	116,067	99,654	-11,305	- 0,198	4,762
107	107,860	96,962	116,071	99,654	- 7,860	+ 3,038	8,211
110	104,658	100,436	116,059	99,661	- 4,658	- 0,436	11,401
151	108,153	105,314	116,086	99,661	- 8,153	- 5,314	7,933
154	112,953	100,147	116,061	99,636	-12,953	- 0,147	3,108
157	107,802	95,299	116,061	99,660	- 7,802	+ 4,701	8,259
160	102,983	100,481	116,042	99,680	- 2,983	- 0,481	13,059
201	108,206	106,976	116,085	99,669	- 8,206	- 6,976	7,879
204	114,584	100,108	116,031	99,621	-14,584	- 0,108	1,447
207	107,734	93,644	116,046	99,663	- 7,734	+ 6,356	8,312
210	101,322	100,536	116,026	99,699	- 1,322	- 0,536	14,704
251	108,264	108,633	116,084	99,664	- 8,264	- 8,633	7,820
254	116,212	100,049	116,009	99,617	-16,212	- 0,049	- 0,203
257	107,676	92,001	116,040	99,662	- 7,676	+ 7,999	8,364
260	99,661	100,588	115,984	99,703	+ 0,339	- 0,588	16,323

Tab. č. 12

KONSTANTA KOMORY= 116.950
 PREDMETOVA VDALENOST= 87.341
 ST. ZAKLADNA= 12.000
 INDEX LOMU= 1.325
 VYSKA HLADINY= 3.700

PRVNI PROMET		DRUHY PROMET		SKUTEČNY BOD R				
-8.0	-1.6	8.1	-1.6	-.01	1.23	3.84	1.23	.00
-9.3	-.3	6.8	-.3	.95	.20	3.84	.97	.00
-7.9	1.0	8.1	1.0	-.08	-.77	3.80	.78	.00
-6.7	-.4	9.4	-.4	-1.03	.27	3.80	1.07	.00
-8.1	-3.6	8.0	-3.6	.04	2.72	3.83	2.72	.00
-11.3	-.2	4.8	-.2	2.44	.15	3.69	2.45	.00
-7.9	3.0	8.2	3.0	-.13	-2.27	3.72	2.27	.00
-4.7	-.4	11.4	-.4	-2.52	.33	3.62	2.54	.00
-8.2	-5.3	7.9	-5.3	.08	3.96	3.85	3.97	.00
-13.0	-.1	3.1	-.1	3.68	.11	3.64	3.68	.00
-7.8	4.7	8.3	4.7	-.17	-3.51	3.64	3.52	.00
-3.0	-.5	13.1	-.5	-3.77	.36	3.48	3.79	.00
-8.2	-7.0	7.9	-7.0	.12	5.20	3.84	5.21	.00
-14.6	-.1	1.4	-.1	4.92	.08	3.39	4.92	.00
-7.7	6.4	8.3	6.4	-.22	-4.75	3.52	4.76	.00
-1.3	-.5	14.7	-.5	-5.01	.40	3.35	5.03	.00
-8.3	-8.6	7.8	-8.6	.17	6.44	3.63	6.44	.00
-16.2	-.0	-.2	-.0	6.15	.04	3.21	6.15	.00
-7.7	8.0	8.4	8.0	-.26	-5.98	3.47	5.99	.00
.3	-.6	16.3	-.6	-6.25	.44	3.00	6.27	.00

Z obrázku je názorné, že polohové určení bodů v pěti radiálních úrovních od středu kruhové šablony je poměrně přesné, zatím co výšky bodů (ve skutečnosti rovinné šablony) ukazují stejný průběh způsobený zkreslením, jako v případě bez zalévací kapaliny (viz obr.25).



Obr. 39

Přesný výsledek prostorového určení bodů na rovinné šabloně je zřejmý z tab. č. 13. Polohové určení bodů šablony ponořené v kapalině bylo provedeno s přesností do 0,04 mm, tj. do 0,7 %, výška bodu však byla stanovena s chybou až 0,369 mm.

Tab.13

skutečný poloměr kruhu /mm/	vypočtené prostorové souřadnice					
	šablona bez kapaliny			šablona v kapalině		
	poloměr r		výška z	poloměr r		výška z
	mm	odchylka v %	mm	mm	odchylka v %	mm
$r_1 = 1,003$	1,005	0,199	0	0,996	0,698	0
$r_2 = 2,503$	2,505	0,080	-0,047	2,489	0,559	-0,105
$r_3 = 3,755$	3,766	0,293	-0,122	3,732	0,613	-0,167
$r_4 = 5,006$	5,019	0,260	-0,200	4,973	0,659	-0,295
$r_5 = 6,255$	6,276	0,336	-0,310	6,209	0,755	-0,369

ad b) přesnost výsledků prostorového vyhodnocení měla být teoreticky podle tabulky č. 8 v rozmezí hodnot

$$m_x \doteq \pm 0,011 \text{ mm}$$

$$m_y \doteq \pm 0,016 \text{ mm}$$

$$m_z \doteq \pm 0,032 \text{ mm}$$

Ve skutečnosti při vyhodnocení stereosnímků kruhové šablony bylo dosaženo přesnosti (viz tabulka č. 13) na maximálním poloměru $r = 6,255 \text{ mm}$

$$m_x \doteq \pm 0,05 \text{ mm}$$

$$m_y \doteq \pm 0,05 \text{ mm}$$

a to z důvodu značné distorze použitého objektu. Na přesnost výsledků má podle kap.3.1.6 významný vliv i přesnost stanovení konstanty komory, předmětové vzdálenosti a pochopitelně i stanovení výšky zalévací kapaliny.

Rozbor těchto vlivů provedeme nyní na konkrétním případě prostorového vyhodnocení výše uvedených fotografií kruhové šablony.

Stereokomparátorem naměřené snímkové souřadnice šablony byly vyhodnoceny s mezními hodnotami parametrů optické soustavy, a to pro

- 1) $f_{kmin} = 115,95 \text{ mm};$
 $f_{kmax} = 117,95 \text{ mm};$
- 2) $a = 86,594 \text{ mm}$ (při $m_s = 1,339$)
 $a = 88,088 \text{ mm}$ (při $m_s = 1,339$)
- 3) $h_{kmin} = 3,2 \text{ mm}$
 $h_{kmax} = 4,2 \text{ mm}$ (pro přesnost odečtu $\pm 0,5 \text{ mm}$)

Vypočtené prostorové souřadnice bodů kruhové šablony jsou uvedeny v příloze IIP23 a výsledky těchto testů shrnuty do následující tabulky

	Změna v určení polohy bodu (souřadnice x, y)	Relativní změna v určení výšky bodů (souřadnice z)
Změna ve stanovení konstanty komory $o \pm 1 \text{ mm}$	0	max 0,01 mm
Změna ve stanovení výšky kapaliny $h_k o \pm 0,5 \text{ mm}$	0	0

Z uvedeného je zřejmé, že při použitých optických parametrech soustavy ($f_k = 116,950 \text{ mm}$, $m_s = 1,399$)

není vyhodnocení citlivé na velmi přesné stanovení konstanty komory a výšky zalévací kapaliny. Konstantu komory lze tedy při dalších experimentálních pokusech stanovit podle vztahu odvozeného z rovnice (27) (použito pro vyhodnocení pokusu č. 30)

$$f_K = a' = m_S \cdot f + f \quad (58)$$

ad c) po otestování stereofotogrammetrického systému a optimalizaci parametrů optické soustavy bylo přistoupeno k praktickému vyhodnocení nitové textilní struktury, v uvedeném případě snímkové dvojice osnovního úpletu ponořeného do monochlorbenzenu. Na vyhodnocovací přístroji vytvořený model vyhovoval prostorovému vjemu operátora a souřadnice libovolných bodů na povrchu nitě bylo možno i v případě použitých hladkých nití (PADh) poměrně snadno odečíst.

Pro popis prostorového tvaru nitě zapletené do oka osnovního úpletu je však nutné odečítat prostorové souřadnice bodů na ose nitě.

Zatímco polohu osy ve směru rovinných souřadnic x, y může operátor dobře odhadnout podle obrysů nitě (měřickou značku umísťuje do středu mezi oba obrysy), polohu osy ve směru výšky z určuje odhadem „ponořením“ značky dovnitř nitě. Nit není po celé své délce kruhového průřezu, zvláště v případě mírně krouceného polyamidového hedvábí, takže „ponoření“ značky pod povrch nitě není pro všechny body osy nitě stejné.

Praktickým pokusem se ukázalo, že operátor není schopen dostatečně přesně ($\pm 0,02$) určit polohu osy nitě na prostorovém modelu. Chyby způsobené nesprávným „ponořením“ měřické značky převýšily dokonce chyby způsobené zkreslením objektivu.

3.1.9 Zhodnocení stereofotogrammetrické metody

Navržené přístrojové vybavení fotogrammetrického systému zajišťuje podmínky normálního případu stereofotogrammetrie pro získávání snímkových dvojic. Praktickými zkouškami bylo prokázáno, že systém dodržel konstantní optické podmínky pokusu a umožnil přesnou rekonstrukci paprskových trsů vytvářejících obraz objektu.

Vyhodnocovací metody se ukázaly jako proveditelné a přesné pro vyhodnocování v jednom i dvou optických prostředích.

Při odečítání snímkových souřadnic stereoskopicky vyhodnocovacím strojem se jeví prostorové bodové vyhodnocení této metody účinné a vhodné pro výzkum textilních struktur, zvláště

- a) při třídimenzionálním kvantitativním vyhodnocování povrchů textilií (např. pro hodnocení mačkavosti textilií pomocí vrstevnicového popisu, oděru plošných textilií, splývavosti apod.), při analýze tahových deformací (deformace struktury při biaxiálním namáhání) aj.
- b) při rekonstrukci vnitřního uspořádání plošných textilních útvarů tam, kde se jedná o prostorové určení polohy
 - vláken (přesnost odečtu osy vlákna je v relaci s přesností odečtu vyhodnocovacího přístroje), např. umístění vláken a jejich migraci při zpracování rouna, pavučinek, pramenů, přástů, ve výrobě netkaných textilií apod.
 - nití, kde přesnost odečtu osy nitě („ponořením“ měřické značky vyhodnocovacího stroje) nepřevyšuje požadovanou přesnost měření
 - ostatních komponent plošné textilie, např. roz-

místění pojiva v netkaných textiliích, úpravářských prostředků atd.

Na základě provedených rozborů a praktických zkoušek je autor přesvědčen, že metoda normálního případu stereofotogrammetrie je rovněž použitelná pro popis vnitřního uspořádání niťových struktur s vysokou přesností ($\pm 0,05$ mm) při monokulárním vyhodnocení polohy osy nitě po jednom snímku. Metoda však ztrácí svou výhodu rychlosti dvojsnímkového vyhodnocení.

V průběhu ověřovacích testů se ukázalo, že použitý objektiv normálního fotoaparátu je z důvodu jeho distorze nevhodný (výrazné a nesymetrické zkreslení). Při použití uvedené metody se doporučuje zajistit kvalitnější objektiv, rovněž větší formát snímku by přispěl ke zvýšení přesnosti metody.

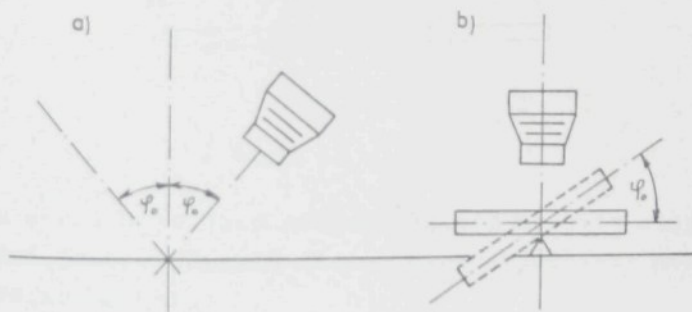
3.2 KONVERGENTNÍ PŘÍPAD

3.2 Konvergentní případ

Snížená přesnost vyhodnocení snímků normálního případu stereofotogrammetrie způsobená distorzí objektivu vedla autora k návrhu systému, u kterého je obraz objektu vždy umístěn do středu snímku.

3.2.1 Fotogrammetrický systém

V tomto případě se dvojice snímků získá fotografováním jednoho a téhož předmětu pod určitým úhlem zleva a zprava. Je možné k tomu použít dvou kamer se sbíhavými osami záběru, obr. 40a, nebo jedné kamery se svislou osou záběru a překlápěcím preparačním stolcem, jak je znázorněno na obr. 40 b.

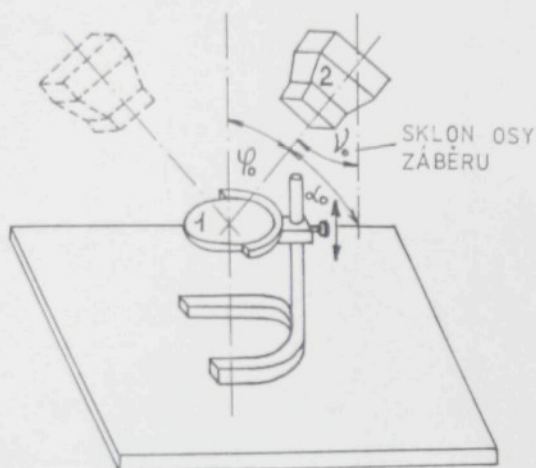


Obr. 40

Stojan kamery

S ohlédem na využití pouze jedné měřické kamery a té skutečnosti, že sledovaný objekt (plošná textilie) je umístěn v kaplině a není tedy možné použít výkyvného stolu, byl navržen následující způsob, viz obr. 41. Stolek preparátu 1 je ve vodorovné poloze a kamera 2 je k němu

orientována pod stálým úhlem φ_0 . Dvě fotografie pod úhlem φ_0 v jedné rovině záběru se získají otočením stolku preparátu v horizontální rovině o 180° , viz obrázek.



Obr. 41

K tomu účelu bylo jako stojanu kamery použito stejného zařízení jako v případě stereofotogrammetrické metody, fotografie na obr. 42.

Uchycení kamery je provedeno tímto způsobem k úchytce, která umožňuje natočení aparátu tak, aby

úhel stočení osy záběru $\varphi_0 = 45^\circ$

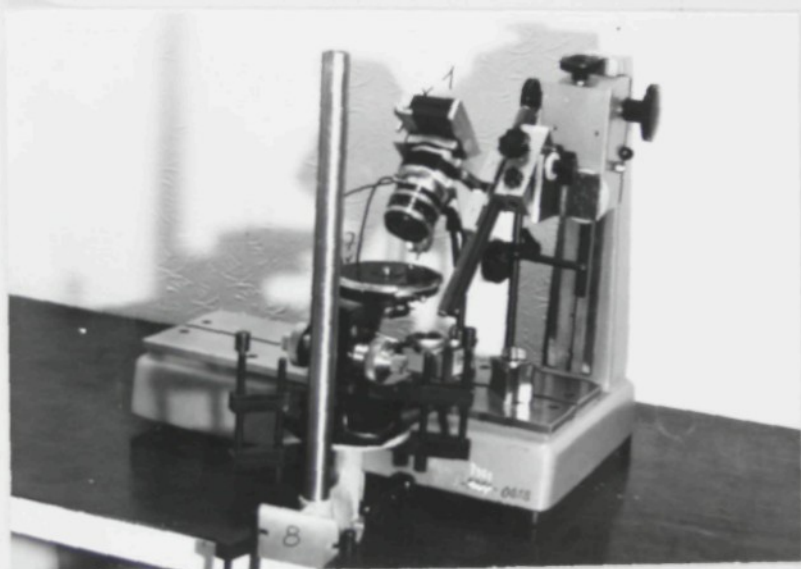
úhel sklonu osy záběru $\nu_0 = 0$

úhel pootočení snímku $\varphi_0 = 0$.

Hrubé zaostření se děje posuvem kamery 1, obr. 42, po sáních držáku kamery ve směru optické osy, jemné doostření se provádí posuvem objektivu.

Jako otočného stolku pro umístění vzorku bylo použito preparačního stolku 7 polarizačního mikroskopu

Meopta, který umožňuje přesné natočení v rozsahu $0 - 360^{\circ}$. Stolek je na svém obvodu rozdělen po stupních a nastavení lze provést s přesností $0,1^{\circ}$. Preparační stolek je pevně uchycen na zvedací stojánek 8, který umožňuje zvednout preparát přesně do optické osy a tuto polohu zajistit, jak je znázorněno na obr. 42. Tím je možno provést zaostření ve směru optické osy při různé výšce preparátu.



Obr. 42

Fotografická kamera

Bylo použito téže kamery Praktica LTL, viz kapitola 3.1.1.

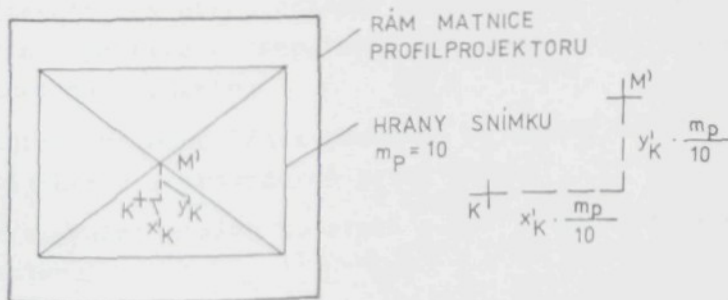
Osvětlení - viz kapitola 3.1.1.

3.2.2 Prvky vnitřní a vnější orientace

Při pokusech s konvergentními osami záběru bylo využito stejné justáže komory jako v normálním případě stereo-fotogrammetrie (viz kapitola 3.1.2), tzn. že $f_K = 108,703 \pm 0,360$ mm (případně $f_K = 116,380 \pm 0,268$ mm).

Souřadnice hlavního bodu H^1

V tomto případě, kdy měření ze snímků se provádí ručně, je za hlavní bod považován střed snímků M^1 . Souřadnice středu snímků byly zjištěny promítnutím negativu na profilprojektoru při zvětšení 10x a vztaženy k pomocnému bodu (k některému výraznému bodu poblíž středu snímku). Při mnohanásobném zvětšení na profilprojektoru, kdy již nelze promítnout rám snímku na matnici přístroje, byl střed M^1 označen pomocí souřadnic pomocného bodu, viz schématický náčrt na obr. 43, bod K.



Obr. 43

Zkreslení objektivu

Z údajů zkreslení, viz kapitola 3.1.2, vyplývá, že zkreslení kolem středu objektivu bude nepatrné a pro rozměr vzorku 5 x 5 mm se prakticky neprojeví při výpočtu polohových a výškových souřadnic bodu.

Orientace osy záběru

S ohledem na způsob vyhodnocování volíme úhel stočení osy záběru $\varphi_0 = \alpha_0 = 45^\circ$ pro oba snímky. Poloha kamery je podobně jako v normálním případě držena v konstantní poloze pomocí dvou indikátorových hodiněk, viz fotografie systému na obr. 42.

3.2.3 Provedení snímků

Postup pro získání dvojice snímků je následující:

- 1) Pomocí přesné libely ustaví se stojan kamery a stojánek s preparačním stolem do vodorovné polohy. Přesnost nastavení $\pm 0,25''$.
- 2) Pomocí libely ustaví se kamera tak, aby byly splněny podmínky pro úhel stočení osy záběru. Měření se provádí na vodících lištách filmu. Kamera se ve správné poloze zajistí a nastaví se základní poloha indikátorových hodiněk.
- 3) Ztotožní se střed otáčení preparačního stolku se středem objektivu a preparační stůlek se pevně zajistí úchýtkami na stojánku.
- 4) Obraz zkoumané části předmětu se umístí do středu objektivu a provede se první snímek.
- 5) Preparační stůlek se otočí o 180° a provede se druhý snímek.

Ve všech provedených pokusech bylo použito taktéž filmu ORWO 15 DIN.

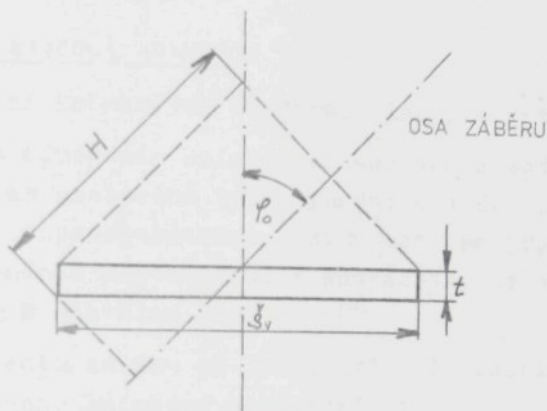
Kontrola hloubky ostrosti

Stočená osa záběru při fotografování klade ještě vyšší nároky na hloubku ostrosti, jak je znázorněno na obr. 44.

Předpokládáme maximální šíři vzorku 5 mm a tloušťku

vzorku do 0,5 mm. Z obrázku je zřejmé, že hloubka ostrosti bude přibližně

$$H \approx 2 \left(\frac{\check{s}_v}{2} \sin \varphi_0 + t \cdot \cos \varphi_0 \right) \quad (59)$$



Obr. 44

Po dosazení vychází

$$H = 4,242 \text{ mm}$$

Průměr ohybového kroužku je potom podle rovnice (20)

$$d = 0,00215 \cdot c = 0,0472 \text{ mm}$$

Pro hloubku ostrosti dále platí dle rovnice (21)

$$H = \frac{2 \cdot c \cdot d (m_s + 1)}{m_s^2}$$

a pro maximální clonu $c = 22$ a $m_s = 1,199$

$$H = \frac{2 \cdot 22 \cdot 0,0472 \cdot 2,199}{1,438} = 3,176 \text{ mm}$$

Při větším zvětšení $m_s = 1,356$ klesne hloubka ostrosti na

$$H = \frac{2 \cdot 22 \cdot 0,0472 \cdot 2,356}{1,438} = 2,666 \text{ mm}$$

Z uvedeného je názorné, že použité zvětšení dovoluje získat velice ostrý snímek předmětu jen o šíři 3 mm ($H = 2,828$).

3.2.4 Vyhodnocení snímků

Odměření snímkových souřadnic lze provést

- a) strojním odměřením snímkových souřadnic bodů z negativu s využitím některého typu vyhodnocovacího přístroje, např. stereokomparátoru. Vyhodnocení se provede po jednom snímku monokulárně a souřadnice se odečítají vzhledem k hlavnímu bodu $H' \equiv M'$
- b) překreslením snímku na „pozitiv“, při patřičném zvětšení a hledané snímkové body odečíst
 - 1) ručně odměřením přesným pravítkem
 - 2) mechanicky digitalizačním zařízením samočinného počítače (v současné době je v SVÚT vyvíjeno čtecí zařízení pro odečet souřadnic bodu a jejich vyděrování na děrnou pásku).

V předkládané práci se uvádějí pouze výsledky z ručního naměření dat.

Vyhodnocení naměřených bodů se může provést několika způsoby

- a) graficky metodou středového promítání protínáním vpřed. Řešení vychází z libovolného bodu v jedné snímkové rovině a hledá k tomuto bodu souřadný bod ve druhé snímkové rovině pravouhlým promítáním na dvě průmětny. Metoda byla prověřena a ukázalo se, že vyhodnocení je příliš zdlouhavé a výsledky z titulu nepřesnosti rýsování nejsou dostatečně přesné /38/. V předložené práci není uvedena.

- b) výpočetně analogově zjednodušenou metodou za předpokladu rovnoběžného promítání
- c) výpočetně analyticky stanovením průsečíků sdružených paprsků na počítači.

Při vyhodnocování je největším problémem identifikace totožných bodů na obou snímcích, zvláště když na sledovaném předmětu není dost výrazných bodů, jako je tomu např. na ose nitě.

Otázkami určení odpovídajících průmětů téhož bodu se zabývá následující kapitola.

3.2.4.1 Určení souřadných bodů

Jelikož snímková rovina svírá s rovinou souřadnicového systému XY úhel φ_0 , dochází při středovém promítání ke zkreslení obrazu. Tato deformace průmětu je závislá na velikosti úhlu stočení osy záběru φ_0 a na optických vztazích fotokamery.

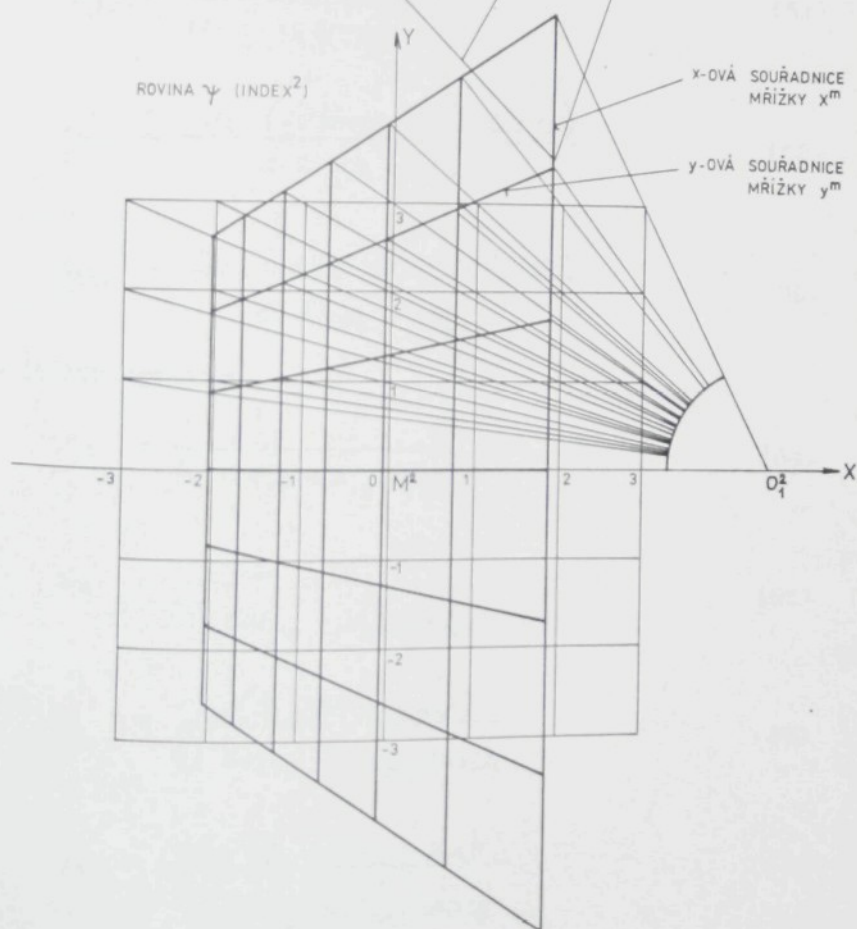
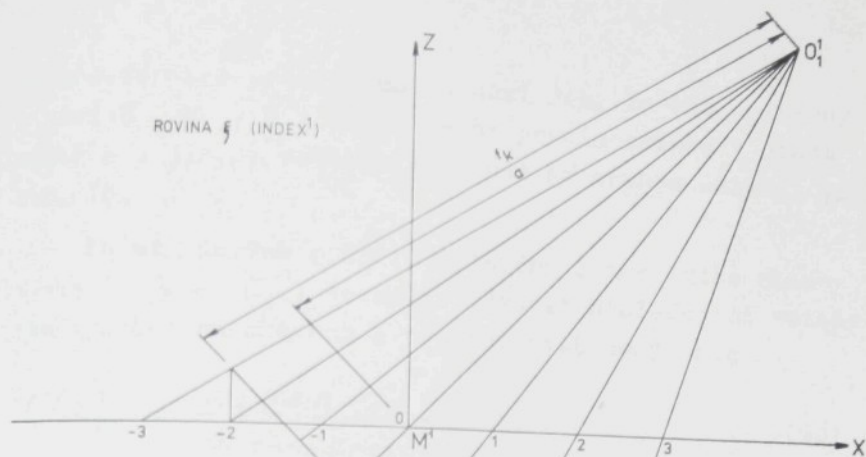
Uvažujeme postupně tyto případy:

- a) rovinný, kdy pro všechny body je souřadnice $x = 0$.
Při promítání pravoúhlé čtvercové mřížky do snímkové roviny skloněné pod úhlem φ_0 dochází ke
 - zhušťování x -ových souřadnic mřížky směrem od středu promítání O
 - zešikmení y -ových souřadnic mřížky, které se sbíhají směrem od středu promítání.

Takový případ je znázorněn na obr. 45 pro mřížku o souřadnicích $x [-3; -2; -1; 0; 1; 2; 3]$, $y [-3; -2; -1; 0; 1; 2; 3]$ a $\varphi_0 = 45^\circ$. Vzniklá zkreslená mřížka je na obr. 45 promítnuta do půdorysny ψ .

Při promítání téže mřížky z levého stanoviska (O_2) dostaneme zrcadlový obraz stejně zkreslené mřížky.

PROMÍTNUTÍ PRAVOÚHLÉ ČTVERCOVÉ MŘÍŽKY DO SNÍMKU POD $\neq L_0$



Tato deformace průmětu má za následek, že bod umístěný v rovině $\kappa = 0$ zobrazí se na prvním snímku v jiném místě a s jinými souřadnicemi než na druhém snímku, viz obr. 46.

Ze středových průmětů z levého a z pravého stanoviště (O_1 a O_2) je možno odvodit následující vztahy pro výpočet snímkových a prostorových souřadnic

$$x'_{1A} = \frac{x_A \cos \varphi_0 \cdot f_K}{a + x_A \sin \varphi_0} \quad (60)$$

$$x'_{2A} = \frac{x_A \cos \varphi_0 \cdot f_K}{a - x_A \sin \varphi_0} \quad (61)$$

$$y'_{1A} = \frac{y_A \cdot (f_K \sin \varphi_0 + x'_{1A} \cos \varphi_0)}{a \sin \varphi_0 + x_A} \quad (62)$$

$$y'_{2A} = \frac{y_A \cdot (f_K \sin \varphi_0 - x'_{2A} \cos \varphi_0)}{a \sin \varphi_0 - x_A} \quad (63)$$

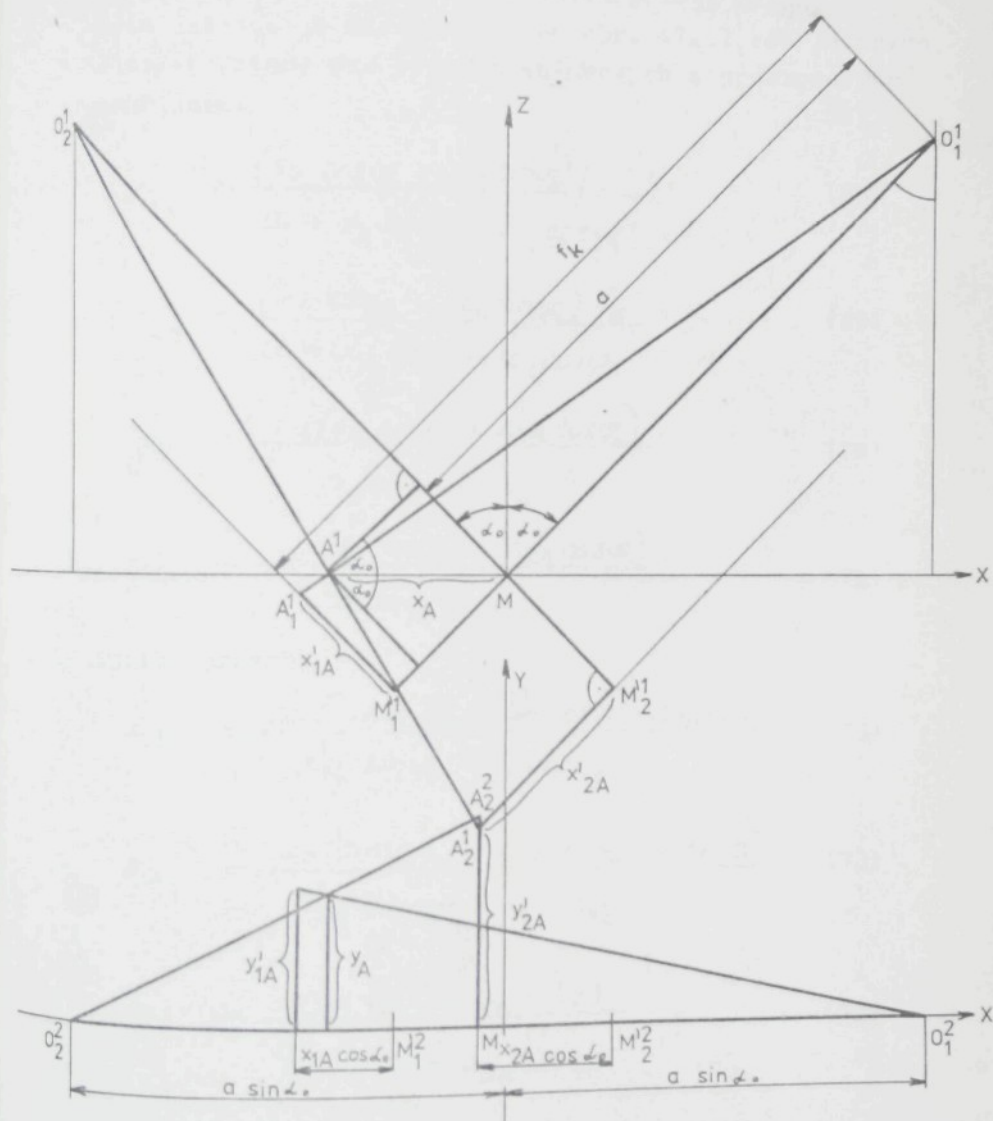
a jejich úpravou

$$x_A = \frac{x'_{1A} \cdot a}{f_K \cos \varphi_0 + x'_{1A} \sin \varphi_0} \quad (64)$$

$$x_A = \frac{x'_{2A} \cdot a}{f_K \cos \varphi_0 - x'_{2A} \sin \varphi_0} \quad (65)$$

$$y_A = \frac{y'_{2A} (a \sin \varphi_0 - x_A)}{f_K \sin \varphi_0 - x'_{2A} \cos \varphi_0} \quad (66)$$

$$y_A = \frac{y'_{1A} (a \sin \varphi_0 + x_A)}{f_K \sin \varphi_0 + x'_{1A} \cos \varphi_0} \quad (67)$$



b) obecný, kdy body zaujímají libovolné místo v prostoru. V tomto případě pro každou výškovou úroveň κ je průmět čtvercové mřížky do snímkové roviny jiný a přímo závislý na κ -ové souřadnici polohy mřížky. Tato situace je zakreslena na obr. 47. I zde je možno odvodit vztahy pro výpočet snímkových a prostorových souřadnic.

$$x'_{1A} = \frac{(x_A \cos \varphi_0 + \kappa_A \sin \varphi_0) f_K}{a + x_A \sin \varphi_0 - \kappa_A \cos \varphi_0} \quad (68)$$

$$x'_{2A} = \frac{(x_A \cos \varphi_0 - \kappa_A \sin \varphi_0) f_K}{a - x_A \sin \varphi_0 - \kappa_A \cos \varphi_0} \quad (69)$$

$$y'_{1A} = \frac{y_A (f_K \sin \varphi_0 + x'_{1A} \cos \varphi_0)}{a \sin \varphi_0 + x_A} \quad (70)$$

$$y'_{2A} = \frac{y_A (f_K \sin \varphi_0 - x'_{2A} \cos \varphi_0)}{a \sin \varphi_0 - x_A} \quad (71)$$

a jejich úpravou

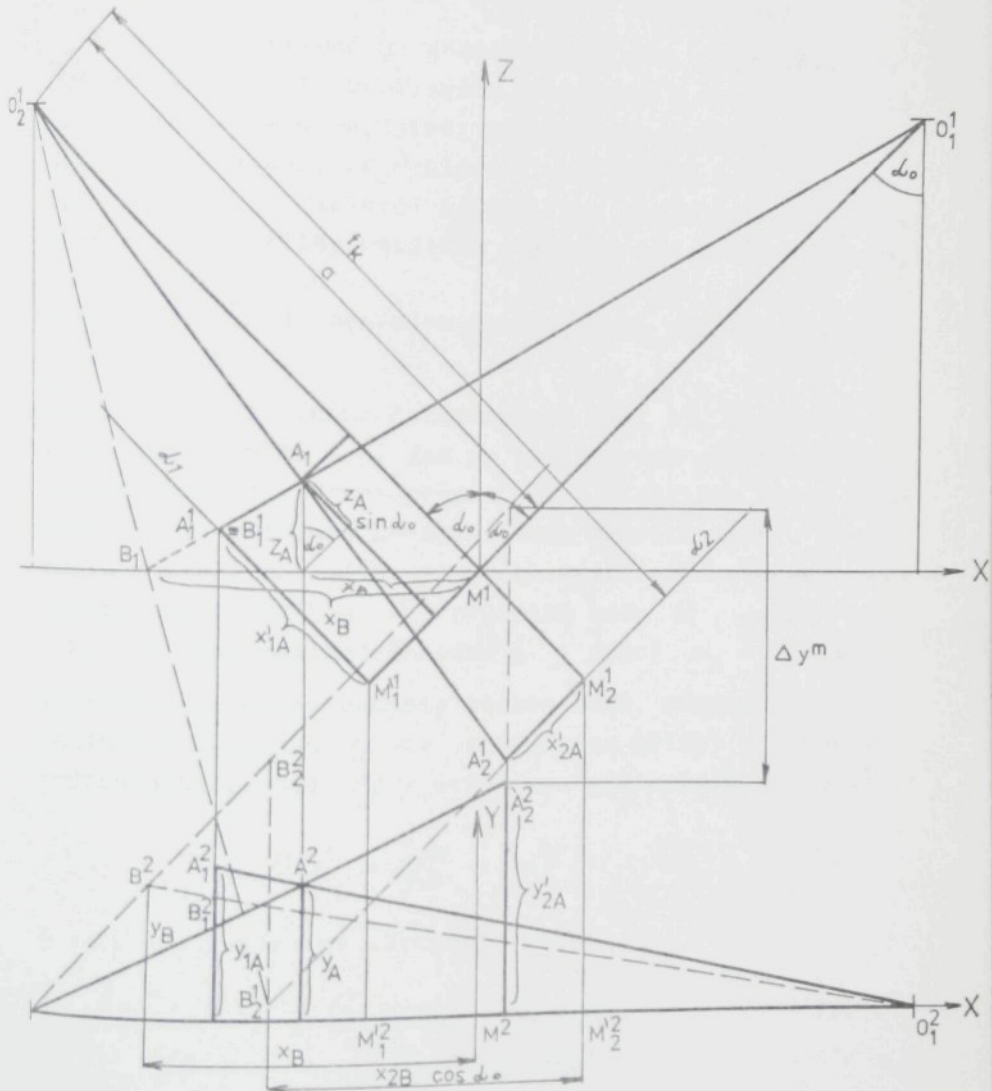
$$x_A = \frac{\kappa_A (\sin \varphi_0 f_K + x'_{1A} \cos \varphi_0) - x'_{1A} \cdot a}{x'_{1A} \sin \varphi_0 - f_K \cos \varphi_0} \quad (72)$$

$$x_A = \frac{\kappa_B (\sin \varphi_0 f_K - x'_{2A} \cos \varphi_0) + x'_{2A} \cdot a}{x'_{2A} \sin \varphi_0 + f_K \cos \varphi_0} \quad (73)$$

$$y_A = \frac{y'_{2A} (a \sin \varphi_0 - x_A)}{f_K \sin \varphi_0 - x'_{2A} \cos \varphi_0} \quad (74)$$

$$y_A = \frac{y'_{1A} (a \sin \varphi_0 + x_A)}{f_K \sin \varphi_0 + x'_{1A} \cos \varphi_0} \quad (75)$$

Z předem uvedeného je zřejmé, že k libovolnému bodu na prvním snímku je možno nalézt jeho souřadný (odpovídající) bod na druhém snímku, známe-li jeho



Obr. 47

souřadnici x . Souřadný bod bude totiž ležet na stejné y -ové souřadnici mřížky. Toto pravidlo platí i pro případ, kdy se nepřeklápí snímací kamera, nýbrž se otáčí rovina preparátu o 180° . (Souřadný bod leží na stejné y -ové souřadnici mřížky s opačným znaménkem.)

Skutečný případ je komplikovaný tím, že souřadnice x prvního průmětu není známa. Vzhledem k tomu, že výška textilních vzorků je oproti předmětové vzdálenosti malá, je přijato řešení, že vyhledání souřadných bodů se provádí podle tzv. „nulové“ mřížky, tj. podle průmětu pravouhlé rovinné mřížky umístěné v rovině zaostření ($x = 0$, viz rovinný případ).

V následujícím je proveden rozbor chyby způsobené tímto zjednodušením.

Situace je znázorněna čárkovane na obr. 47. Vycházíme z prvního průmětu tak, jak je postupováno při hledání souřadného bodu. První průmět A_1' je obrazem všech bodů ležících na středově perspektivním paprsku O_1A . Vezme-li v úvahu maximální tloušťku textilního vzorku cca 1,5 mm, může být bod A_1' průmětem bodu B , jehož $x_B = 0$ nebo maximálně bodu A , jehož $x_A = 1,5$ mm.

Nalezneme-li druhé průměty těchto bodů, můžeme stanovit maximální odchylku y -ové souřadnice mřížky na druhém snímku jako rozdíl y -ových souřadnic bodů B a A .

$$\Delta y^m = y_B^m - y_A^m \quad (76)$$

Z obr. 47 je názorné odvození vztahu

$$\frac{\Delta y^m + y_{2A}'}{y_B} = \frac{(f_k \sin \varphi_0 - x_{2A}' \cos \varphi_0)}{(a \sin \varphi_0 - x_B)} \quad (77)$$

a odtud

$$\Delta y^m = \frac{y_B (f_k \sin \varphi_0 - x_{2A}' \cos \varphi_0)}{(a \sin \varphi_0 - x_B)} - y_{2A}' \quad (78)$$

Při dosazení souřadnic nejvzdálenějšího bodu můžeme nalézt maximální odchylku způsobenou odečítáním souřadných bodů jediné a to „nulové“ mřížky,

Příklad:

Pro textilií o rozměru 5 x 5 x 1,5 mm dosadíme:

$$x_B = 2,5 \text{ mm}; \quad y_B = 2,5 \text{ mm}; \quad x_A = 0; \quad x_A = 1,5 \text{ mm}$$

$$\text{Výpočet provedme např. pro } f_K = 116,38 \text{ mm}; \\ a = 85,826 \text{ mm}; \quad \varphi_0 = 45^\circ$$

Z rovnice (60)

$$x'_{1B} = x'_{1A} = \frac{x_B \cos \varphi_0 \cdot f_K}{a + x_B \sin \varphi_0} = \frac{2,5 \cdot 0,707 \cdot 116,38}{85,826 + 2,5 \cdot 0,707} = 2,348$$

Z rovnice (64)

$$x_A = \frac{x'_{1A} \cdot a}{f_K \cos \varphi_0 + x'_{1A} \sin \varphi_0} = \frac{2,348 \cdot 85,826}{0,707 (116,38 + 2,348)} = 2,401$$

Z rovnice (69)

$$x'_{2A} = \frac{f_K (x_A \cos \varphi_0 - x_A \sin \varphi_0)}{a - x_A \sin \varphi_0 - x_A \cos \varphi_0} = \frac{116,38 (2,401 - 1,5) 0,707}{85,826 - 0,707 (2,401 + 1,5)} = 0,892$$

z obr. 47 dále platí

$$y_A = \frac{y_B (a \sin \varphi_0 + x_A) + x_A \cos \varphi_0}{a \sin \varphi_0 + x_B} = \frac{2,5 (85,826 \cdot 0,707 + 2,401) + 1,5 \cdot 0,707}{85,826 \cdot 0,707 + 2,5} = 2,490$$

a z rovnice (63)

$$y'_{2A} = \frac{y_A (f_K \sin \varphi_0 - x'_{2A} \cos \varphi_0)}{a \sin \varphi_0 - x_A} = \frac{2,490 (116,38 \cdot 0,707 - 0,892 \cdot 0,707)}{85,826 \cdot 0,707 - 2,401} =$$

$$= 3,497 \text{ mm}$$

Pro maximální odchylku podle (78)

$$\begin{aligned}\Delta y^m &= \frac{y_B (f_K \sin \varphi_0 - x'_{2A} \cos \varphi_0)}{a \sin \varphi_0 - x_B} - y'_{2A} = \\ &= \frac{2,5 (116,38 - 0,892) \cdot 0,707}{85,826 \cdot 0,707 - 2,5} - 3,497 = 0,0116 \text{ mm}\end{aligned}$$

V praxi to znamená, že při odečítání souřadného bodu na druhém průmětu při 50ti násobném zvětšení na profilprojektoru hledáme bod na y -ové souřadnici mřížky o 0,58 mm výše, než bychom měli a to u bodu s maximální vzdáleností od středu snímku a maximální výškou. Tato chyba je s ohledem na přesnost odečtu souřadnic bodů zanedbatelná.

Z uvedeného je zřejmé, že použití „nulové“ mřížky je pro požadovanou přesnost výsledků měření možné.

3.2.4.2 - Určení středu otáčení stolku preparátu

I při velmi pečlivém usazení otočného stojanu preparátu do optické osy kamery nepodaří se zajistit, aby střed otáčení stolku se promítl do středu snímku, tzn. že v obecném případě nelze zajistit, aby

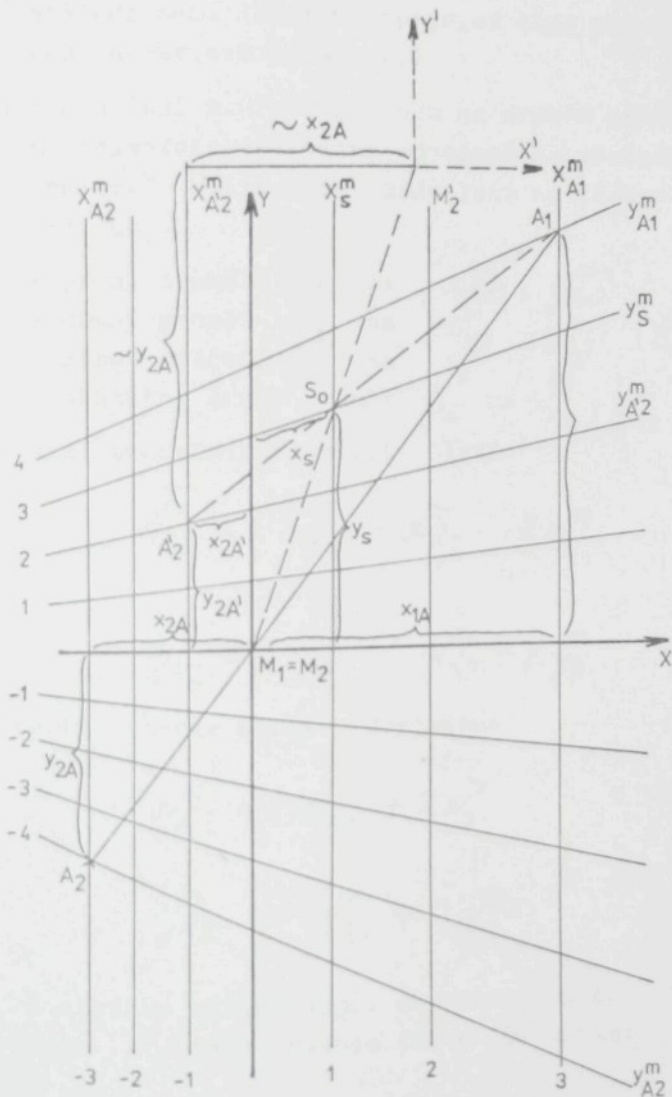
$$S_0 \equiv M$$

Tato nepřesnost znesnadňuje určení souřadnic bodů na obou snímcích proto, že výpočetní program pro stanovení prostorových souřadnic bodů je postaven pro případ přetáčení kamery, avšak získané snímky jsou provedeny z jednoho středu promítání.

Celý případ je názorný z obr. 48.

V ideálním případě, kdy průmět středu otáčení stolku se promítá do středu obou snímků je prvním průmětem libovolného bodu A bod A_1 a druhým průmětem bod A_2 .

Zkreslení obrazu stočením osy záběru projeví se v rozdílu souřadnic obou průmětů $[x_{1A} - x_{2A}]$ a $[y_{1A} - y_{2A}]$. Při obecné poloze středu otáčení S_0 na obou snímcích je nutno postupovat následujícím způsobem.



Obr. 48

- 1) nalezneme se střed otáčení S_0 tak, že se vyhledá průsečík přímek spojujících skutečně odpovídající body na obou průmětech. K tomuto účelu se na textilní vzorek klade šablona s ostrými rohy (kovová planžeta), které jsou na obou snímcích dobře viditelné. (Střed otáčení musí ležet na spojnici obou průmětů téhož bodu na kovové planžetě.)
- 2) pro určení souřadného bodu na druhém průmětu aplikujeme transformační vztah odvozený za předpokladu použití „nulové“ mřížky, kdy body leží na těchto souřadnicích, obr. 48

- první průmět A_1 na $x_{A_1}^m, y_{A_1}^m$
- druhý průmět A_2 na $x_{A_2}^m, y_{A_2}^m$ ($S_0 \equiv M$)
- střed otáčení S_0 na x_s^m, y_s^m
- skutečný druhý průmět A'_2 na $x_{A'_2}^m, y_{A'_2}^m$ ($S_0 \equiv M$)

Mezi souřadnicemi mřížky platí:

$$x_{A_2}^m = -x_{A_1}^m = x_{A'_2}^m - 2x_s^m \quad (79)$$

$$y_{A_2}^m = -y_{A_1}^m = y_{A'_2}^m - 2y_s^m \quad (80)$$

Z těchto rovnic úpravou dostaneme

$$x_{A'_2}^m = -x_{A_1}^m + 2x_s^m \quad (81)$$

$$y_{A'_2}^m = -y_{A_1}^m + 2y_s^m \quad (82)$$

Z obrázku můžeme např. stanovit souřadnice mřížky bodu A'_2 podle rovnic (81 a 82) takto:

$$x_{A'_2}^m = -3 + 2 \cdot 1 = -1$$

$$y_{A'_2}^m = -4 + 2 \cdot 3 = 2$$

S ohledem na tyto odvozené vztahy postupuje se při obecné poloze středu otáčení stolku preparátu následovně:

a) určení souřadných bodů

- na prvním průmětu se určí body A_1^i tak, že se střed průmětu M_1^i položí na střed mřížky M příslušného zvětšení a body se určí na průsečíku křivky s y -ovou souřadnicí mřížky. K tomuto účelu byly zkresleny „nulové“ mřížky při zvětšení ze snímku $m_p = 20$ a 50 , viz příloha č. V P96-97.
- na druhém průmětu při $M_2^i \equiv M$ leží odpovídající body na vypočítaných y -ových souřadnicích mřížky podle rovnice (82). X -ové souřadnice sdružených bodů jsou dány průmětem.

b) měření snímkových souřadnic sdružených bodů

- na prvním průmětu odečtou se souřadnice bodů A_1^i (x_{1A^i}, y_{1A^i}) od středu průmětu M_1^i (např. z obr. 48 jsou to x_{1A}, y_{1A})
- na druhém průmětu se odečtou souřadnice bodů A_2^i (x_{2A^i}, y_{2A^i}) od posunutého středu M_2^{ii} a zadávají se s opačným znaménkem. (Skutečné souřadnice sdruženého bodu A_2^i jsou na druhém průmětu x_{2A^i} a y_{2A^i} naměřené od středu průmětu M_2^i . Tyto souřadnice však odpovídají situaci, kdy střed otáčení $S_0 \equiv M$. Protože výpočetní program pro stanovení prostorových souřadnic bodů je postaven pro případ $S_0 \equiv M$ musí se do výpočtu dosazovat souřadnice sdruženého bodu A_2 . Tyto se zjednodušeně získají odečtem souřadnic bodu A_2^i od posunutého středu M_2^{ii} , který je souměrný podle středu S_0 , k bodu M_2^i . S ohledem na to, že druhý snímek měl být pořízen, jak předpokládá výpočetní program, ze stanoviska O_2 , zadávají se souřadnice x_{2A^i}, y_{2A^i} s opačným znaménkem.)

3.2.4.3 Výpočet prostorových souřadnic analytickou metodou

Souřadnice skutečných bodů A^i v prostoru lze nalézt jako průsečík promítacích paprsků středového promítání, je-li dáno

- soustava bodů $\{A_1^i\}$ prvního průmětu a soustava bodů $\{A_2^i\}$ druhého průmětu (snímky)
- O_1 a O_2 jako středy středového promítání (středy vstupních pupil objektivu), viz obr. 49
- α_1 a α_2 promítací (snímkové) roviny
- pravoúhlý pravotočivý souřadný systém, přičemž roviny α_1, α_2 jsou voleny tak, aby normálové směry promítacích rovin α_1, α_2 byly $(1, 0, 1)$ a $(-1, 0, 1)$, průměty počátku O do těchto rovin byly

$$\left. \begin{aligned} M_1 &= [O_x^1; 0; O_z^1] ; \quad M_2 = [O_x^2; 0; O_z^2] \\ O_x^1 &= O_x^2 = -O_x^2 = O_z^2 \end{aligned} \right\} \quad (83)$$

- souřadnicový systém v rovinách α_1, α_2 je dán pomocí středů O_1 a O_2 a vektorů $\vec{e}_x^1; \vec{e}_y^1$ a $\vec{e}_x^2; \vec{e}_y^2$ kde

$$\vec{e}_x^1 = \left(\frac{1}{\sqrt{2}} ; 0 ; -\frac{1}{\sqrt{2}} \right) \quad (84)$$

$$\vec{e}_x^2 = \left(\frac{1}{\sqrt{2}} ; 0 ; \frac{1}{\sqrt{2}} \right) \quad (85)$$

$$\vec{e}_y^1 = (0 ; 1 ; 0) \quad (86)$$

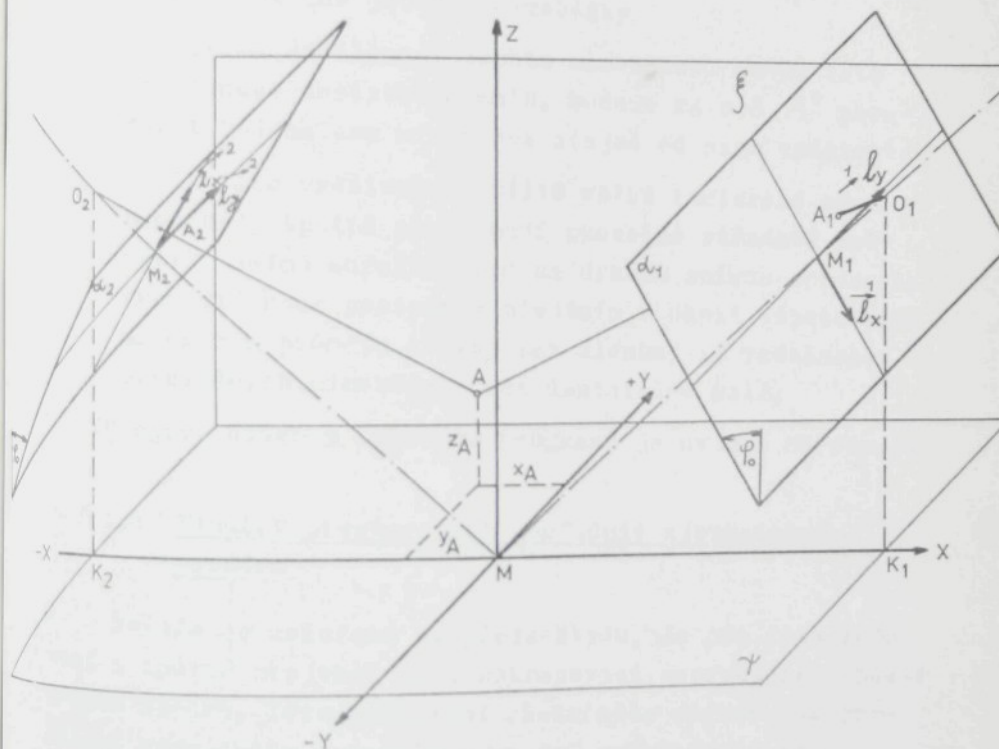
$$\vec{e}_y^2 = (0 ; 1 ; 0) \quad (87)$$

Řešení je možno provést dvěma způsoby:

a) za zjednodušujícího předpokladu, že A_1 a A_2 jsou právě průměty bodů A do roviny α_1, α_2 .
V tom případě můžeme v zavedených souřadných systémech vyjádřit body A_1 a A_2 takto

$$A_1 = M_1 + \alpha_{1x} \vec{l}_x^1 + \alpha_{1y} \vec{l}_y^1 \quad (88)$$

$$A_2 = M_2 + \alpha_{2x} \vec{l}_x^2 + \alpha_{2y} \vec{l}_y^2 \quad (89)$$



Obr. 49

Bod A pak nalezneme snadno jako průsečík přímek

$$p_1 = O_1 + \mu_1 (A_1 - O_1) \quad (90)$$

$$p_2 = O_2 + \mu_2 (A_2 - O_2) \quad (91)$$

kde u_1 a u_2 jsou parametry.

Uvedený postup je realizován v programu FOTO K napsaným v jazyce HP - Basic Fortran pro počítač HP 21. Vývojový diagram je uveden na obr. 50, výpis tohoto programu je uveden v příloze IV P57-61.

- b) s respektováním skutečné situace kdy si body A_1^i a A_2^i v tomto smyslu přesně neodpovídají. Postup v daném případě je následující:
- určíme přímky p_1^i a p_2^i definované body O_1, A_1^i a O_2, A_2^i . Obecně jsou to mimoběžky.
 - stanovíme vzdálenost těchto mimoběžek. Je-li tato vzdálenost dostatečně malá, budeme za bod A^i považovat bod na ose mimoběžek stejně od nich vzdálený.
 - je-li tato vzdálenost příliš velká (nalezené sdružené body špatně aproximují skutečné středové průměty) musíme sdružený bod na druhém snímku zpřesnit. Provádí se to postupným hledáním v okolí tohoto bodu na druhém průmětu křivky tak dlouho, až vzdálenost příslušných mimoběžek bude dostatečně malá.

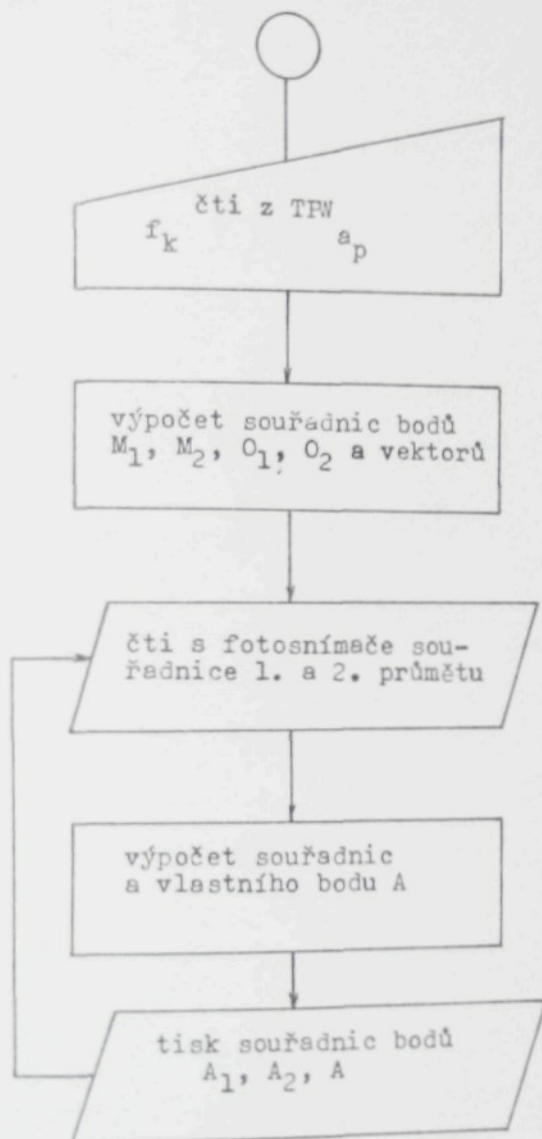
Vývojový diagram takového programu je uveden na obr.51.

3.2.4.4 Výpočet prostorových souřadnic zjednodušenou metodou

Metoda je založena na předpokladu, že při fotografování a zpětné projekci jsou zobrazovací paprsky rovnoběžné s osou záběru. Toto nahrazení skutečného středového promítání pravouhlým promítáním na dvě průmětny se zdá v mezích snížení přesnosti možné z důvodu malých rozměrů sledovaného objektu. Výpočetní vyhodnocení je jednoduché a nevyžaduje zpracování dat počítačem.

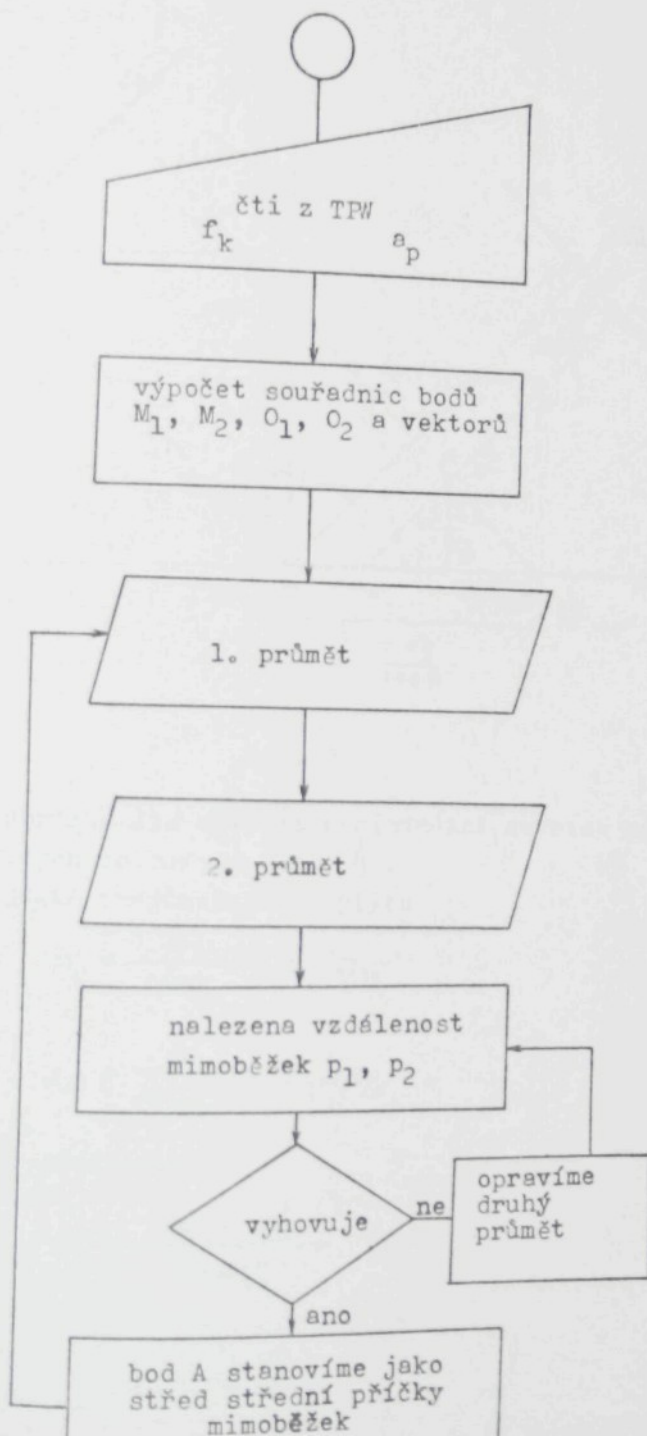
Autor doporučuje metodu pro kontrolní výpočty a pro pokusy s malým rozsahem vyhodnocovaných bodů.

Vývojový diagram programu A

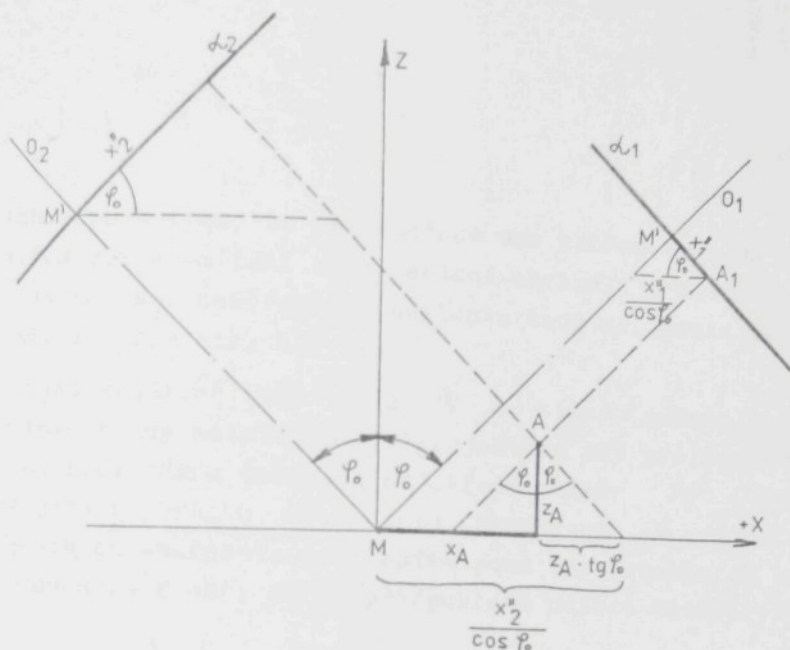


Obr. 50

Vývojový diagram programu B



Řešení úlohy je názorné z obr. 52.



Obr. 52

Z obrázku lze odvodit následující rovnice pro výpočet prostorových souřadnic bodu A.

Z podobnosti trojúhelníků vyplývá

$$x_A = \frac{x_2''}{\cos \varphi_0} - z_A \operatorname{tg} \varphi_0 \quad (92)$$

$$x_A = \frac{x_1''}{\cos \varphi_0} + z_A \operatorname{tg} \varphi_0 \quad (93)$$

Po úpravě obdržíme

$$x_A = \frac{x_1'' + x_2''}{2 \cos \varphi_0} \quad (94)$$

$$y_A = y_1'' = y_2 \quad (95)$$

$$\Delta_A = \frac{x_2'' - x_1''}{2 \cdot \sin \varphi_0} \quad (96)$$

Vzhledem k tomu, že při stočené ose záběru dochází při středovém promítání ke zkreslení obrazu, je nutné provést korekci naměřených souřadnic bodů na „pozitivu“ snímku podle obr. 53.

Stejně vzdálené body A a B od středu snímku, promítnou se na matnici profilprojektoru při zvětšení m_P jako body různě vzdálené od středu snímku M' , podobně jako v obrázku 46. Toto „zkreslení“ x -ových a y -ových souřadnic odstraníme použitím korekčních vztahů odvozených z obr. 53 za předpokladu nulové tloušťky objektu.

$$x_{1B}'' = \frac{a \cdot x_{1B}'}{a \cdot m_c + x_{1B}'} \quad (97)$$

$$x_{1A}'' = \frac{a \cdot x_{1A}'}{a \cdot m_c - x_{1A}'} \quad (98)$$

Při stočení osy záběru o $\varphi - \varphi_0$ (tj. na obr. 53 doleva) budou platit vztahy opačné

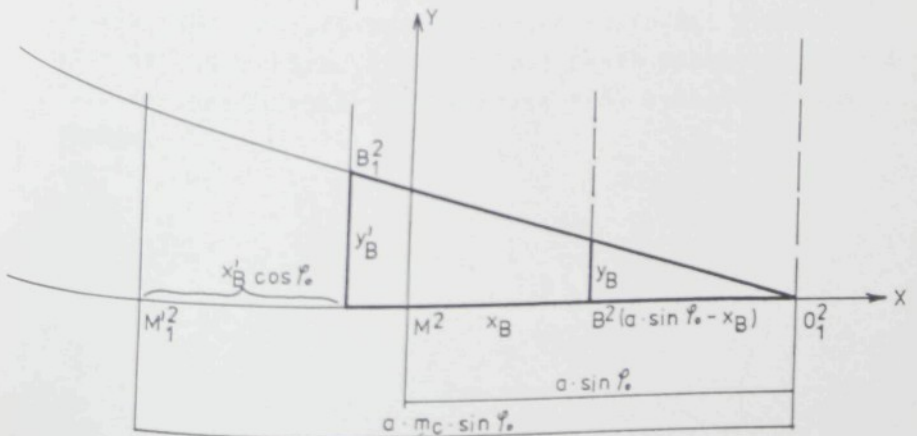
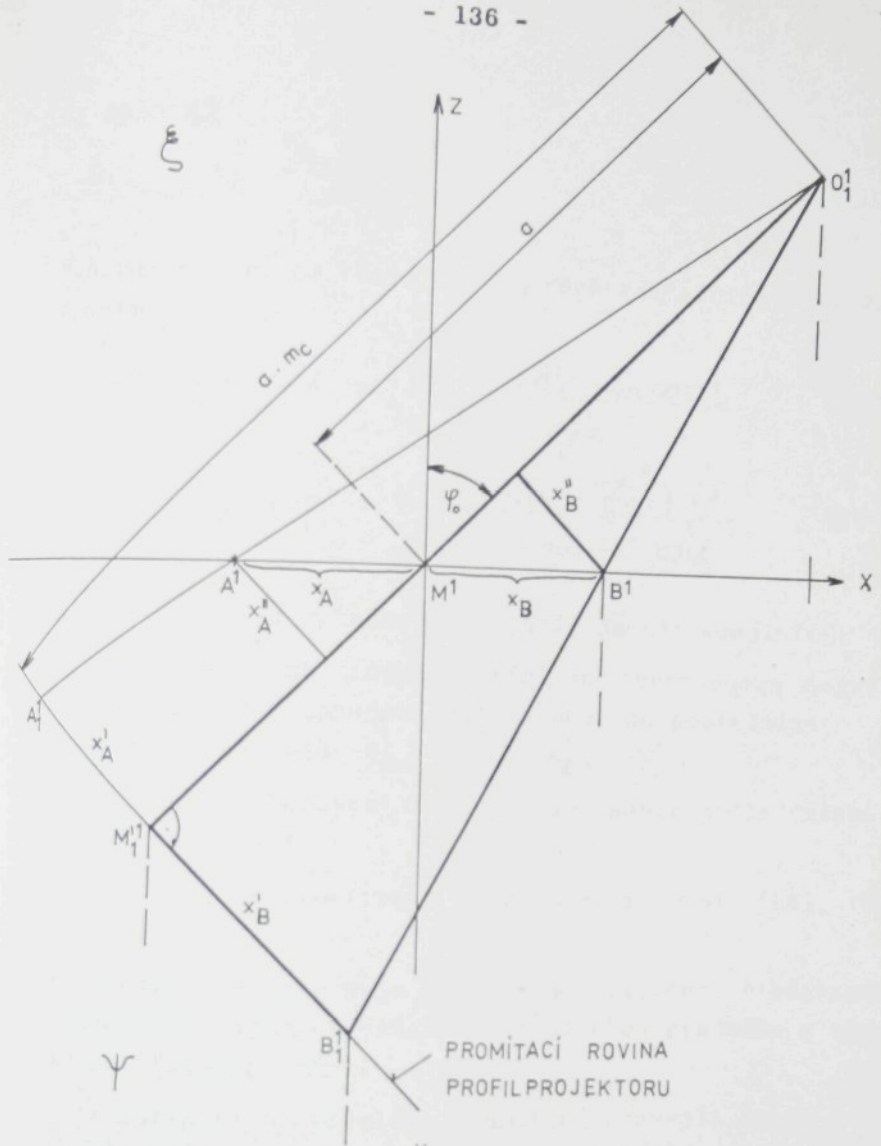
$$x_{2B}'' = \frac{a \cdot x_{2B}'}{a \cdot m_c - x_{2B}'} \quad (99)$$

$$x_{2A}'' = \frac{a \cdot x_{2A}'}{a \cdot m_c + x_{2A}'} \quad (100)$$

Při dosazování hodnot x -ových souřadnic se správným znaménkem platí tedy pro

1. snímek (101)

$$x_1'' = \frac{a \cdot x_1'}{a \cdot m_c + x_1'}$$



2. snímek

$$x_2'' = \frac{a \cdot x_2'}{a \cdot m_c - x_2'} \quad (102)$$

Podobně z obr. 53 platí pro y -ové souřadnice 1. a 2. snímku.

$$\frac{(a \cdot \sin \varphi_0 - x_B)}{y_B} = \frac{a \cdot m_c \sin \varphi_0 - x_B' \cos \varphi_0}{y_B'} \quad (103)$$

$$y_1'' = y_2'' = y = \frac{(a \cdot \sin \varphi_0 - \frac{x''}{\cos \varphi_0}) y'}{a \cdot m_c \cdot \sin \varphi_0 - x' \cos \varphi_0} \quad (104)$$

Postup měření a vyhodnocování bodů je následující:

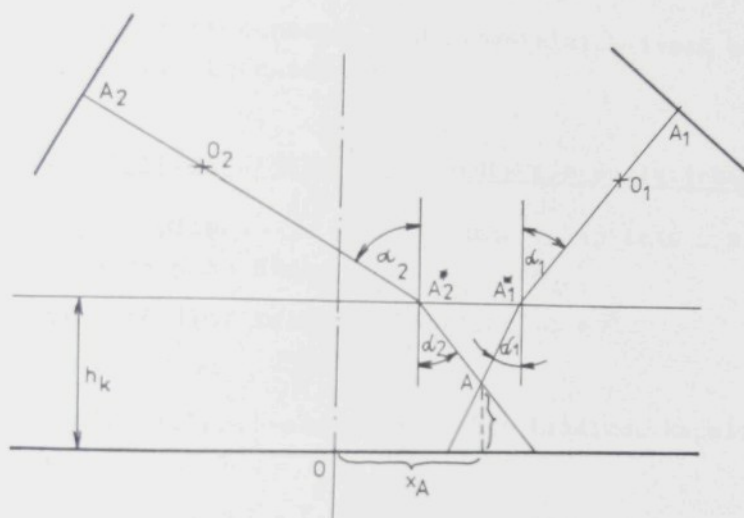
- 1) na „pozitivech“ snímků (příslušně zvětšených negativů na profilprojektoru) se odečtou souřadnice sdružených bodů x_1' ; y_1' ; x_2' ; y_2' .
- 2) provede se korekce x -ových souřadnic podle vztahů (101) a (102)
- 3) vypočtou se prostorové souřadnice z rovnic (94), (96) a (104).

Přesnost této metody je závislá na velikosti sledovaného objektu a vzájemném vztahu mezi polohou předmětu a obrazu při fotografování.

Aplikaci pravoúhlého promítání provedli Žurek a Kopias /19/ bez provedení korekce souřadnic z důvodu stočení osy záběru. Autor se při svých pokusech přesvědčil, že zanedbávání této korekce vede k nepřipustným chybám.

3.2.5 Lom zobrazovacích paprsků v prostředí zalévací kapaliny

Podobně jako u stereosnímků dochází i u konvergentních snímků k lomu zobrazovacích paprsků na hladině zalévací kapaliny, obr. 54.



Obr. 54

Vyjádření prostorových souřadnic bodu A je nejlépe provést analyticky jako průsečík zobrazovacích paprsků středového promítání.

3.2.5.1 Určení souřadných bodů

Stejným způsobem jako se změnil průmět rovinné mřížky umístěné ve výšce z oproti „nulové“ mřížce ($z = 0$), změnil se i průmět rovinné mřížky ponořený do kapaliny s indexem lomu $n \neq 1$.

Vzhledem k tomu, že při experimentálních pokusech byla dodržována minimální hloubka zalévací kapaliny, „změna“ průmětu mřížky je malá a neprojeví se podstatně na určování souřadných bodů na druhém průmětu.

- Při stanovení souřadných bodů na druhém průmětu k libovolným bodům prvního průmětu se postupuje stejně jako v případě bez zalévací kapaliny, tj. s použitím „nulové“ mřížky, viz kapitola 3.2.4.1.

Přesnost vyhodnocení experimentálních testů potvrdily možnost tohoto zjednodušení.

3.2.5.2 Výpočet prostorových souřadnic analytickou metodou

Řešení případu je podobné jako v kapitole 3.2.4.2 s tím, že je dále dáno:

- rovnice hladiny zalévací kapaliny $z = h$
- index lomu $n = \frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_1^*}$
- průsečíky zobrazovacích paprsků s hladinou kapaliny jsou právě A_1^* a A_2^*

$$A_1^* = O_1 + u_1^* (A_1 - O_1) \quad (105)$$

$$A_2^* = O_2 + u_2^* (A_2 - O_2) \quad (106)$$

Označíme-li dále $(x, y, z) = \vec{Z}$ promítací směr, pak jeho úhel φ_1 s osou $\vec{Z}$ bude:

$$\cos \varphi_1 = \frac{|(x, y, z) \cdot (0, 0, 1)|}{\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}} = \frac{|z|}{\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}} \quad (107)$$

Tento směr se při přechodu do kapaliny láme na směr

$$\vec{Z}^* = (x, y, z^*) \text{ tak, aby} \quad (108)$$

$$\cos^2 \alpha_1^* = \frac{|z^*|}{\sqrt{x^2 + y^2 + z^{*2}}}$$

$$\frac{\sin^2 \alpha_1}{n^2} = n^2$$

Odtud vychází

$$z^* = \text{sign } z \sqrt{(x^2 + y^2) \cdot (n^2 - 1) + n^2 z^2} \quad (109)$$

Promítací přímka p_1 pak přejde v přímku p_1^*

$$p_1^* \equiv A_1^* + \bar{Z}_1^* \cdot v_1 \quad (110)$$

kde v_1 je parametr

Podobně dostaneme „zlomenou“ přímku p_2^*

$$p_2^* \equiv A_2^* + \bar{Z}_2^* \cdot v_2 \quad (111)$$

kde v_2 je parametr

Výsledný bod A pak už se snadno nalezne jako průsečík přímek p_1^* a p_2^*

Program pro uvedený výpočet prostorových souřadnic je sestaven v jazyce HP-Basic Fortran pro počítač HP 21 jako program FOTO K.

3.2.5.3 Výpočet prostorových souřadnic zjednodušenou metodou

Autor se pokusil využít zjednodušených poměrů při vyhodnocování za předpokladu rovnoběžného promítání (viz kap. 3.2.4.4). Při této projekci dochází ke stejnému lomu všech zobrazovacích paprsků a tedy pouze k posunutí obrazu na snímku, viz obr. 55.

Z obrázku lze odvodit následující rovnice

$$x_1' = (x + z \tan \varphi_0') \quad (112)$$

$$x_2' = (x - z \tan \varphi_0') \quad (113)$$

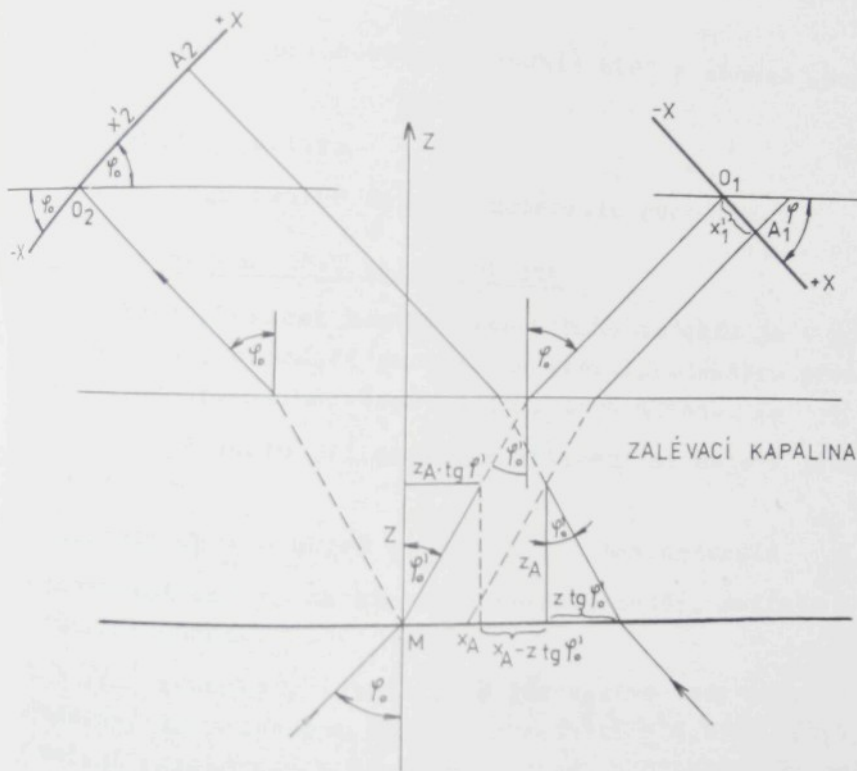
po jejich úpravě obdržíme

$$x = \frac{x'_2 + x'_1}{2 \cos \varphi_0} \quad (114)$$

$$z = \frac{x'_2 - x'_1}{2 \operatorname{tg} \varphi_0 \cos \varphi_0} \quad (115)$$

při rovnoběžném promítání bude dále platit, že

$$y = y' \quad (116)$$



Obr. 55

Za předpokladu rovnoběžného promítání dochází tedy při srovnání s rovnicemi pro jedno optické prostředí ke změně

výpočtu souřadnice x (viz srovnání s rovnicí (96)).

Velikost snímkových souřadnic x , y je však nutno korigovat stejně jako v případě bez zalévací kapaliny podle rovnic (101), (102), (104).

3.2.6 Přesnost prostorového vyhodnocení

Přesnost prostorového vyhodnocení bude ovlivňovat

- 1) chyba způsobená nepřesným překreslením obrazu na profilprojektoru
- 2) chyba odečtu polohových souřadnic bodů z těchto „pozitivů“
- 3) distorze objektivu
- 4) srážka negativního filmu a materiálu pozitivu.

Chyba nepřesného překreslení obrazu

I když přesnost kontur sledovaného objektu je v podstatě kontaktní, nepodaří se obsluze profilprojektoru přenést obraz předmětu úplně věrně, a to z toho důvodu, že

- kontury předmětu při použitém zvětšení se nejeví jako tenké čáry
- jasnosti obrazu ubývá se změnou hloubky ostrosti
- pauzovací papír, na který se obraz přenáší, snižuje ostrost obrazu.

Praktické zkoušky potvrdily, že jednotlivé body mohou být přeneseny na pauzovací papír s přesností $\pm 0,5$ mm. Chyby v určení prostorových souřadnic potom, například při celkovém šedesátinásobném zvětšení, budou

$$m_y = \pm \frac{0,5}{m_c} = \pm 0,008 \text{ mm}$$

$$m_y = \pm \frac{1}{2 \cos \varphi_0 \cdot m_c} = \pm 0,012 \text{ mm}$$

$$m_x = \pm \frac{1}{2 \cos \varphi_0 \cdot m_c} = \pm 0,012 \text{ mm}$$

Chyba odečtu polohových souřadnic bodu

Z pozitivu snímku odečítáme polohu bodů oproti středu snímku přesným skleněným milimetrovým pravítkem s přesností $\pm 0,25 \text{ mm}$. Tato nepřesnost vede tedy k polovičním chybám než nepřesnost při překreslení vzoru.

$$m_x = \pm 0,00417 \text{ mm}$$

$$m_y = m_x = \pm 0,0059 \text{ mm}$$

Distorze objektivu a srážka filmu

Zkoušky zkreslení použitého objektivu Pancolar ukázaly, že zkreslení kolem středu objektivu je minimální a lze jej s ohledem na velikost zkoumaného předmětu zanedbat. Srážka acetylcelulózového filmu je rovněž s ohledem na uvedené v kap. 3.1.6 zanedbána.

Z výše uvedeného lze předpokládat teoretickou přesnost vyhodnocení (pro šedesátinásobné celkové zvětšení) v rozsahu $\pm 0,02 \text{ mm}$, což splňuje předem stanovenou hranici přesnosti prostorového vyhodnocení.

3.2.7 Experimentální testování metody

Aby se ověřila přesnost fotogrammetrického vyhodnocení prostorových souřadnic bodů z konvergentních snímků, byla provedena řada praktických pokusů vyhodnocení snímků předmětů známých geometrických tvarů. Cílem těchto prací bylo ověřit

- a) přesnost určení prostorových souřadnic bodů

- b) citlivost metody na změnu parametrů optické soustavy (konstanta komory, předmětová vzdálenost, přesnost odečtu výšky zalévací kapaliny)
- c) spolehlivost metody v praktických laboratorních podmínkách výzkumného pracoviště.

Přesnost určení prostorových souřadnic bodů

První zkušební podmínka byla testována vyhodnocením dvojice snímků

- 1) ocelového válcového bloku (blok viz kap. 3.1.7) při celkovém zvětšení $m_c = 23,974$

- a) fotografovaného v jednom optickém prostředí (pokus č. 22, fot. 72, 74). Snímky byly vyhodnoceny
 - zjednodušenou výpočetní metodou
 - analytickou metodou na počítači

Pozitivы snímků získané překreslením negativů na profilprojektoru při dvacetinásobném zvětšení jsou uvedeny na obr. 56 a 57.

Odečtení bodů bylo provedeno na obrysech válce všech tří výškových úrovní, celkem na 26 místech.

Odečtené souřadnice z pozitivů x^1 , y^1 , korigované souřadnice x'' , y'' a prostorové souřadnice bodů x , y , z stanovené zjednodušenou metodou jsou uvedeny v tab. 14.

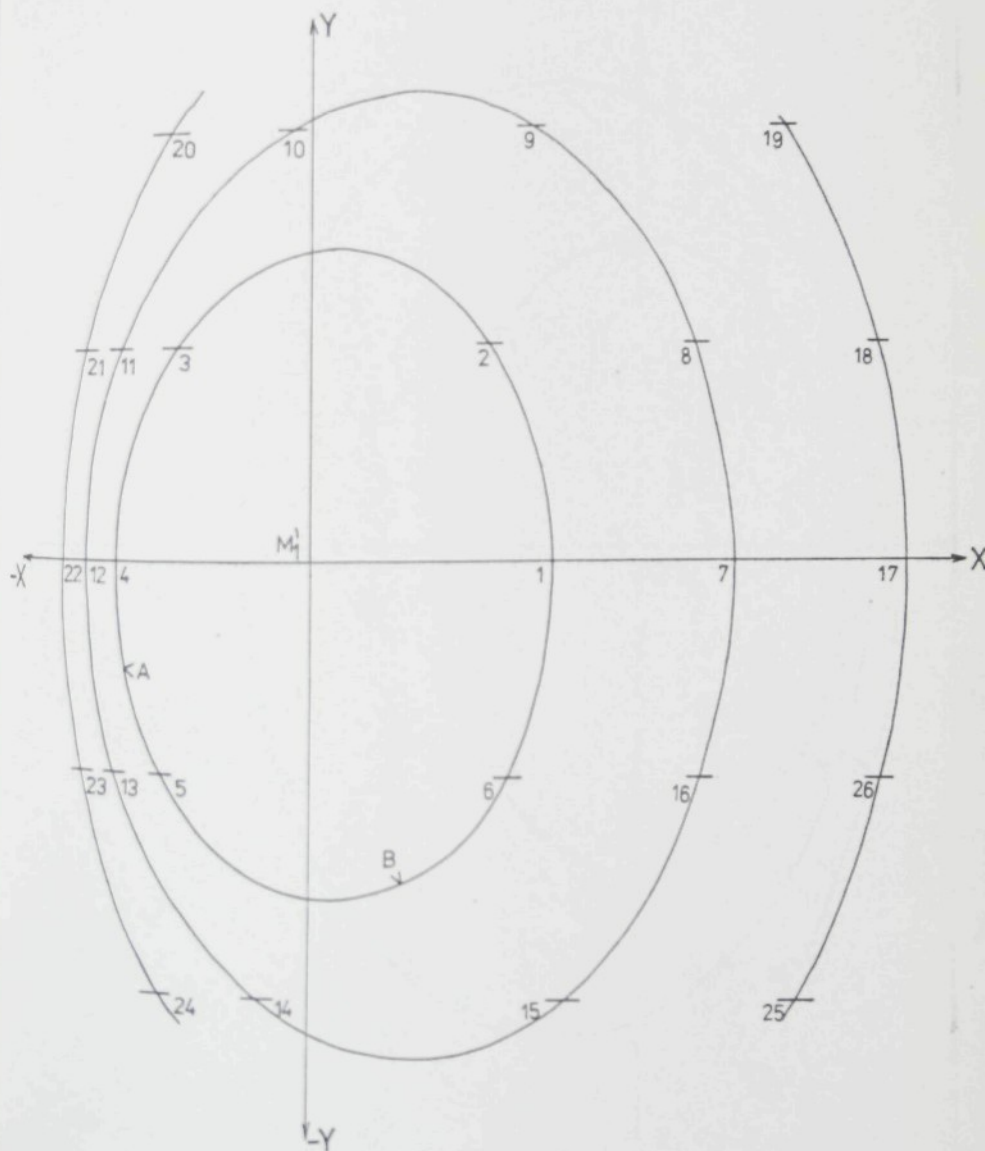
Prostorové souřadnice bodů vypočtené analyticky na počítači jsou uvedeny v tab. č. 15.

- b) fotografovaného v monochlórbenzenu (pokus č. 22, fot. 80, 82). Snímky byly vyhodnoceny za stejných podmínek a stejným způsobem jako snímky z jednoho optického prostředí

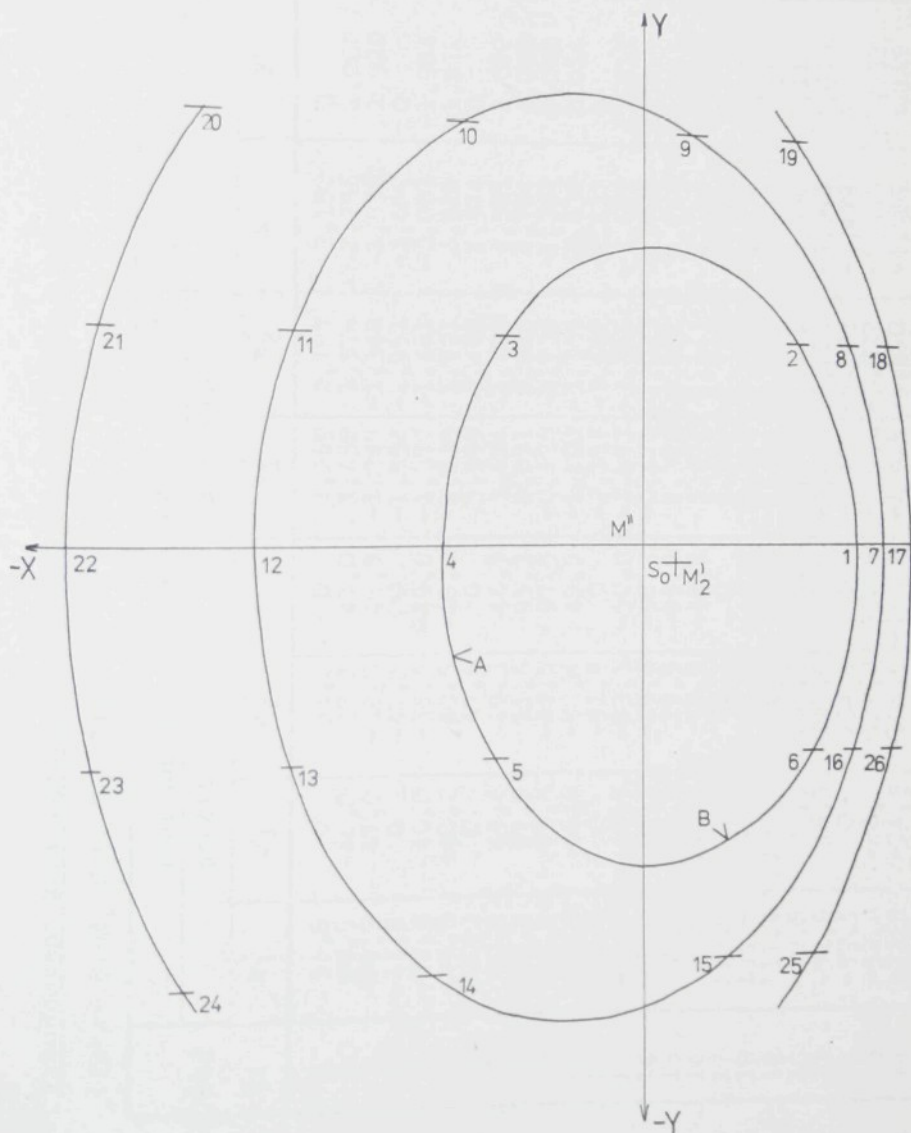
- zjednodušenou výpočetní metodou
- analytickou metodou na počítači.

Pozitivы snímků, tabulku odečtených souřadnic

POKUS 22, FOT. 72, $m_p=20$ SMĚR $\leftarrow$



POKUS 22, FOT. 74, $m_p = 20$ SMĚR $\longrightarrow$



Vyhodnocení konvergentních snímků válcového bloku zjednodušenou metodou
(Pokus č. 22, fot. 72, 74)

Tab. č. 14

bod č.	souřadnice pozitivu /mm/						prostorové souřadnice /mm/			poloměr r /mm/
	odečtené						x	y	z	
	x ₁	y ₁	x ₂	y ₂	korigované					
					x ₁ ^{''}	x ₂ ^{''}				
1	55,8	0	51,2	0	2,269	2,187	3,152	0	-0,058	2,956
2	40,5	48,8	37,1	47,0	1,658	1,574	2,286	2,000	-0,059	2,950
3	-29,5	47,0	-32,8	48,5	-1,247	-1,348	-1,836	1,990	-0,071	2,904
4	-43,5	0	-47,8	0	-1,852	-1,951	-2,689	0	-0,070	2,887
5	-32,4	-46,8	-35,6	-49,0	-1,372	-1,461	-2,003	-1,984	-0,063	2,908
6	45,0	-48,2	40,5	-48,0	1,839	1,721	2,518	-1,972	-0,083	2,993
7	100,3	0	57,6	0	3,999	2,468	4,574	0	-1,083	4,378
8	90,5	49,6	49,3	46,5	3,624	2,104	4,051	2,022	-1,075	4,391
9	50,3	97,8	11,6	95,3	2,051	0,486	1,794	4,059	-1,106	4,439
10	-4,2	95,5	-42,5	97,5	-0,176	-1,739	-1,354	4,060	-1,106	4,424
11	-42,5	46,6	-82,8	49,5	-1,808	-3,327	-3,632	2,014	-1,074	4,366
12	-51,2	0	-91,5	0	-2,187	-3,662	-4,137	0	-1,043	4,335
13	-44,0	-46,5	-83,3	-50,0	-1,873	-3,346	-3,691	-2,011	-1,042	4,340
14	-11,2	-95,1	-49,6	-98,2	-0,470	-2,023	-1,763	-4,055	-1,098	4,429
15	58,5	-98,0	19,5	-95,5	2,388	-0,821	2,269	-4,053	-1,108	4,478
16	91,8	-49,2	50,2	-47,7	3,674	2,143	4,114	-2,005	-1,082	4,363
17	142,8	0	64,1	0	5,589	2,755	5,901	0	-2,005	5,705
18	135,5	50,8	58,5	46,2	5,320	2,508	5,536	2,065	-1,989	5,755
19	111,5	100,2	36,8	94,2	4,422	1,561	7,230	4,115	-2,022	5,821
20	-30,8	94,5	-103,5	100,2	-1,303	-4,121	-3,836	4,119	-1,993	5,824
21	-51,5	46,5	-127,0	50,8	-2,200	-5,005	-5,096	2,045	-1,984	5,705
22	-57,5	0	-134,5	0	-2,464	-5,283	-5,479	0	-1,994	5,677
23	-52,2	-46,2	-128,8	-50,5	-2,231	-5,072	-5,165	-2,033	-2,009	5,706
24	-33,5	-94,3	-106,9	-100,2	-1,419	-4,250	-4,009	-2,016	-2,002	5,827
25	114,7	-100,5	40,6	-95,0	4,545	1,726	4,434	-4,119	-1,994	5,852
26	136,4	-50,2	59,2	-47,5	5,354	2,538	5,581	-2,040	-1,991	5,720

bodů a vypočtené prostorové souřadnice bodů jsou uvedeny v příloze II (P27 - P30).

Skutečné a výpočtem stanovené hodnoty bodů na všech třech výškových úrovních bloku byly shrnuty do výsledné tabulky č. 16.

Tímto testem bylo prokázáno, že při celkovém zvětšení pozitivu 23,974 bylo dosaženo přesnosti vyhodnocení do $\varnothing$ 12 mm

- u zjednodušené výpočetní metody

při určení rovinné polohy bodů do 4 %

při určení výškové polohy bodů do 1,9 %.

Tab. 15

KONSTANTA KOMORY= 103.733
PŘEDMETOVÁ VDALENOST= 92.685
ZVĚTŠENÍ PROFILPROJEKTORU= 20.022
INDEX LOMU= 1.000
VÝŠKA HLADINY= .000

PRVNÍ PRŮMET		DRUHÝ PRŮMET		SKUTEČNÝ BOD			
55.8	.0	51.2	.0	3.15	.00	-1.06	.0
40.5	43.8	37.1	47.0	2.29	2.00	-1.06	-1.0
-39.5	47.0	-32.8	43.5	-1.84	1.99	-1.07	.0
-43.5	.0	-47.3	.0	-2.59	.00	-1.07	.0
-32.4	-46.8	-35.6	-49.0	-2.01	-2.00	-1.06	-1.0
45.0	-48.2	40.5	-48.0	2.52	-2.01	-1.08	-1.7
102.3	.0	57.6	.0	4.65	.00	-1.12	.0
90.5	49.6	49.3	45.5	4.12	2.02	-1.09	-1.0
50.3	97.8	11.6	95.3	1.83	4.06	-1.13	.0
-4.2	95.5	-42.5	97.5	-1.38	4.06	-1.12	-1.0
-42.5	45.6	-30.8	49.5	-3.69	0.02	-1.09	.0
-51.2	.0	-31.5	.0	-4.20	.00	-1.06	.0
-44.0	-45.5	-33.3	-50.0	-3.75	-2.03	-1.76	-1.3
-11.2	-95.1	-49.6	-99.2	-1.72	-4.07	-1.12	-1.2
53.8	-98.0	12.5	-95.5	2.31	-4.07	-1.13	-1.4
91.8	-49.2	50.2	-47.7	4.18	-2.24	-1.10	-1.7
142.8	.0	64.1	.0	6.09	.00	-2.07	.0
135.5	50.8	55.5	46.2	5.71	2.05	-2.05	-1.1
111.4	100.2	36.8	94.2	4.07	4.12	-2.22	.0
-30.8	94.5	-100.5	100.2	-3.96	4.12	-2.06	-1.1
-51.5	45.5	-107.0	50.3	-5.26	2.06	-2.05	.0
-37.5	.0	-130.5	.0	-5.65	.00	-2.06	.0
-52.2	-45.0	-125.8	-50.5	-5.33	-2.05	-2.27	-1.1
-33.5	-94.3	-106.2	-100.2	-4.14	-4.12	-2.07	.1
114.7	-100.5	40.5	-95.0	4.57	-4.14	-2.06	-1.6
135.4	-50.2	59.2	-47.5	5.75	-2.07	-2.05	-1.7

Přesnost prostorového vyhodnocení konvergentních snímků válcového bloku
(pokus č. 22, fot. 72, 74, 80, 82)

Tab. 16

Vyhodnocení prostorových souřadnic	Jmenovitý průměr válcového bloku	Průměr bloku /mm/		Výšková úroveň bloku /mm/		
		skutečný	vypočtený	skutečná	vypočtená	max. rozdíl na jedné výškové úrovni
Zjednodušenou metodou	bez kapaliny	6 mm	5,866 $\pm$ 0,040	0	0 $\pm$ 0,009	0,03
		9 mm	8,789 $\pm$ 0,047	1,014 $\pm$ 0,006	1,015 $\pm$ 0,024	0,07
		12 mm	11,520 $\pm$ 0,065	1,968 $\pm$ 0,012	1,931 $\pm$ 0,011	0,04
	v kapalině	6 mm	5,916 $\pm$ 0,026	0	0 $\pm$ 0,008	0,02
		9 mm	8,900 $\pm$ 0,034	1,014 $\pm$ 0,006	1,034 $\pm$ 0,034	0,08
		12 mm	11,772 $\pm$ 0,041	1,968 $\pm$ 0,012	1,996 $\pm$ 0,014	0,04
Analytickou metodou	bez kapaliny	6 mm	5,880 $\pm$ 0,033	0	0 $\pm$ 0,08	0,02
		9 mm	8,882 $\pm$ 0,030	1,014 $\pm$ 0,006	1,033 $\pm$ 0,026	0,07
		12 mm	11,802 $\pm$ 0,032	1,968 $\pm$ 0,012	1,996 $\pm$ 0,013	0,04
	v kapalině	6 mm	5,910 $\pm$ 0,031	0	0 $\pm$ 0,08	0,02
		9 mm	8,918 $\pm$ 0,030	1,014 $\pm$ 0,006	1,041 $\pm$ 0,033	0,08
		12 mm	11,852 $\pm$ 0,034	1,968 $\pm$ 0,012	2,022 $\pm$ 0,015	0,03

- u analytické výpočetní metody

při určení rovinné polohy bodů do 2,2 %

při určení výškové polohy bodů do 2,7 %.

Dosažená přesnost vyhodnocení je poměrně vysoká, neboť válcový blok byl vyroben s drsností povrchu 0,025 - 0,040 mm a jeho hrany nebyly zcela přesně zabroušeny !

- 2) Johansonových měrek s výškou 1,0; 1,3 a 1,5 mm, ponořených do monochlorbenenzu. Uvedený test byl zaměřen na přesné vyhodnocení výškových souřadnic bodů objektu s rozměry podobnými textilním vzorkům použitým v této práci, tj. cca 3 x 3 x 0,5 mm.

Pozitivní snímky pokusu č. 24 fot. 70, 74 pořízené při dvacetinásobném zvětšení jsou uvedeny v příloze II (P33-38), rovněž tak tabulka naměřených souřadnic bodů (P39-40). Vyhodnocení snímků analytickou metodou je uvedeno v tabulce 17.

Z tabulky je zřejmé, že byly naměřeny tyto výškové úrovně na jednotlivých měrkách

výšková úroveň měrky 1,3 mm (body 1,2,3)	3,330 mm
výšková úroveň měrky 1,0 mm (body 4,5,6)	3,107 mm
výšková úroveň měrky 1,5 mm (body 7,8,9, 10,11,12)	3,627 mm

Převýšení mezi měrkami bylo naměřeno:

měrky	Převýšení		
	skutečné	naměřené	rozdíl
1,3 - 1,0	0,300 mm	0,297 mm	-0,003 mm
1,5 - 1,3	0,200 mm	0,223 mm	+0,023 mm
1,5 - 1,0	0,500 mm	0,520 mm	+0,020 mm

Z výše uvedeného je názorné, že požadované přesnosti

$$m_{\Sigma} = \pm 0,05 \text{ bylo dosaženo.}$$

Tab. 17

KONSTANTA KOMORY= 115,380
 PREDMETOVÁ VDALENOST= 85,226
 ZVETSENÍ PROFILPROJEKTORU= 20,000
 INDEX LGU= 1,525
 VÝŠKA HLADINY= 3,600

PRVNÍ PRUHET	DRUHÝ PRUHET	SKUTEČNÝ BOD			
-2.7 81.0	.0 81.4	-.07	2.99	-3.33	.01
-1.8 53.8	.8 54.2	-.03	1.99	-3.34	.01
-1.0 26.5	2.0 26.9	.03	.98	-3.32	.02
2.1 -26.9	9.0 -27.5	.28	-1.00	-3.12	-.03
2.9 -54.5	10.2 -54.8	.33	-2.01	-3.11	-.02
3.6 -81.5	11.3 -82.0	.38	-3.01	-3.09	-.04
21.3 81.7	17.2 80.8	.98	3.00	-3.65	.01
22.4 54.2	18.4 54.0	1.04	2.00	-3.64	.03
23.5 26.8	19.6 26.4	1.10	.98	-3.63	.00
25.8 -27.2	22.0 -27.0	1.22	-1.00	-3.62	-.01
26.8 -55.0	23.2 -54.3	1.27	-2.02	-3.61	-.02
28.0 -82.2	24.5 -81.1	1.34	-3.01	-3.61	-.02

Citlivost metody na změnu parametrů optické soustavy

Druhá zkušební podmínka byla otestována prostorovým vyhodnocením bodů na výše zmíněných třech Johansonových měrkách (pokus č. 24, fot. 70, 74).

Analytický výpočet byl proveden pro následující parametry optické soustavy

- 1) $f_{k \min}$ = 115,380 mm; $a_{\min}$ = 85,089 mm
 $f_{k \max}$ = 117,380 mm; $a_{\max}$ = 86,563 mm
- 2) $h_{k \min}$ = 3,3 mm;
 $h_{k \max}$ = 4,3 mm

a vypočtené hodnoty jsou uvedeny v příloze II (P31, 32).
 Z tabulek lze vyčíst, že relativní určení polohy a výšky bodů se v těchto mezích určení konstant optické soustavy mění pouze v tisícinách mm podobně jako u stereofotogrammetrického vyhodnocení (kap. 3.1.8.3).

Spolehlivost metody při praktickém vyhodnocení

Cílem třetí zkušební podmínky bylo zjistit vliv subjektivního vyhodnocení jedné snímkové dvojice. Za tímto účelem byly snímky výše zmíněných Johansonových měrek pok. 24 vyhodnoceny 3x s novým usazením negativů na profilprojektoru, novým překreslením pozitivu a odečtem měřených snímkových souřadnic.

Pozitivы snímků a tabulky naměřených a vypočtených hodnot jsou uvedeny v příloze II (P33 - P40).

Tímto pokusem bylo zjištěno, že součet všech chyb, které se vyskytují při vyhodnocování z konvergentních snímků, projeví se v chybě vyhodnocení Δ -ové souřadnice ve výši

$$m_{\Delta} = \pm 0,04 \text{ mm (viz tab. 18).}$$

Při vyhodnocení s větším zvětšením na profilprojektoru může chyba poněkud klesnout.

Testovací zkoušky systému potvrdily, že je možno počítat s celkovou chybou měření menší než $\pm 0,05 \text{ mm}$.

Tab. 18

Měrky výšky	Převýšení mezi měrkami v mm						
	skutečné	naměřené					
		1. měření		2. měření		3. měření	
		převý- šení	rozdíl	převý- šení	rozdíl	převý- šení	rozdíl
1,5-1,3	0,200	0,223	+0,023	0,227	+0,027	0,187	-0,013
1,3-1,0	0,300	0,297	-0,003	0,311	+0,011	0,303	+0,003
1,5-1,0	0,500	0,520	+0,020	0,538	+0,038	0,490	-0,010

3.2.8 Zhodnocení metody konvergentního případu

Výsledky testovacích pokusů ukázaly, že systém jedné kamery a otočného preparačního stolku je schopen spolehlivě zachytit prostorový tvar fotografovaného předmětu. Navržené vyhodnocovací metody snímků jsou proveditelné a dostatečně přesné pro získání kvantitativních informací o geometrii objektu.

Provedeným rozbořem bylo zjištěno, že pro omezení chyb při prostorovém vyhodnocení snímků je žádoucí

- a) zvětšení na snímku a předmětovou vzdálenost volit tak, aby se využívala střední nezkreslená část objektivu
- b) při každém pokusu pečlivě seřídít střed otáčení stolku na střed snímku
- c) zvětšení na profilprojektoru volit co největší s ohledem na rozměr hodnocené části fotografovaného objektu a rozlišení měřených bodů.

Pro výzkum textilních struktur se metoda jeví jako výhodná proto, že vyhodnocení prostorových souřadnic se provádí z rovinných údajů umožňujících zachytit průběh osy nitě nebo vlákna a dosažená přesnost vyhodnocení $\pm 0,04$ mm je dostatečná.

4. REKONSTRUKCE PROSTOROVÉHO USPOŘÁDÁNÍ

STRUKTURY TEXTILNÍCH ÚTVARŮ

4.1 Ověření použitelnosti metody při výzkumu struktury textilií z nití

4.1.1 Podmínky pokusu s textilními vzorky

Metoda získání snímků prostorového tvaru nitě v plošné textilii pomocí optického zprůhlednění okolní hmoty při fotografování s konvergentními optickými osami záběru byla aplikována na některé nitové struktury, u kterých zjištění složitosti tvaru prostorových křivek nití nebylo v minulosti možno provést tradičními optickými metodami.

Jako příklad byly vybrány

- 1) osnovní dvoupřístrojový úplet ve vazbě
obráceného šarmé (sukno + trikot)
- 2) interlokový zátažný úplet
- 3) mechanicky vázaná netkaná textilie ze stroje Arachne,

jejichž technologické parametry jsou uvedeny v tab. 19.
U všech textilií jako zalévací kapaliny bylo použito
monochlorbenzenu s indexem lomu $n = 1,525$.

Vzorky textilií byly nejprve vysráženy za sucha
a poté v beznapětiovém stavu vlepeny do papírové šablony
50 x 50 mm s otvorem 24 x 36 mm. Takto připravený vzorek
byl upnut do kovového DĚA rámečku s podložním sklem.
Fotografování všech vzorků probíhalo za stejných
optických podmínek při

$$\begin{aligned} f_k &= 116,380 \text{ mm} \\ a &= 85,826 \text{ mm} \\ m_s &= 1,356 \\ \varphi_0 &= 45^\circ \\ h_k &= 0,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

Technologické parametry zkušebních textilních vzorků

Tab. 19

Ukazatel	
<u>Osnovní dvoupřístrojový úplet</u> stroj vazba I. kladecí přístroj II. kladecí přístroj materiál sledované nitě materiál ostatních (zprůhledněných) nití hustota sloupků hustota řádků	Kokett děl. 28 E sukno uzavřené kl. trikot uzavřený kl. PADh 10 tex mat PADh 10 tex lesk 264 sl/10 cm 280 ř /10 cm
<u>Interlokový zátažný úplet</u> stroj typ průměr dělení vazba materiál sledované nitě materiál ostatních (zprůhledněných) nití	Interlok 20 " 20 E hladká bavlna 16,5 tex (barvená) PADh 10 tex lesk
<u>Proplet Arachne</u> stroj (technologie Optimix) vazba I. kladecí přístroj II. kladecí přístroj materiál sledované nitě materiál ostatních (zprůhledněných) nití materiál rouna hustota sloupků hustota řádků	Arachne děl. 60 M trikot volně vkládá VSh 33 tex barvená VSh 33 tex / 60 lesk VSs lesklá 63/10 cm 130/10 cm

Měření snímkových souřadnic se provádělo ručním odečtem na pozitivěch při 50-ti násobném zvětšení na profilprojektoru. Pro určení souřadných bodů bylo použito "nulové" mřížky.

Vyhodnocení prostorových souřadnic bodů na ose nitě bylo provedeno výpočetně analyticky na počítači pomocí programu FOTO K. Výsledky jsou uvedeny v kap. 4.1.3.

4.1.2 Vyhodnocení prostorové křivky osy nitě

Při analytickém vyhodnocení naměřených bodů je výsledkem souhrnná tabulka prostorových souřadnic bodů a děrná páska s postupně uvedenými hodnotami x, y, z . Těmito body je prostorová křivka osy nitě definována a je k dispozici výchozí soubor informací o struktuře, které mohou být dále několika způsoby využity.

Obvyklým požadavkem bývá nejprve zobrazit tvar nitě ve třech průmětech, tj. do rovin

$$x = 0$$

$$y = 0$$

$$z = 0$$

Pro rychlé grafické znázornění těchto průmětů bylo použito souřadnicového zapisovače stolního kalkulátoru Hewlett Packard. Vstupní údaje, tj. souřadnice bodů vstupovaly do zařízení ze získané děrné pásky, kreslení průmětů bylo řízeno sestaveným programem DISK (příloha V.P85-87).

Výhodou tohoto postupu je, že je možnost zajistit programačně libovolnou ortogonální transformaci výchozích souřadnic x, y, z , takže je v principu možné

získávat libovolné průměty křivky. V uvedeném programu DISK byla prozatím prakticky realizována pouze možnost otáčení kolem osy Z .

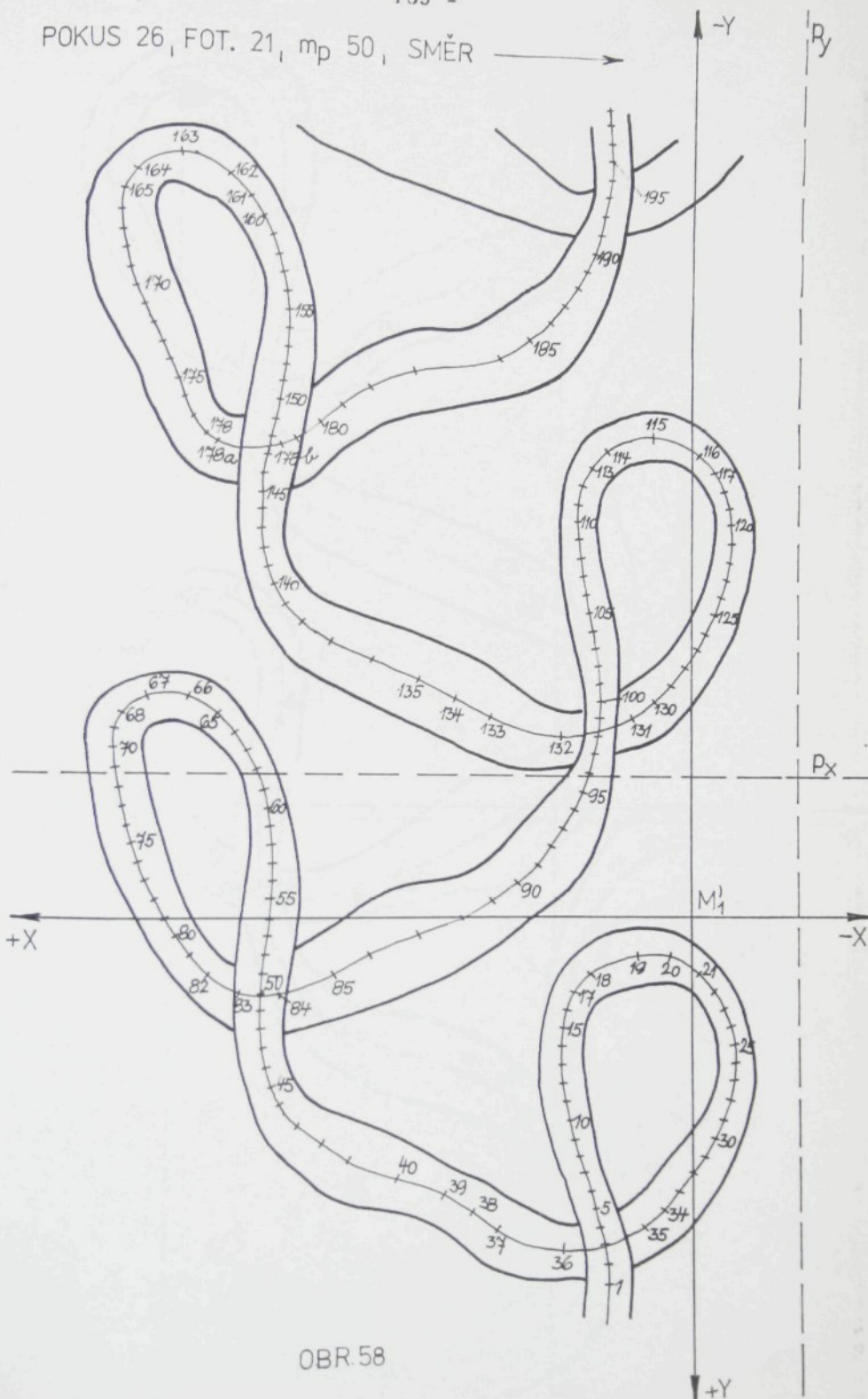
Protože průmět nitě netvoří jednoznačnou funkci, bylo v programu DISK použito nejjednodušší formy interpolace mezi vyhodnocovanými body (lineární interpolace). V principu je ovšem možné použít i vhodnou nelineární interpolační metodu. Příklady takto získaných grafických záznamů zde proměřených nití jsou uvedeny v následující kap. 4.1.3.

Děrná páska se souřadnicemi φ, γ, z jednotlivých bodů tvoří vedle programu DISK též soubor vstupních údajů pro program TRAJEKT (příloha V P80-84), určený pro počítač MP 2100. Tento program vyhodnocuje některé základní geometrické vlastnosti prostorové křivky ve vyhodnocených bodech, jmenovitě tečný, normálový a binormálový vektor a první křivost (flexi). Jedná se tedy o geometrické informace plynoucí z 1. a 2. derivace. Jejich přesnost je proto dána použitými numerickými metodami a hustotou vyhodnocovaných bodů.

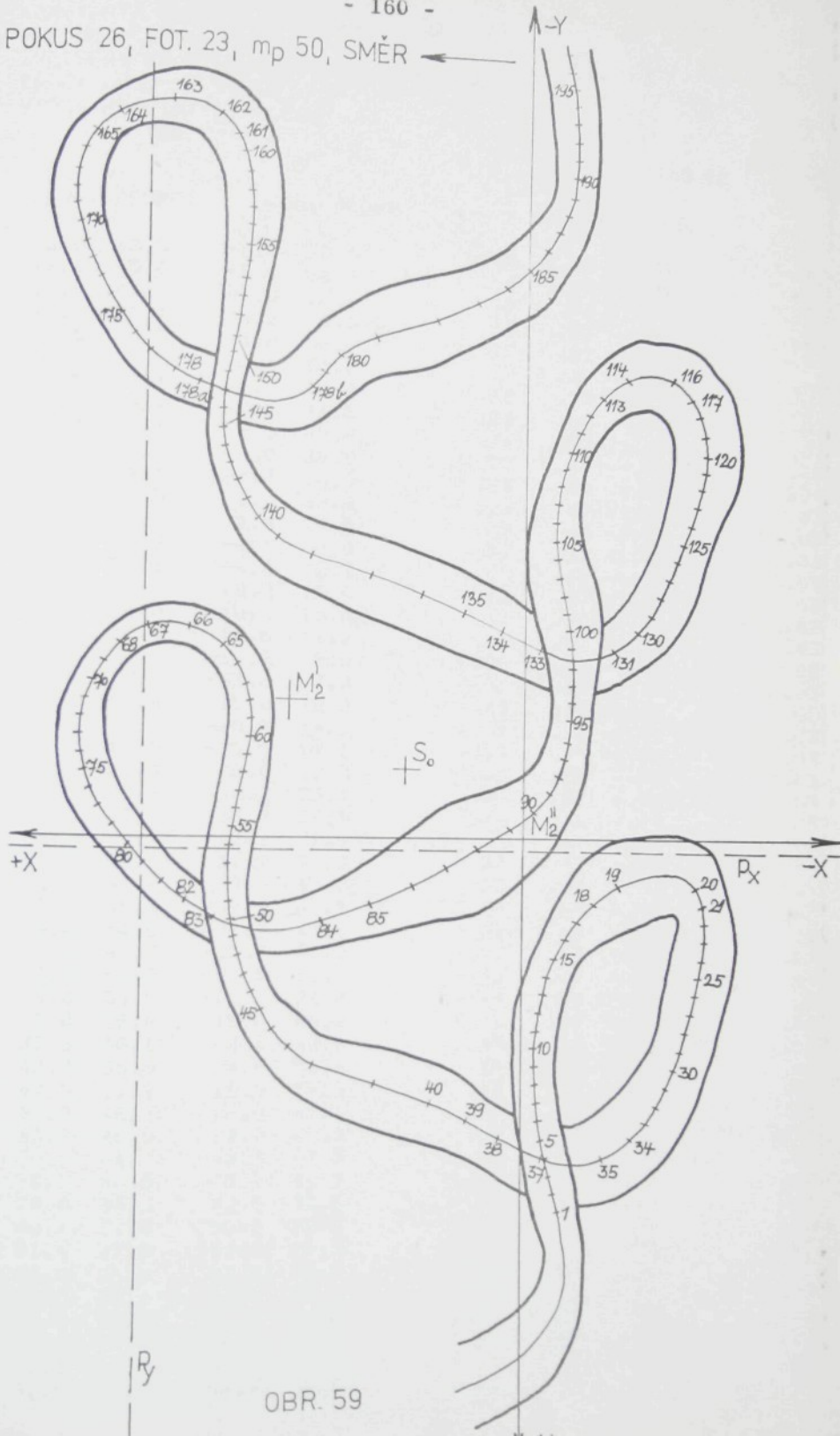
4.1.3 Výsledky

V této části je uveden celý jeden postup měření a vyhodnocení prostorové křivky nitě na příkladu sukrové vazby osnovní dvoupřístrojové pleteniny. Fotografie úpletu (pokus č. 26 fot. 21 a 23) byly překresleny na profilprojektoru, viz obr. 58 a 59. Naměřené souřadnice bodů byly vyhodnoceny programem FOTO K v tab. 20 a TRAJEKT v tab. 21. Body určená křivka osy nitě byla zkreslena pomocí programu DISK ve 3 průmětech, viz obr. 60.

POKUS 26, FOT. 21, mp 50, SMĚR →



POKUS 26, FOT. 23, m_p 50, SMĚR ←



KONSTANTY RŮDRY= 118.860
 PŘEDMETOVÁ VĚLENOST= 85.826
 ZVETŠENÍ PROFILPROJEKTORU= 50.000
 INDEX LOMU= 1.525
 VÝSKA HLADINY= .500

TAB. 20

PRVNÍ PRŮMET		DRUHÝ PRŮMET		SKUTEČNÝ BOD			
16.0	68.5	-6.9	70.0	.09	1.02	-.91	.02
16.0	65.0	-5.9	66.8	.10	.97	-.89	.03
16.5	61.2	-5.0	63.8	.12	.92	-.88	.04
17.5	58.1	-4.3	60.3	.14	.87	-.89	.03
18.5	54.5	-3.8	56.8	.15	.82	-.90	.04
19.5	51.2	-3.1	53.3	.17	.77	-.90	.03
20.5	47.8	-3.0	50.0	.18	.72	-.92	.03
21.5	44.9	-2.1	46.5	.20	.68	-.92	.03
22.5	41.1	-2.0	42.9	.21	.62	-.94	.03
23.5	38.0	-2.0	39.5	.22	.57	-.96	.02
24.5	34.1	-2.4	36.0	.23	.52	-.99	.03
25.0	31.0	-3.0	32.8	.23	.47	-1.01	.03
25.0	27.2	-3.8	29.0	.22	.42	-1.03	.03
25.0	23.9	-4.9	26.0	.21	.37	-1.05	.03
25.0	20.5	-6.0	22.3	.20	.32	-1.07	.03
24.0	17.0	-8.2	19.0	.16	.27	-1.10	.03
22.5	14.0	-10.4	15.5	.13	.22	-1.11	.02
19.0	10.5	-13.5	12.2	.06	.17	-1.10	.03
10.0	7.0	-18.8	9.0	-.09	.12	-1.03	.03
4.0	7.0	-33.6	9.3	-.31	.12	-1.20	.03
-2.0	10.4	-35.0	12.3	-.38	.17	-1.11	.03
-4.5	13.8	-35.4	16.2	-.41	.22	-1.07	.03
-6.5	17.0	-35.5	19.1	-.44	.27	-1.03	.03
-8.0	20.4	-35.0	22.8	-.45	.32	-.99	.03
-8.5	23.9	-34.2	25.8	-.44	.37	-.96	.03
-9.0	27.1	-33.7	29.5	-.44	.42	-.94	.03
-8.5	30.6	-32.8	32.9	-.43	.47	-.94	.03
-7.5	34.0	-31.9	36.8	-.41	.52	-.94	.04
-6.5	37.7	-30.5	40.0	-.38	.57	-.93	.03
-5.0	41.1	-29.5	43.5	-.36	.63	-.94	.03
-3.0	44.5	-27.8	47.0	-.32	.68	-.95	.03
-.5	47.7	-25.9	50.5	-.27	.73	-.96	.04
2.0	51.0	-24.5	53.6	-.23	.77	-.98	.04
5.0	54.5	-20.9	56.8	-.17	.82	-.97	.03
9.0	58.0	-15.0	60.8	-.06	.88	-.93	.04
37.5	58.1	-3.6	60.5	.35	.88	-1.27	.04
42.0	55.0	4.8	56.8	.49	.83	-1.19	.03
47.5	51.9	11.0	53.0	.61	.78	-1.18	.02
57.0	48.1	18.0	49.6	.78	.72	-1.22	.03
65.9	45.0	29.0	46.0	.98	.67	-1.17	.03
70.9	41.7	40.5	42.3	1.16	.62	-1.04	.02
75.5	38.5	45.3	38.9	1.25	.57	-1.03	.02
78.8	34.5	48.5	35.5	1.32	.52	-1.03	.03
80.1	31.0	50.3	32.0	1.35	.47	-1.02	.03
81.4	27.5	52.0	28.5	1.38	.41	-1.01	.02
82.0	24.0	53.3	25.2	1.40	.36	-1.00	.03
82.5	20.6	54.8	21.8	1.43	.31	-.97	.03
82.8	17.2	55.5	18.1	1.44	.26	-.97	.02
82.5	14.2	56.0	15.0	1.44	.22	-.95	.02
82.1	10.2	56.8	11.9	1.44	.16	-.93	.03
81.9	6.9	56.7	8.5	1.44	.11	-.92	.03

75.9 -90.0	39.2 -87.5	1.19 -1.31 -1.16	.01
72.0 -92.8	36.0 -91.0	1.12 -1.36 -1.15	.00
67.8 -96.0	29.5 -94.5	1.01 -1.41 -1.20	.00
62.2 -99.5	18.0 -98.0	.83 -1.46 -1.32	.00
54.0-103.0	10.0-101.5	.66 -1.51 -1.32	.01
37.2-105.7	4.0-104.9	.43 -1.56 -1.11	.00
31.9-109.5	.0-108.0	.33 -1.61 -1.09	.01
28.0-112.7	-3.0-111.5	.26 -1.66 -1.07	.01
24.9-115.8	-6.0-115.0	.20 -1.71 -1.07	.01
22.5-119.0	-7.5-118.9	.16 -1.76 -1.05	.00
20.9-122.5	-8.0-122.0	.13 -1.81 -1.03	.00
19.0-126.0	-9.0-125.5	.10 -1.86 -1.01	.00
18.0-129.4	-9.0-129.0	.09 -1.91 -.99	.00
17.1-133.0	-9.0-132.1	.08 -1.96 -.97	.01
16.5-136.8	-9.0-135.5	.08 -2.01 -.96	.02
15.8-140.0	-8.8-139.0	.07 -2.06 -.94	.01
15.8-143.0	-8.0-142.0	.08 -2.11 -.93	.01
16.0-146.0	-7.3-145.5	.09 -2.15 -.92	.00
16.4-149.9	-6.8-149.0	.10 -2.21 -.92	.01

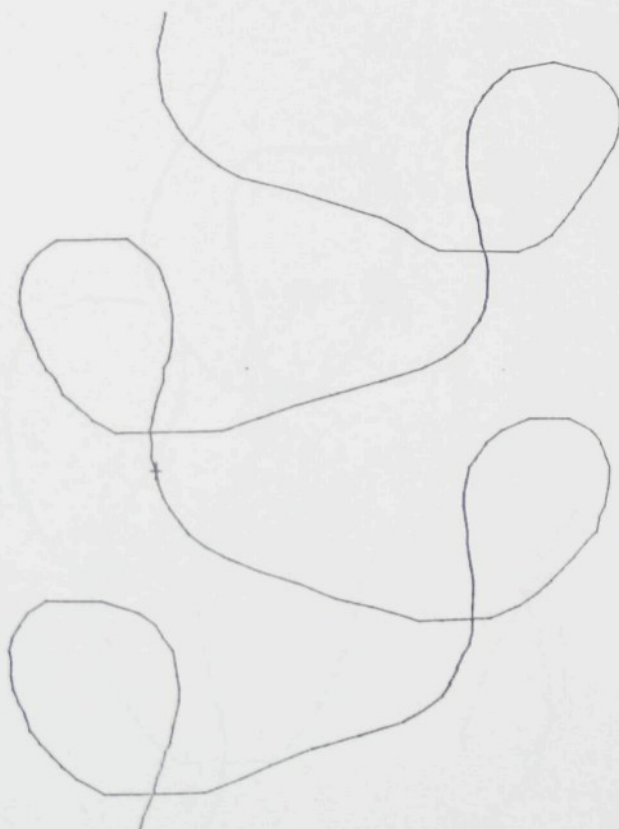
1 mm

OSNOVNÍ (SUKNO)

POKUS 26, FOT. 21, 23

* ROTACE 90°

$m_c = 56,376$



1 mm

OSNOVNÍ (TRIKOT)

POKUS 26, FOT. 25, 27

* ROTACE -90°

$m_c = 56,376$



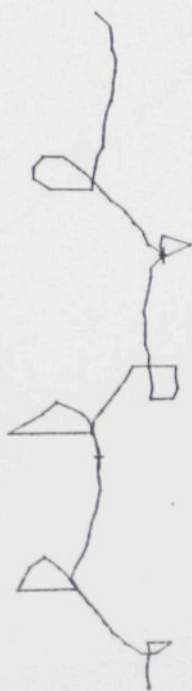
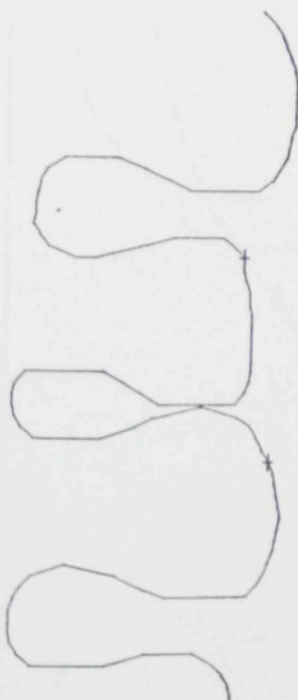
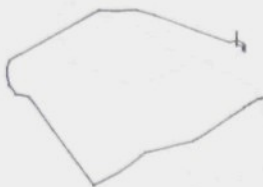
1 mm

INTERLOKOVÝ ÚPLET

POKUS 26, FOT. 9, 11

✂ ROTACE -90°

$m_C = 49,734$



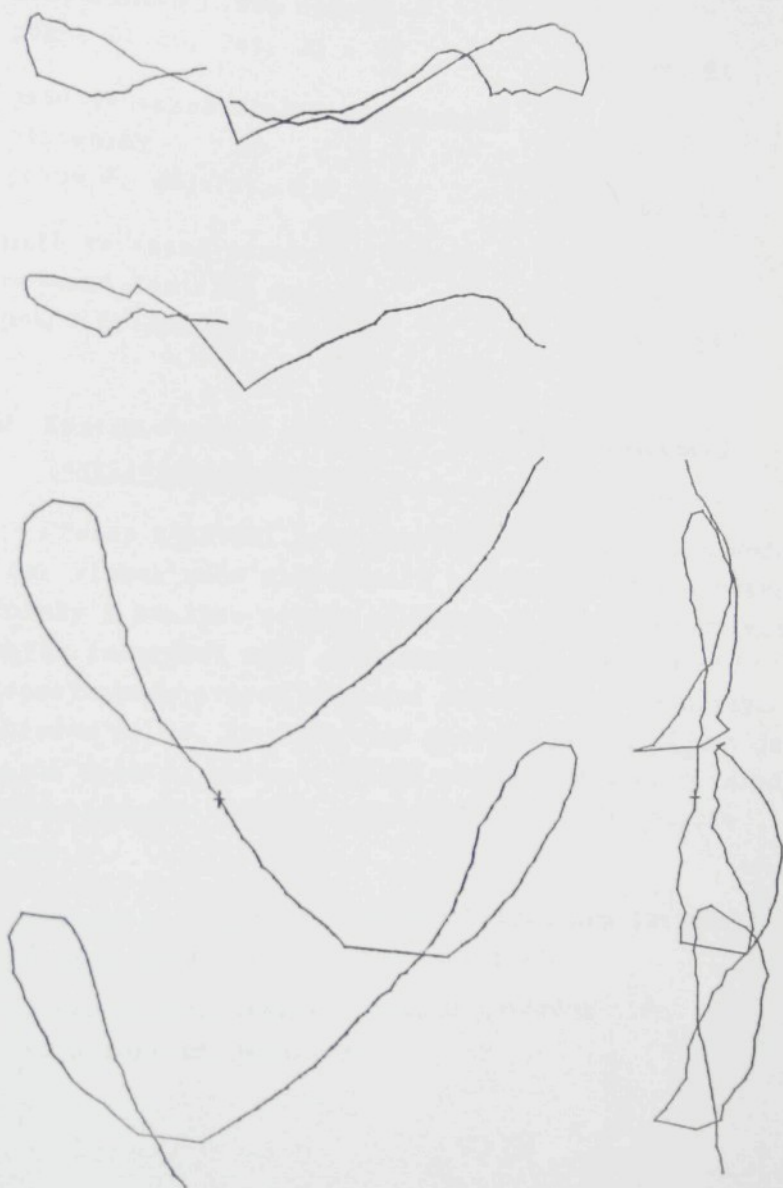
1 mm

PROPLET ARACHNE

POKUS 26, FOT. 13, 15

* ROTACE -83,5°

$m_c = 53,349$



Tímto způsobem získaná data ostatních proměřených nití jsou uvedena v příloze III. V této kapitole jsou pro ilustraci uvedeny pouze nakreslené průměty prostorových křivek

- nitě ve vazbě osnovního trikotu
dvoupřístrojového úpletu
pokus č. 26, fot. 25 a 27 na obr. 61
- nitě ve vazbě hladké interlokové
pleténiny
pokus č. 26, fot. 9 a 11 na obr. 62
- nitě ve vazbě osnovního trikotu
netkané textilie Arachne
pokus č. 26, fot. 13 a 15 na obr. 63

4.2 Nástin využití metody pro analýzu a hodnocení textilních struktur

Přesné zjištění prostorových souřadnic mnoha bodů na ose vlákna nebo nitě uvnitř textilního útvaru vytváří podmínky k analýze reálné struktury a ke sledování vzájemných interakcí mezi podmínkami výrobního procesu a geometrickým tvarem základní strukturální jednotky. S ohledem na to, že autorovým profesionálním zájmem jsou osnovní úplety, budou v dalším ukázány některé příklady předpokládaného využití metody právě v této oblasti výzkumu.

Poznávací proces zaměřený na strukturu osnovních úpletů může využít navržené metodiky na

- 1) geometrickou charakteristiku základní
strukturální jednotky

- 2) zjišťování vlivu technologie na strukturu úpletu
- 3) objasňování vzájemného vztahu mezi strukturou a výslednými užitnými vlastnostmi

Geometrická charakteristika strukturální jednotky

S využitím popisu průběhu osy nitě v úpletu je možno stanovit

- a) průměrné očko reprezentující daný úplet
(prostorový tvar, délku, periodický záznam změny průměru nitě, variabilitu od průměrného oka apod.)
- b) geometrickou charakteristiku oka
(rozteč sloupků, rozteč řádků, tloušťku úpletu, tvar jednotlivých částí oka /jako např. lící a rubní kličky, stěn/ a jeho libovolný průmět)
- c) koeficienty lineárního, plošného a objemového zakrytí i celkovou a směrovou orientaci textilní hmoty v úpletu.

Takto získané údaje mohou sloužit k vytváření modelových představ o struktuře, založených na znalosti vnitřního uspořádání skutečně reálných textilií.

Zjišťování vlivu technologie na strukturu úpletu

Přímý vliv změn

- materiálu osnovních nití
- očkotvorných mechanismů pletacího stroje
- a konstrukčních parametrů technologického procesu

lze touto přímou metodou zaznamenat a postupně vyhodnotit.

Jejich působení na tvar strukturální jednotky nelze popřít, avšak většina v literatuře formulovaných variant modelů oček osnovních úpletů tyto vlivy nezahrnuje, viz souhrnně [41]. Autor je přesvědčen na základě svých dřívějších prací [42], že právě zde je nutno hledat příčiny nesouladu mezi teoretickými modely a experimentálními výsledky.

Objasňování vzájemného vztahu mezi strukturou a užitnými vlastnostmi

Společně s vlastnostmi do tvorby vstupujících nití je možno hledat vztahy mezi strukturou a jejími vlastnostmi, jakož i fyzikální příčiny těchto souvislostí. To se týká jak vlastností deformačních (pevnost, tažnost, ohyb apod.), tak také i vlastností transparentních (prodyšnost, propustnost vodních par aj.). V tomto směru je možno předpokládat využití fotogrammetrické metody např. při

- prostorovém kvantitativním vyhodnocování povrchů textilií v klidu (mačkavost aj.)
- analýze vlivu deformačních procesů na tvar struktury a povrchu plošné textilie (přenos deformace do jednotlivých komponent atd.) apod.

Dosavadní práce prováděné v SVÚT a jinde např.

48, 49, 50 dokazují, že závislost užitných vlastností na vlastní struktuře plošné textilie je dominantní. Uvedená metoda rekonstrukce reálné struktury může přispět k poznání těchto závislostí.

5. Z Á V Ě R

ZÁVĚR

Hlavním předmětem předložené práce byl vývoj experimentální metody, která by poskytla informace o prostorové geometrii reálných struktur textilních útvarů s přesností menší jak 0,05 mm.

Navržený způsob fotogrammetrické rekonstrukce polohy osy nitě v plošné textilií metodou stereofotogrammetrie normálního případu a metodou průsekové fotogrammetrie ukázal, že je dostatečně přesným nástrojem k této kvantitativní analýze.

Získané výsledky na příkladech textilních struktur naznačují, že aplikací metody lze přispět k poznání nejen vnitřní struktury existujících textilií, ale také i k výzkumu fyzikálních příčin změny struktury a jejího chování při používání. Je zřejmé, že předkládaná práce v tomto směru zasáhla jen malou část problémů, které stojí před výzkumem vláknenných a nitových soustav, nicméně právě v experimentální metodice nabízí nové možnosti k získání informací nad rámec tradičních metod.

L i t e r a t u r a

Uváděny zkrácené citace dle ČSN 01 01977, zkracování názvů dle ČSN 01 0196.

- 1 SKLJANNIKOV, V.P.: Optimizácija strojenija i mehaničeskich svojstv tkaněj iz chemičeskich volokon, Moskva, Legk. ind., 1974, s. 167
- 2 PAZOUŘEK, J.: Pracujeme s mikroskopem, Praha, SNTL, 1961, str. 210
- 3 NOVIKOV, N.G., Text.prom., 1946, č.2, s. 9, č.4, s. 18, č. 6, s. 24, č.11-12, s. 17
- 4 SIMON, J.: Zkoušení textilních materiálů a výrobků, část 1, Praha, SNTL, 1961, s.2
- 5 MEREDITH, R., HEARLE, J.W.S.: Physical Methods of investigating textiles, INC., London 1959, s. 411
- 6 SMIRNOVA, I.N., ZIDRA, N.N., SUCHAREV, M.I., IVUZ Techn.Legk.prom., 1973, č. 3, s. 167 - 168
- 7 SVOBODOVÁ, D.: Strukturální model očka propletu (Diplomová práce), Liberec, VŠST, TF 1975
- 8 ŘEHÁK, J.: Struktura osnovních pletenin (Diplomová práce), Liberec, VŠST, TF 1975
- 9 A Rapid Method of Preparing Fiber Cross-Sections, 1975, Textile Chemist and Colorist 7, č. 6, s. 106 - 107
- 10 BARTL, P. et al.: Metody elektronové mikroskopie, Nakl. ČSAV, Praha, 1964, s. 399
- 11 WOLF, J.: Mikroskopická technika, Státní zdravotnické nakladatelství, Praha 1934, s. 651
- 12 ŠKUNNIKOV, J.P., PJATNICKIJ, V.D., IVUS, Technol. tekst. prom., 1976, č.1, s.35 - 40
- 13 STOVES, J.L.: Fibre microscopy, National Trade Press, London 1937, s. 286
- 14 FIALA, J., SCHLEMMER, J.: Základy praktické makrofotografie a mikrofotografie, Orbis, Praha 1956, s. 174
- 15 VLASOV, P.V., Tekst.prom. 1958, č. 1, s. 29 - 31
- 16 VLASOV, P.V.: Isledovanie vozmožnosti primenija radioaktivnovo izučeniija pri normalizaciji processa tkačestva, Moskva, Gizlegprom, 1963
- 17 DOWNES, A.M., GRAY, C.M., Textile Inst. and Ind., 1974, č. 7, s. 220
- 18 GOTTLIEB, N., Textile Progress, 1975, č. 2, s. 1 - 100,
- 19 ŽUREK, W., KOPIAS, K.: Przegląd włokieniczy, 1973, s. 305 - 308
- 20 MENŠÍK, M.: Geometrické základy fotogrammetrie, Praha, SPN, 1976, s. 151
- 21 HERMANY, J., PICHlíK, V.: Fotogrammetrie, Praha, Kartografie, 1976, s. 283
- 22 GÁL, P.: Fotogrammetria, Bratislava, SNTL, 1954, s. 426
- 23 KLOBOUČEK, J. et al.: Fotogrammetrie I, Praha, SNTL, 1964, s. 150 (Učební texty vys. škol ČVUT Praha)
- 24 SKIRIDOV, A.S.: Stereofotogrammetrija, Moskva, Izdatelstvo geodezičeskoj i kartografičeskoj literatury, 1951, s. 356
- 25 HOW, C.Y., VERESS, S.A.: Determination of surface area and volume of a specimen by photogrammetry, Symposium on Close-range Photogrammetry Urbana Illinois, (Sborník přednášek), 1971
- 26 MC GIVERN, R.F., EICK, J.D., SØRENSEN, S.E.: Development and Evaluation of a Method of Photogrammetry for Measuring Topographical Changes of Restaurations in the Month, Symposium on Close-range Photogrammetry Urbana Illinois, (Sborník přednášek), 1971
- 27 DÜHLER, M.: Nahbildmessung mit Nicht-Messkammern Bildmessung und Luftbildwesen, 1971, sv. 2, s. 67-76
- 28 CULUK, J., Geodetický a kartografický obzor, 1971, č.12, 17/59, s. 303-308
- 29 BERKOWITZ, S.: Stereofotogrammetrie Analysis of Casts of normal and abnormal Palates, Symposium on Close-range Photogrammetry Urbana Illinois, (Sborník přednášek), 1971
- 30 Praktická fotografie, Praha, SNTL, 1972, 382 stran

- 31 Návád k použití stecometru
- 32 FOLTÝN, J.: Příruční tabulky pro chemiky - vláknáře, Praha, SNTL, 1975, s. 202
- 33 PERELMAN, V.J.: Kratkij spravočnik chimika, Moskva, GNTICHL, 1954, s. 559
- 34 HARRIS, M.: Handbook of Textile Fibers, Wahington, First Edition, 1954, s. 356
- 35 Písemné sdělení VÚZOH, státní zkušebny č. 231 ze dne 5.1.1978
- 36 BONNEVAL, H.: Photogramétrie générale, Paris, IV., část 2, 1972
- 37 HORÁK, Z., KRUPKA, F., ŠINDELÁŘ, V.: Základy technické fyziky, Praha, Práce, 1954, s. 922
- 38 DUŠEK, Z.: Experimentální metody výzkumu struktury osnovních úpletů (Výzkumná zpráva), Liberec, SVÚT, 1977
- 39 STEJSKAL, A., Jemná mechanika a optika, 1968, č. 12, s. 377
- 40 NECKÁŘ, B.: Fyzikální model vnitřní struktury přize, část III, (Výzkumná zpráva), Liberec, SVÚT, č. K-07-X/77
- 41 DUŠEK, Z.: Geometrické vlastnosti osnovních pletenin (Výzkumná zpráva), Liberec, SVÚT, 1977
- 42 DUŠEK, Z.: Struktura osnovních pletenin (Výzkumná zpráva), Liberec, SVÚT, 1976
- 43 BEREZIN, J.S., ŽIDKOV, N.P.: Metody vyčíslení, Fizmatgiz, 1962
- 44 FADĚJEV, D.K., FADĚJEVOVÁ, V.N.: Numerické metody lineární algebry, Praha, SNTL, 1964
- 45 FINIKOV, C.P.: Kurs diferencialnoj geometrii, Moskva, Gostěchizdat, 1952
- 46 KLAČKA, J.: Analytická geometrie, Praha, SNTL, 1960
- 47 Konzul (Zpráva pro úvodní oponentní řízení výzkumného úkolu), Liberec, SVÚT, 1975
- 48 KORSÁKOVÁ, V.B.; Tekst. prom., 1973, č. 8, s. 43
- 49 NUTE, M.E., SLATER, K., J.Textile Inst., 1973, 64, s. 652
- 50 ŠVEHLA, K., KAŠPAROVÁ, M., KNOTKOVÁ, V.: Základní souvislosti mezi strukturou a konstrukčními vlastnostmi textilií (Výzkumná zpráva), Liberec, SVÚT, 1976.

Shrnutí dizertační práce a dosažené výsledky

Cílem předkládané dizertační práce bylo vyvinout takovou experimentální metodu s jejíž pomocí by bylo možné zachytit dostatečně přesně (minimálně s přesností $\pm 0,05$ mm) reálnou vnitřní strukturu plošné textilie a to především takové ve které nit probíhá zcela obecnou, prostorově složitou polohou.

Jak se autor studiem odborné literatury přesvědčil, současnými experimentálními metodami nelze obecné geometrické uspořádání nití plošného textilního útvaru exaktně zjistit. Úkol byl rozdělen do dvou částí:

1. nalézt vhodný způsob "optického" osamostatnění sledované nitě
2. vyvinout metodu přesného popisu osy této nitě.

Při řešení první části dizertační práce byly autorem provedeny následující metody (kap. 1)

- a) metoda orientovaných řezů
- b) optická metoda Škunnikova a Pjatnického
- c) fluorescenční metoda
- d) rentgenografická a radiografická metoda
- e) metoda optického zprůhlednění preparátu.

S ohledem na experimentální náročnost, pracnost a hlavně vypovídací schopnost metod byla pro textilie se složitou prostorovou křivkou osy nitě vybrána metoda s optickým zprůhledněním okolní textilní hmoty.

Určit polohu a tvar takto opticky osamostatněné nitě bylo úkolem druhé části dizertační práce. K přesnému popisu byla využita fotogrammetrická metoda prostorového vyhodnocení objektu ze dvou fotografických snímků. Zákonitosti metody

byly teoreticky rozebrány (kap. 2) a v souladu s nimi byl na autorově pracovišti vyvinut fotogrammetrický přístroj a způsob vyhodnocování snímků (kap. 3). Vzhledem k tomu, že metoda velmi blízké fotogrammetrie nebyla v ČSSR doposud k podobné problematice použita a zvláště nebyl vyvinut a ani v literatuře popsán způsob vyhodnocování snímků pořízených ve dvou optických prostředích (vzduch + imerzní kapalina) byla značná část práce věnována vyhodnocovacím postupům a testaci metody z hlediska dosažené přesnosti.

Experimentálně byla ověřena možnost využití klasické dvojsnímkové metody normálního případu stereofotogrammetrie (kap. 3.1) jejíž výhoda spočívá v binokulárním vyhodnocení obou snímků najednou na speciálním přístroji (stereokomparátoru) s automatickým tiskem souřadnic hledaných bodů. Vzhledem ke zjištěné distorzi použitého objektivu fotokamery a k obtížím které se vyskytují při vyhodnocování snímků nitě na stereokomparátoru nebyla tato metoda pro vyhodnocení osy nitě dále využita, ale byla doporučena především pro vyhodnocování povrchu textilií, analýzu tahových deformací apod.

Pro řešený úkol se ukázal jako výhodnější konvergentní případ průsekové fotogrammetrie (kap. 3.2), kdy obraz textilie je získán ze dvou stanovíšť fotografování skloněných pod určitým úhlem. Výsledky testovacích pokusů ukázaly, že navržený systém jedné kamery a otočného preparačního stolku je schopen spolehlivě zachytit prostorový tvar osy nitě v textilií. Navržené vyhodnocovací metody pro vyhodnocení zobrazovacích paprsků procházejících dvěma optickými prostředími s využitím stolního kalkulátoru HP jsou experimentálně proveditelné a dávají informace o geometrii textilie s přesností $\pm 0,04$ mm.

Závěrem práce (kap. 4) byla vyvinuta metoda získání snímků prostorového tvaru nitě v plošné textilií pomocí

optického zprůhlednění okolní hmoty při fotografování s konvergentními optickými osami záběru aplikována na některé niťové struktury u kterých zjištění složitosti tvaru prostorových křivek nití nebylo v minulosti možno provést tradičními optickými metodami (pleteniny, netkané textilie mechanicky vázané).

Navržené analytické vyhodnocení bodů na ose nitě jako soubor prostorových souřadnic bodů může být využito jako základní informace o vnitřní stavbě plošné textilie a to především k:

1. vyhodnocení prostorové křivky osy nitě

- a) grafické znázornění průmětů křivky osy nitě (v diz. práci je uveden program DISK pro stolní zapisovač kalkulátoru HP)
- b) matematické vyhodnocení křivky jako možnost získání dalších informací o struktuře (program TRAJEKT k vyhodnocení geometrických vlastností křivky)
- c) zjištění geometrické charakteristiky základní strukturální jednotky (např. očka pleteniny)

2. Vyhodnocení strukturálních vlastností

- a) tloušťky textilie bez přitlaku
- b) koeficient plošného zakrytí a objemového zaplnění
- c) směrovou orientaci textilní hmoty.

Takto zjištěné hodnoty se skutečně existující struktury dávají možnost postupně odhalovat příčinné souvislosti mezi konstrukčními parametry a vlastnostmi plošných textilií. Právě tam spatřuje autor význam vyvinuté metody a její přínos k dalšímu rozvoji vědy.

Příklady konkrétního využití metody fotogrammetrické rekonstrukce geometrie textilních plošných útvarů ve výzkumu struktury a vlastností osnovních úpletů

V rámci státního výzkumného úkolu C 53 322 104, dílčího úkolu E 01 "Výzkum struktury vzhledem k vlastnostem textilních útvarů" byly v SVÚT provedeny experimentální práce na serii osnovních pletenin jejichž cílem bylo mimo jiné fotogrammetricky proměřit a dokumentačně zachytit reálnou strukturu těchto pletenin.

Serie osnovních pletenin obsahovala 128 vzorků dvouosovního úpletu ve vazbě obráceného šarmé s variací čtyř způsobů kladení (stejnoseměrné, protiseměrné, otevřené, uzavřené) čtyř hustot řádků (120 až 210 na 10 cm) a sedmi úrovní nastaveného napětí osnovních nití. S pomocí absolventů VŠST v rámci diplomových prací bylo fotogrammetricky proměřeno všech 256 pletařských vazeb, což znamenalo vyhodnocení cca 90 000 polohových souřadnic bodů na osách nití. Výsledkem těchto měření jsou prostorové křivky nití provazujících ve vzorcích ve vazbě trikot a sukno. (1 výtisk interní zprávy SVÚT "Struktura osnovních pletenin II" SP-46/XII.79, která obsahuje dílčí výsledky řešení úkolu byla předána předsedovi komise pro obhajoby ak. Čirličovi.)

Z prvního posouzení výsledků fotogrammetrického testu lze učinit jisté závěry o

- a) prostorovém tvaru oka
- b) reálných znacích vnitřní struktury pletenin.

Tvar oka

- a) prostorový tvar oka neodpovídá dostatečně přesně žádné dosud publikované modelové představě.

Rovina lícního oka neleží v rovině úpletu, ale svírá s ní určitý úhel, který je funkcí konstrukčních parametrů pleteniny. Tím byla exaktně potvrzena teorie Mojsejenka o natočení a naklonění oček, jež vycházela z pozorování povrchu textile. Tento úhel roviny lícního oka (roviny, ve které je plocha kolmého průmětu lícního oka ohraničena osou nitě maximální) je snadno určena počítači z prostorových souřadnic bodů na ose nitě.

Pro ilustraci je na obr. 1 graficky zachycen průběh nitě trikotového kladení jehož rovina lícních oček je zhruba v rovině pleteniny a na obrázku 2 rovněž průběh nitě trikotového kladení, kde rovina lícního oka byla vyhledána na počítači a do této roviny a dvou k ní kolmých průmětem je pak zakreslen prostorový tvar osy nitě.

- b) Způsob kladení nitě na jehlu (otevřené, uzavřené kladení) se významně projevuje ve tvaru oka a spotřeby nitě na oko. Na obrázku 3 a 4 jsou znázorněny průběhy nití trikotového kladení konstrukčně stejných pletenin, přičemž na obr. 3 je vazba vytvořena kladením stejnosměrným otevřeným a na obr. 4 protisměrným kladením uzavřeným. Již z prvního pohledu je zřejmý rozdíl ve tvaru oka.
- c) Významným a zatím zcela opomíjeným faktorem, který ovlivňuje tvar a stabilitu strukturální jednotky je poměr napětí obou kladecích přístrojů. Z obr. 5 je zřejmé, že oka trikotu i sukna u vazby obrácené šarmé se vlivem napětí nití značně naklání a mění tvar.
- d) Byl potvrzen rozdíl mezi tvarem a velikostí lícního oka prvního a druhého kladecího přístroje. Ukazuje se, že u modelů oček dvousnovných pletenin je nutné počítat s různou spotřebou nitě na lícní oko.

Na obr. 6 jsou zakresleny obě vazby v rovině pleteniny tak, jak spolu skutečně provazují.

Autorem provedená experimentální verifikace modelů oček osnovních pletenin ukázala, že nerespektování vlivů způsobu kladení, poměru napětí a především délky kladení prvního a druhého kladecího přístroje vede k závažným chybám.

Reálné znaky vnitřního uspořádání struktury osnovních pletenin

Prostorová křivka osy nitě v pletenině, jež je daná souřadnicemi bodů x, y, z dává možnost analyzovat znaky a vlastnosti reálné struktury. Tak je možno například jednoduše získat tyto hodnoty:

a) tloušťku pleteniny "t"

Skutečná tloušťka pleteniny bez jakéhokoli přitlaku může být zjištěna u každého oka jako maximální vzdálenost osy nitě měřená v pořadnici z s přidáním jednoho průměru nitě d



$$t = z_{\max} - z_{\min} + d$$

Bylo zjištěno, že fotogrammetricky zjištěná tloušťka je menší než tloušťka naměřená v laboratoři. Měřením metodou přitlačné destičky o ploše 25 cm^2 s přitlakem $0,049 \text{ N/cm}^2$ jsou proměřena jen oka silná, zatímco malá oka se na výsledku neprojeví.

b) Spotřeba nitě na očko "L"

Je jednoduše zjištěna jako délka aproximované lomené čáry podle vzorce

$$L = \sum_{i=1}^n \sqrt{(x_{i+1} - x_i)^2 + (y_{i+1} - y_i)^2 + (z_{i+1} - z_i)^2}$$

kde x_i, y_i, z_i jsou prostorové souřadnice i -tého bodu na křivce osy nitě.

I když fotogrammetricky zjištěná délka oka je zatížena náhodnou chybou z důvodu malého počtu měření ukázalo se, že spotřeba nitě na očko zjištěná fotogrammetricky je větší cca o 5 % než hodnota zjištěná ze sepletení, viz graf na obr. 7. Je to způsobeno pravděpodobně tím, že měření na stroji se provádí na osnově v napnutém stavu, zatímco fotogram. měření se provádí na zcela uvolněné pletenině.

c) Koeficient plošného zakrytí " z_p "

Koeficient plošného zakrytí vyjadřuje podíl plochy průmětu příze v očku do roviny $W = 0$ k celkové ploše strukturální jednotky a je rovněž ze souřadnic bodů na ose nitě jednoduše zjištěn.

$$z_p = \frac{L_{xy} \cdot d}{w \cdot c}$$

kde L_{xy} je délka průmětu osy nitě v očku do roviny $W = 0$ a je dána výrazem

$$L_{xy} = \sum_{i=1}^n \sqrt{(x_{i+1} - x_i)^2 + (y_{i+1} - y_i)^2}$$

U proměřené série osnovních pletenin bylo zjištěno, že koeficient plošného zakrytí je ovlivněn způsobem kladení. U stejnosměrného kladení dochází k vytvoření šikmých a pootočených oček vzhledem k rovině úpletu,

takže jejich průmět do této roviny je menší než u protisměrného kladení.

d) Koeficient objemového zaplnění " α_0 "

Koeficient objemového zaplnění α_0 vyjadřuje podíl objemu nitě k objemu celé strukturální jednotky

$$\alpha_0 = \frac{L \frac{\pi d^2}{4}}{0 \cdot w (t_2 + d)}$$

kde $(t_2 + d)$ vyjadřuje tloušťku pleteniny

t_2 je určeno vztahem $| \alpha_{max} - \alpha_{min} |$

Byl potvrzen předpoklad že s rostoucí hustotou řádků nabývá koeficient α_0 vyšších hodnot.

e) Směrová orientace textilní hmoty

Vyjadřuje podíl průmětu textilní hmoty do směru jednotlivých os z celkové hmoty pleteniny a je dána těmito vztahy:

$$S_x = \sum_{i=1}^n \frac{(x_{i+1} - x_i)^2}{(x_{i+1} - x_i)^2 + (y_{i+1} - y_i)^2 + (z_{i+1} - z_i)^2} \cdot \frac{1}{n}$$

$$S_y = \sum_{i=1}^n \frac{(y_{i+1} - y_i)^2}{(x_{i+1} - x_i)^2 + (y_{i+1} - y_i)^2 + (z_{i+1} - z_i)^2} \cdot \frac{1}{n}$$

$$S_z = \sum_{i=1}^n \frac{(z_{i+1} - z_i)^2}{(x_{i+1} - x_i)^2 + (y_{i+1} - y_i)^2 + (z_{i+1} - z_i)^2} \cdot \frac{1}{n}$$

kde n je počet bodů na ose nitě tvořících jedno očko.

Platí, že

$$S_x + S_y + S_z = 1$$

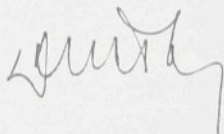
Ke zjištění všech těchto hodnot byl sestaven program VYHOD, který řídí výpočet jednotlivých koeficientů.

Byla zjištěna závislost mezi převládajícím směrem os přízí v pletenině a hodnotou napětí při určité stanovené tahové deformaci. Převládající směry os přízí byly naměřeny na fotogrammetrických křivkách jako úhly náklonu lícních oček v rovině pleteniny.

Dodatek

O výsledcích získaných pomocí fotogrammetrické metody byl autorem podán referát na Mezinárodním kongresu pletařských odborníků, Budapešť, 1979. Patentovou čistotu a novost metody potvrzuje udělení čs. autorského osvědčení č. 3879-79.

V Liberci dne 6.4.1982.





154 + 50 T

TRIKOT

740W 10.2x



válcová plocha
lícniho očka

rovina lícniho očka

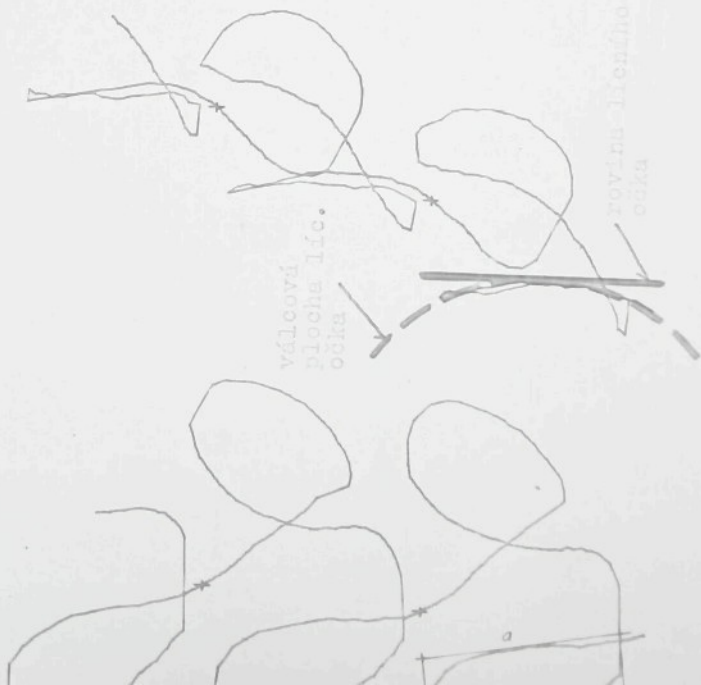
úhel- 50

zv. - 30

rovina 1. očka



α = úhel mezi rovinou
líc. očka a rov.
pleténiny

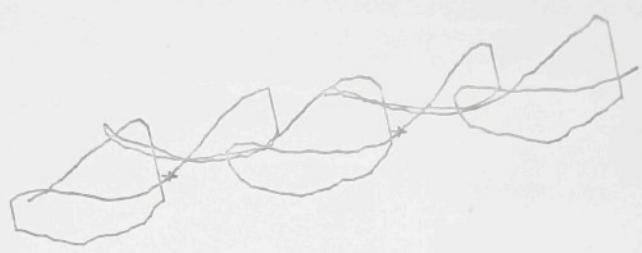
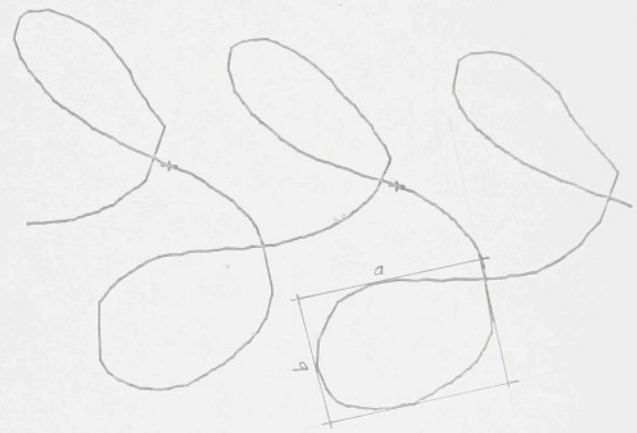


154 - 26 T

úhel- 40

zv. - 30

rovina 2. očka



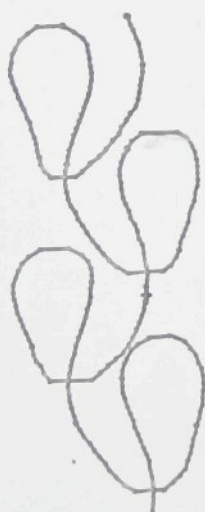
1 mm



154 - 34 T.

úhel 90°

zvětšení 16,67



Tvar a naklonění oček vlivem různého napětí nití
1. a 2. kladecího přístroje

Materiál PADh 10 tex, 1.kl. přístroj sukno, 2.kl. přístroj trikot

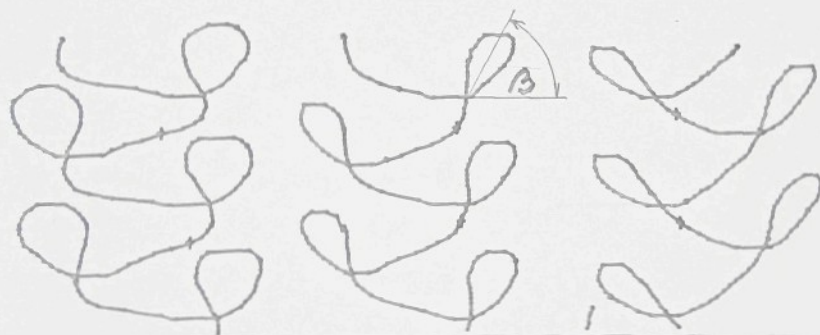
1 mm



Napětí 0,059 N

0,054 N

0,015 N



0,044 N

0,167 N

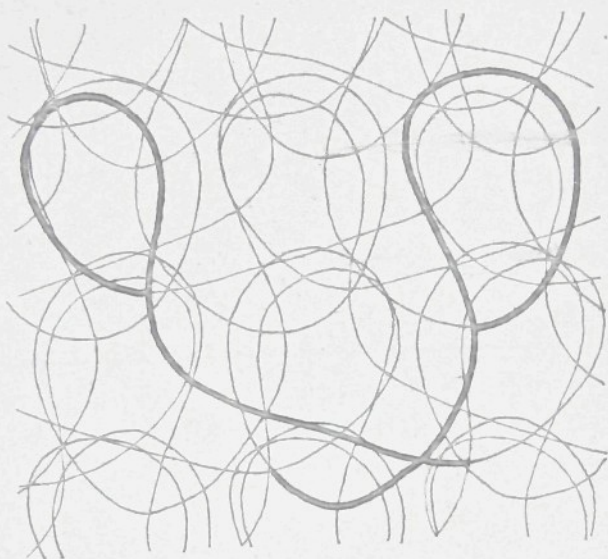
0,162 N

Poměr napětí sukna a trikotu

1,34

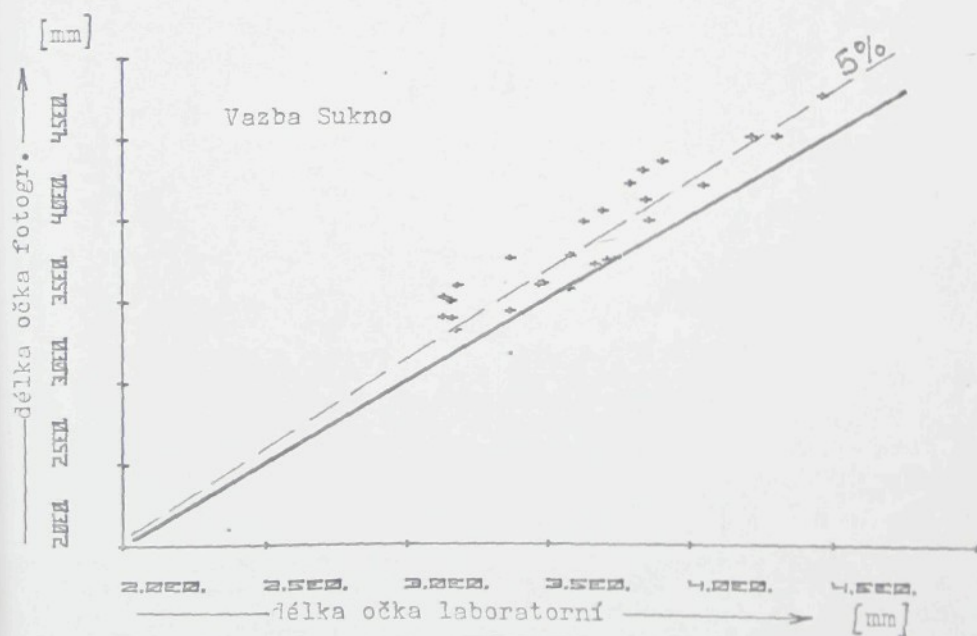
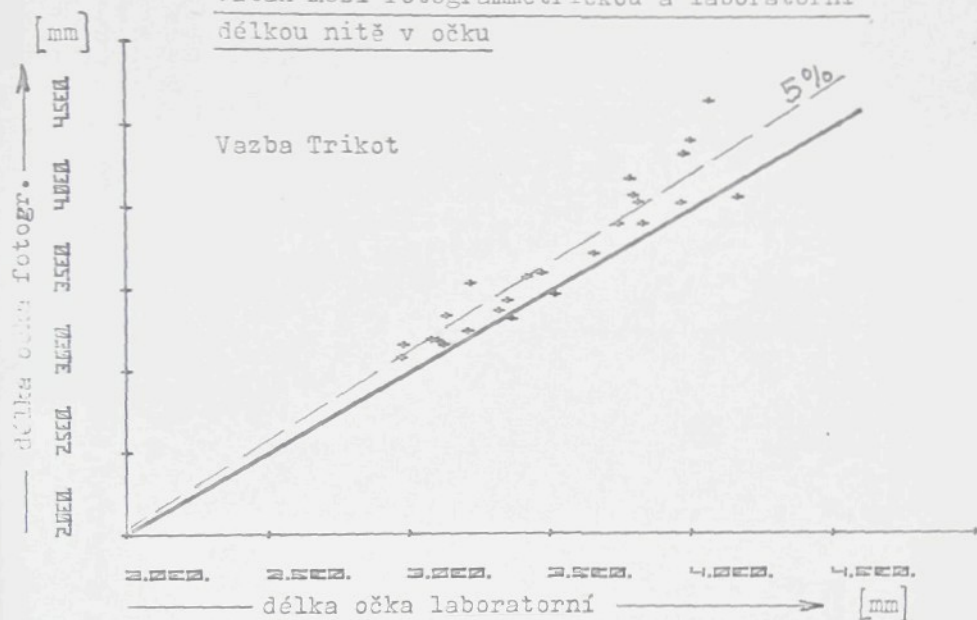
0,32

0,09



obr.6

Vztah mezi fotogrammetrickou a laboratorní
délkou nitě v očku

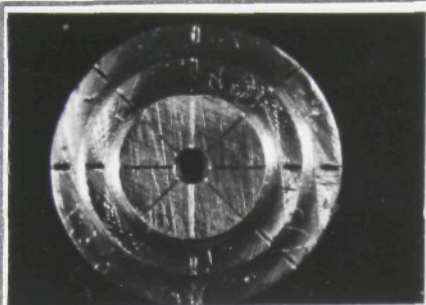


2. PŘÍLOHA
LI 134

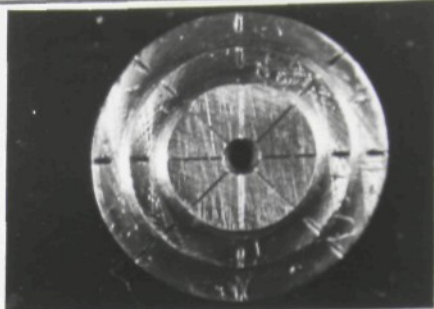
1134

Podmínky fotografických pokusů

Pokus č.	Datum	Podmínky v laboratoři		Kamera Objektiv	Zvětšení m_s	Osvět.	Film	Číslo		Fotografovaný předmět	Expo- sice sec	Clo- na		Orientace osy záblhu v			Zákl.	Poznámka
		°C	λ					negat.	fol.					φ°	ψ°	χ°		
1	26.1. 1977	22 ± 4	55 ± 5	Exakta Varex	3,2	2x60 W	ORWO 15 DIN	45	1	Osnovní dvoupřístrojový úplet	30	16	0	0	0	0	-	s fluorescencí
2	27.1. 1977	22 ± 4	55 ± 5	Exakta Varex	3,2	2x60 W	ORWO 15 DIN	-	9	" (11c)	30	16	45	0	0	0	-	"
								10		" (rub)	30	16	45	0	0	0	-	"
4	2.2. 1977	22 ± 4	55 ± 5	Exakta Varex	2,6	2x60 W	ORWO 15 DIN	-	1	"	6	16	0	0	0	0	-	s monochlorbenzenem
19	15.7. 1977	22 ± 2	55 ± 5	Praktica LTL obj. Pancolar 1,8/50	1,199	2xPR 250 W	ORWO 15 DIN	2	15	Ocelový válcový blok v Petriho mísece bez monochlorbenzenu	1/4	22	0	0	0	0	12	zastřeno na horní plochu bloku
								4	18		1/4	22	0	0	0	0	12	
1	17.8. 1977	22 ± 2	55 ± 5	Praktica LTL obj. Pancolar 1,8/50	1,199	2xPR 250 W	ORWO 15 DIN	56	3	Skleněná čtvercová roviněná mřížka	1/15	22	0	0	0	0	6	stereodvojice
								58	4	"	1/15	22	0	0	0	0	6	
								60	5	"	1/15	22	0	0	0	0	-	zastřeno na mřížku
								62	6	"	1/15	22	0	0	0	0	-	kamera zvednuta o 4 mm
								64	7	"	1/15	22	0	0	0	0	-	" = 8 mm
								66	8	"	1/15	22	0	0	0	0	-	kamera snížena o 4 mm
								68	9	"	1/15	22	0	0	0	0	-	" = 8 mm
								72	2	Ocelový válcový blok v Petriho	1/8	22	45	0	0	0	-	
								74	3	mísece bez monochlorbenzenu	1/8	22	45	0	0	0	-	preparát otočen o 180°
								80	6	Ocelový válcový blok v Petriho	1/8	22	45	0	0	0	-	
								82	7	mísece s monochlorbenzenem	1/8	22	45	0	0	0	-	preparát otočen o 180°



Pok.19, neg.2



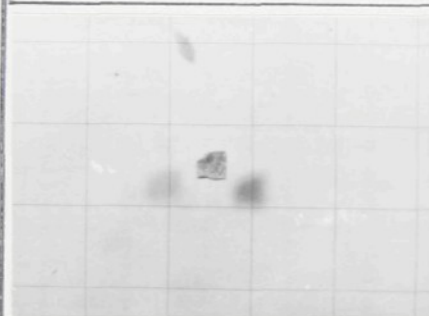
Pok.19, neg.4



Pok.21, neg.56



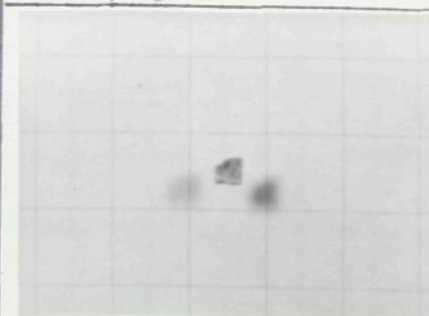
Pok.21, neg.58



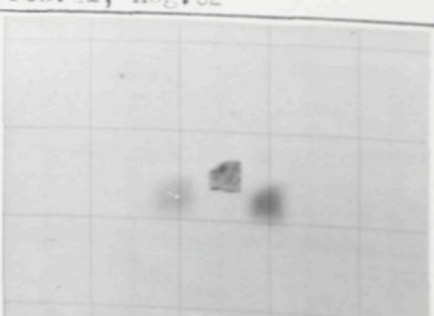
Pok.21, neg.60



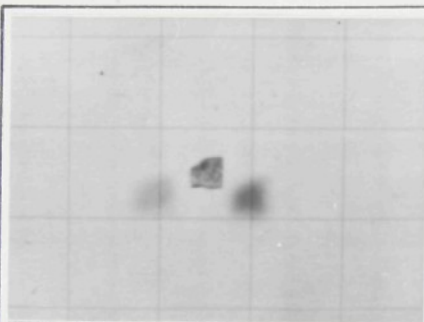
Pok.21, neg.62



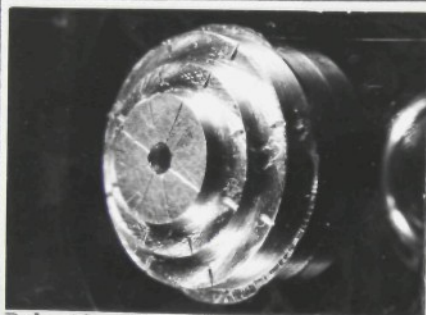
Pok.21, neg.64



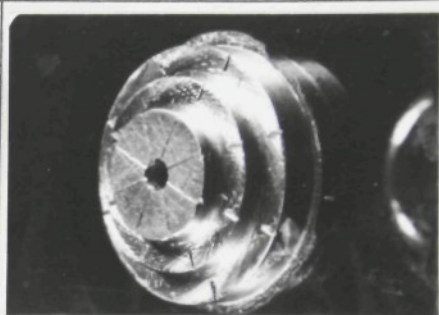
Pok.21, neg.66



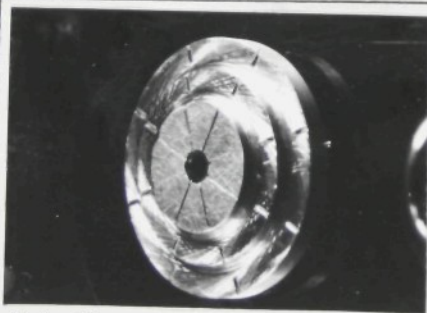
Pok.21, neg.68



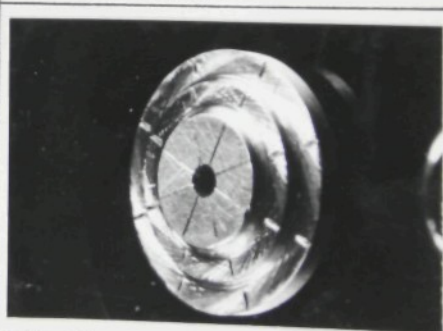
Pok.22, neg.72



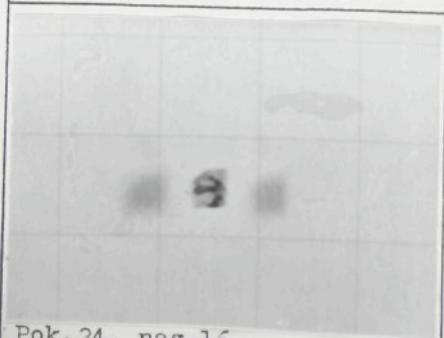
Pok.22, neg.74



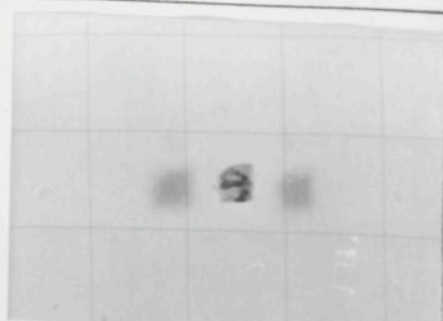
Pok.22, neg.80



Pok.22, neg.82



Pok.24, neg.16



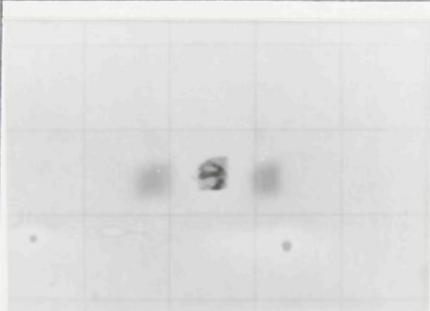
Pok.24, neg.18



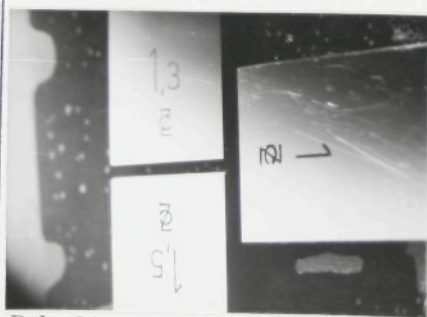
Pok.24, neg.20



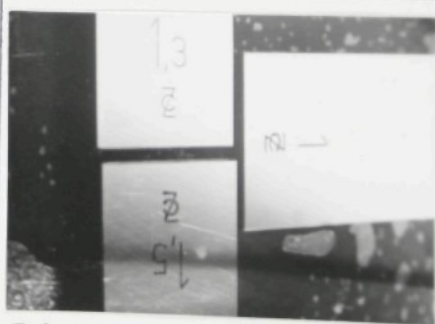
Pok.24, neg.22



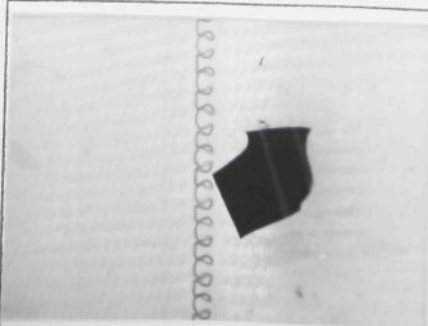
Pok.24, neg.24



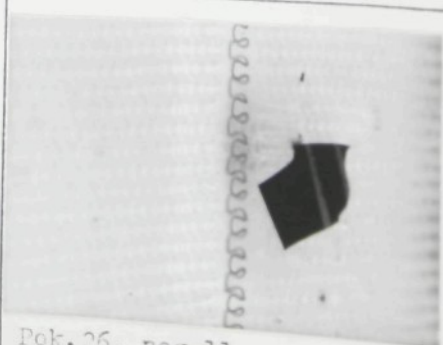
Pok.24, neg.70



Pok.24, neg.74



Pok.26, neg.9



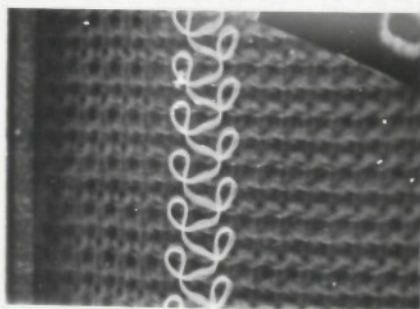
Pok.26, neg.11



Pok.26, neg.13



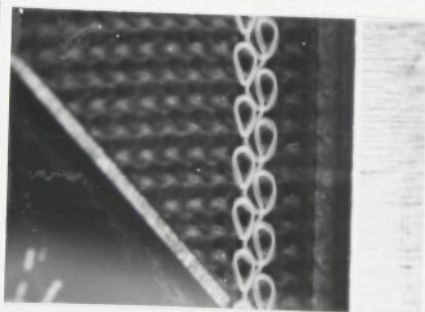
Pok.26, neg.15



Pok.26, neg.21



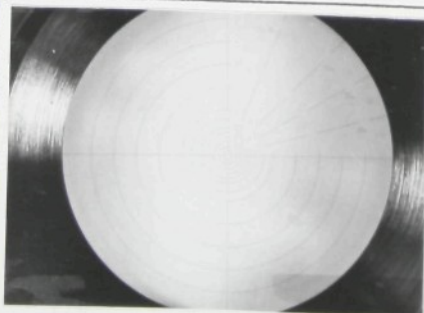
Pok.26, neg.23



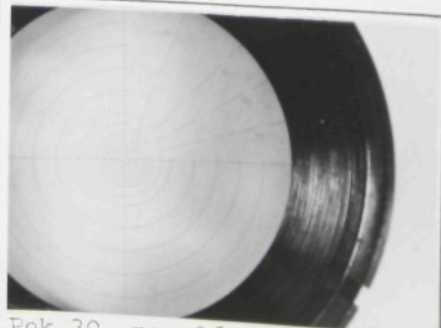
Pok.26, neg.25



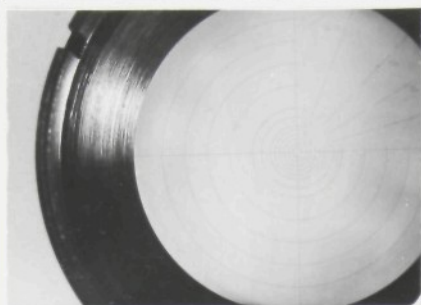
Pok.26, neg.27



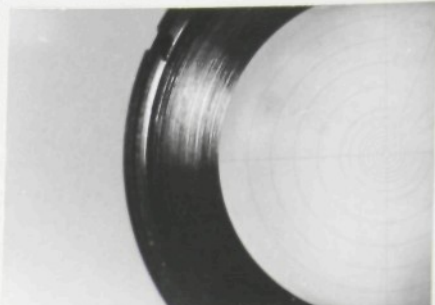
Pok.30, neg.34



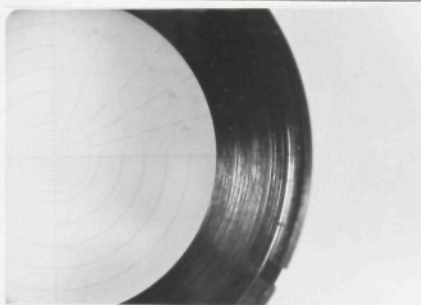
Pok.30, neg.36



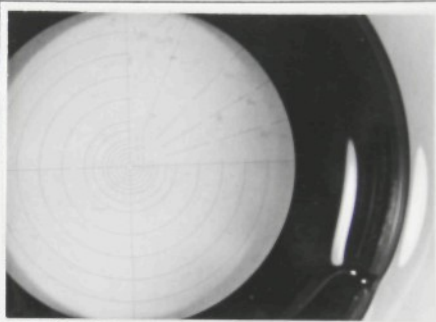
Pok.30, neg.38



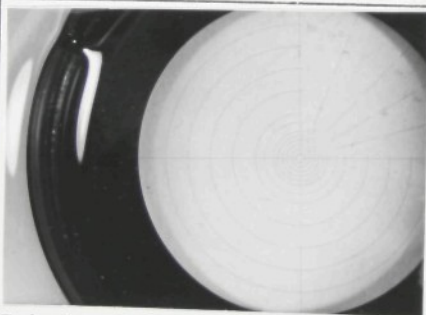
Pok.30, neg.40



Pok.30, neg.42



Pok.30, neg.46



Pok.30, neg.50

P Ř Í L O H A II

MĚŘENÍ A VYHODNOCENÍ TESTOVACÍCH POKUSŮ

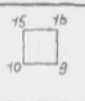
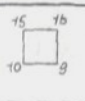
OBSAH :

Vyhodnocení fotografií s různou vzdál. α ($m_s = 1,356$)	P8, P9
Mikrometrické měření válcového bloku	P10
Kruhová skleněná šablona - nákres	P11
Proměření kruhové skl. šablony na stereo- komparátoru	P12, P13
Vyhodnocení fotografie kruhové šablony (monokulárně)	P14, P15
Měření stereofotografií skl.mřížky při $b = 6$ mm	P16
Měření stereodvojice snímků kruh. šablony při $b = 12$ mm	P17, P18
Vyhodnocení snímků kruh.šablony (FOTO S)	P19
Měření stereodvojice snímků kruh.šablony při $b = 20$ mm	P20, P21
Vyhodnocení snímků kruh. šablony (FOTO S)	P22
Vyhodnocení snímků kruh.šablony při $b = 12$ mm (v kapalině) s různou hodnotou f_K a h_K (FOTO S)	P23 - P26
Kreslené pozitivy snímků válc. bloku v kapalině	P27, P28
Vyhodnocení snímků válc.bloku zjedn. metodou	P29
Vyhodnocení snímků válc.bloku (FOTO K)	P30
Vyhodnocení snímků Johansonových měrek v kapalině s různou hodnotou f_K a h_K (FOTO K)	P31, P32
Kreslené pozitivy snímků Joh.měrek (opakov.pokusy)	P33 - P38
Vyhodnocení snímků Joh. měrek (FOTO K) —" —	P39, P40

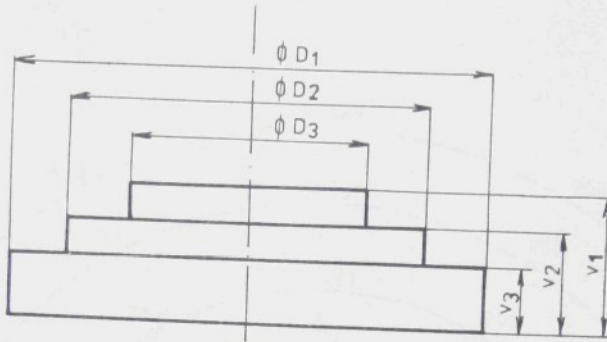
Vyhodnocení fotografií s různou předm.vzdáleností na stereo-
($m_s = 1,356$) komparátoru

fot.č.	pořadí mříž.	bod č.	souřadnice bodů		Rozměry			Ø rozměr strany □ l_s / mm /	
			x' →	y' ↑	l_s	strana			mm
16	1.	10	100,000	100,000	15-10	7,271	$l_s = 7,290$ $\sigma = 0,013$		
		15	100,006	107,271	16-15	7,287			
		16	107,293	107,297	16- 9	7,299			
		9	107,297	99,998	9-10	7,297			
	2.	10	100,009	99,997	15-10	7,274			
		15	100,016	107,283	16-15	7,290			
		16	107,306	107,296	16- 9	7,308			
		9	107,297	99,988	9-10	7,288			
	3.	10	100,005	99,986	15-10	7,270			
		15	100,011	107,275	16-15	7,290			
		16	107,301	107,289	16- 9	7,307			
		9	107,305	99,982	9-10	7,300			
18	1.	10	99,999	100,000	15-10	7,020	$l_s = 7,027$ $\sigma = 0,004$		
		15	99,998	107,019	16-15	7,030			
		16	107,028	107,039	16- 9	7,029			
		9	107,028	100,010	9-10	7,030			
	2.	10	100,003	100,002	15-10	7,022			
		15	100,003	107,025	16-15	7,024			
		16	107,027	107,038	16- 9	7,031			
		9	107,026	100,007	9-10	7,023			
	3.	10	99,997	100,005	15-10	7,028			
		15	99,996	107,025	16-15	7,028			
		16	107,024	107,032	16- 9	7,027			
		9	107,024	100,005	9-10	7,027			
20	1.	10	100,000	100,000	15-10	6,776	$l_s = 6,780$ $\sigma = 0,003$		
		15	100,000	106,776	16-15	6,784			
		16	106,784	106,776	16- 9	6,782			
		9	106,784	99,994	9-10	6,784			
	2.	10	100,000	99,998	15-10	6,775			
		15	100,000	106,775	16-15	6,780			
		16	106,780	106,775	16- 9	6,780			
		9	106,783	99,995	9-10	6,783			
	3.	10	100,000	100,000	15-10	6,778			
		15	100,000	106,778	16-15	6,778			
		16	106,778	106,778	16- 9	6,781			
		9	106,778	99,997	9-10	6,778			

Vyhodnocení fotografií s různou předm.vzdáleností na stereo-
($m_s = 1,356$) pokračování komparátoru

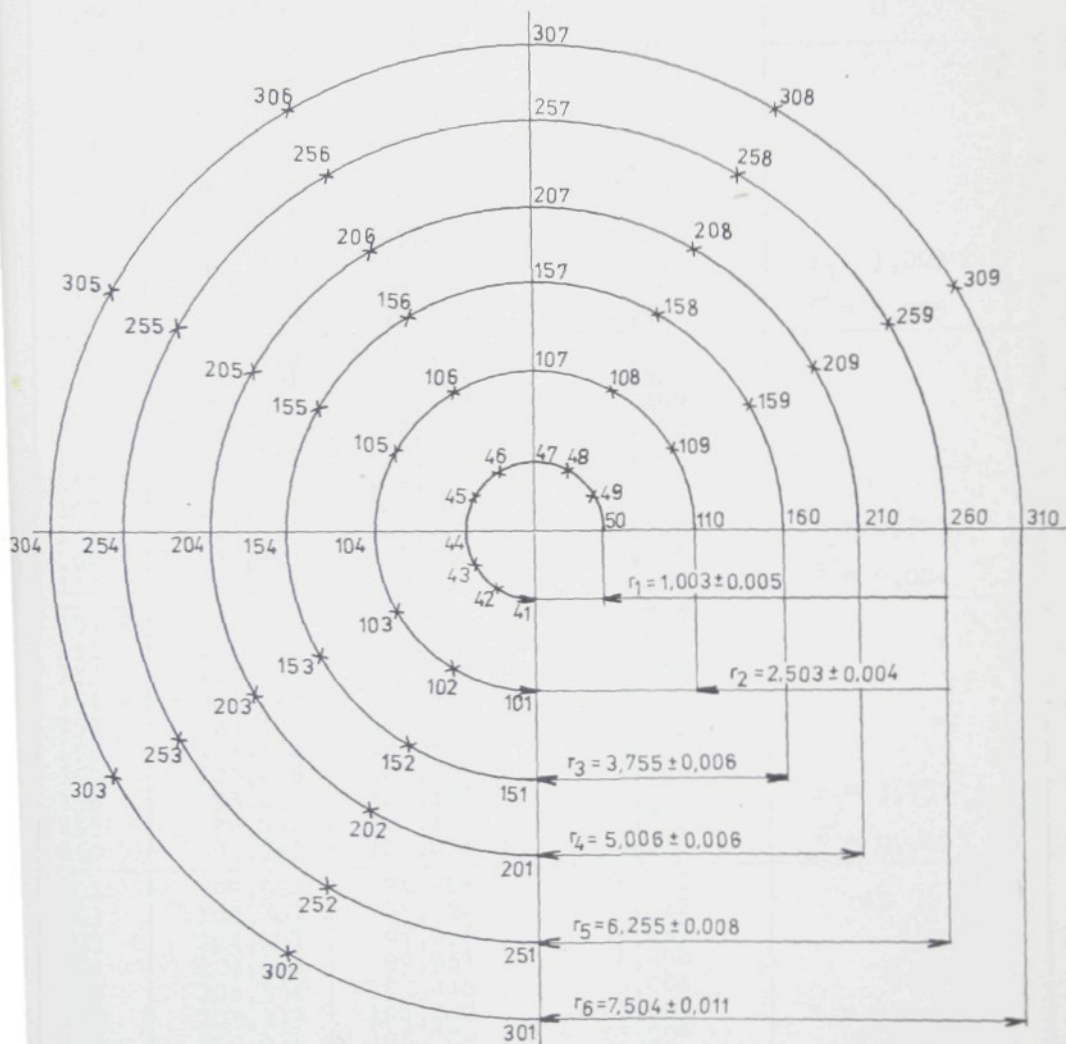
fot.č.	pořadí měř.	bod č.	souřadnice bodů		Rozměry		 Ø rozměr strany $\square l_s$ / mm /
			x' →	y' ↑	l_s		
22	1.	10	100,000	100,000	15-10	6,562	$l_s = 6,560$ $\sigma = 0,004$
		15	100,006	106,562	16-15	6,559	
		16	106,565	106,559	16- 9	6,557	
		9	106,563	100,002	9-10	6,563	
	2.	10	100,002	99,998	15-10	6,556	
		15	100,004	106,559	16-15	6,559	
		16	106,563	106,555	16- 9	6,557	
		9	106,559	99,998	9-10	6,556	
	3.	10	100,003	100,004	15-10	6,559	
		15	100,005	106,562	16-15	6,570	
		16	106,575	106,559	16- 9	6,559	
		9	106,565	100,000	9-10	6,562	
24	1.	10	100,000	100,000	15-10	6,322	$l_s = 6,337$ $\sigma = 0,008$
		15	100,003	106,322	16-15	6,344	
		16	106,347	106,327	16- 9	6,328	
		9	106,336	99,999	9-10	6,336	
	2.	10	99,995	100,005	15-10	6,334	
		15	100,015	106,329	16-15	6,329	
		16	106,344	106,341	16- 9	6,345	
		9	106,336	99,996	9-10	6,341	
	3.	10	99,996	99,998	15-10	6,333	
		15	99,998	106,329	16-15	6,338	
		16	106,336	106,343	16- 9	6,352	
		9	106,334	99,991	9-10	6,338	

Tabulka hodnot mikrometrického měření válcového bloku



para- metr	průměr bloku /mm/			výška bloku /mm/		
	D_1	D_2	D_3	v_1	v_2	v_3
	12,000	9,030	6,010	3,960	2,945	1,995
	12,000	9,030	6,010	3,960	2,940	1,990
	12,000	9,030	6,010	3,960	2,940	1,980
	12,000	9,030	6,010	3,960	2,950	1,990
				3,955	2,950	2,000
				3,955	2,945	1,985
				3,955	2,945	1,985
				3,960	2,940	1,995
$\bar{x}$	12,000	9,030	6,010	3,958	2,944	1,990
σ	0	0	0	0,003	0,004	0,007

KRUHOVÁ SKLENĚNÁ ŠABLONA MIKROSKOPU



Proměření kruhové skleněné šablony na stereokomparátoru

| mm |

bod číslo	x	y	poloměr kruhu $r = \sqrt{x^2 + y^2}$	průměrná hodnota poloměru kruhu
střed	100,000	100,000	0	0
41	99,987	98,995	1,005	$r_1 = 1,003$ $\sigma = 0,005$
42	100,379	99,070	1,004	
43	100,834	99,451	0,998	
44	101,005	99,986	1,005	
45	100,938	100,368	1,008	
46	100,511	100,867	1,006	
47	100,004	101,010	1,010	
48	99,547	100,893	1,001	
49	99,103	100,438	0,998	
50	99,006	99,999	0,994	
101	99,975	97,495	2,505	$r_2 = 2,503$ $\sigma = 0,004$
102	101,001	97,707	2,502	
103	102,014	98,520	2,499	
104	102,503	99,980	2,503	
105	102,349	100,862	2,502	
106	101,200	102,203	2,509	
107	100,017	102,509	2,509	
108	98,846	102,225	2,506	
109	97,817	101,214	2,498	
110	97,500	100,011	2,500	
151	99,964	96,241	3,759	$r_3 = 3,755$ $\sigma = 0,006$
152	101,689	96,650	3,752	
153	103,235	98,108	3,748	
154	103,746	99,983	3,746	
155	103,462	101,458	3,757	
156	101,458	103,467	3,761	
157	100,025	103,766	3,766	
158	98,421	103,408	3,756	
159	96,894	102,106	3,753	
160	96,247	100,014	3,753	
201	99,958	94,988	5,012	$r_4 = 5,006$ $\sigma = 0,006$
202	102,407	95,604	5,012	
203	104,001	97,006	4,997	
204	104,998	99,957	4,998	
205	104,364	102,448	5,004	
206	102,319	104,440	5,009	
207	100,033	105,009	5,009	
208	97,836	104,510	5,002	
209	95,831	102,768	5,004	
210	94,987	100,031	5,013	

Polomření kruhové skleněné šablony na stereokomparátoru

(pokračování)

| mm |

bod číslo	x	y	poloměr kruhu $r = \sqrt{x^2 + y^2}$	průměrná hodnota poloměru kruhu
251	99,947	93,731	6,269	$r_5 = 6,255$ $\sigma = 0,008$
252	102,742	94,374	6,259	
253	105,343	96,761	6,248	
254	106,244	99,960	6,244	
255	105,255	103,379	6,248	
256	103,055	105,464	6,260	
257	100,042	106,263	6,263	
258	97,041	105,504	6,249	
259	94,753	103,399	6,251	
260	93,739	100,031	6,261	
301	99,938	92,471	7,529	$r_6 = 7,504$ $\sigma = 0,011$
302	103,594	93,468	7,505	
303	106,488	96,248	7,495	
304	107,486	99,959	7,486	
305	106,449	103,829	7,500	
306	103,765	106,498	7,510	
307	100,055	107,507	7,507	
308	96,734	106,749	7,498	
309	93,969	104,460	7,501	
310	92,492	100,036	7,508	

Kontrolní měření

41	99,986	99,002	0,998	$r_1 = 1,003$ $\sigma = 0,004$
44	101,005	99,992	1,005	
47	100,011	101,006	1,006	
50	98,999	100,002	1,001	
101	99,976	97,499	2,501	$r_2 = 2,504$ $\sigma = 0,006$
104	102,499	99,988	2,499	
107	100,016	102,512	2,512	
110	97,497	100,010	2,503	
151	99,964	96,247	3,753	$r_3 = 3,756$ $\sigma = 0,005$
154	103,751	99,979	3,751	
157	100,028	103,763	3,763	
160	96,244	100,020	3,756	
201	99,957	94,991	5,009	$r_4 = 5,006$ $\sigma = 0,011$
204	104,990	99,977	4,990	
207	100,030	105,012	5,012	
210	94,988	100,028	5,012	
251	99,945	93,734	6,266	$r_5 = 6,258$ $\sigma = 0,009$
254	106,246	99,966	6,246	
257	100,039	106,263	6,263	
260	93,742	100,032	6,258	
301	99,942	92,470	7,530	$r_6 = 7,508$ $\sigma = 0,015$
304	107,488	99,956	7,488	
307	100,048	107,509	7,509	
310	92,494	100,035	7,506	

Vyhodnocení fotografie kruhové šablony na stereokomparátoru

(Fokus č.30, fot.č.34)

($m_s = 1,339$)

| mm |

bod číslo	x'	y'	poloměr kruhu $r = \sqrt{x'^2 + y'^2}$	průměrná hodnota poloměru kruhu
střed	100,042	99,815	0	0
101	99,971	96,473	3,343	$r_2 = 3,352$ $\sigma = 0,013$
102	98,487	96,865	3,334	
103	97,117	98,198	3,342	
104	96,692	99,894	3,351	
105	97,057	101,355	3,359	
106	98,344	102,730	3,373	
107	100,120	103,181	3,367	
108	101,518	102,836	3,362	
109	102,739	101,802	3,350	
110	103,378	99,745	3,337	
151	99,941	94,798	5,018	$r_3 = 5,026$ $\sigma = 0,013$
152	97,731	95,367	5,012	
153	95,685	97,349	5,006	
154	95,026	99,939	5,018	
155	95,531	102,039	5,029	
156	97,471	104,162	5,050	
157	100,158	104,854	5,040	
158	102,287	104,316	5,030	
159	104,476	102,186	5,028	
160	105,065	99,704	5,024	
201	99,904	93,122	6,694	$r_4 = 6,696$ $\sigma = 0,014$
202	96,555	94,116	6,681	
203	94,062	96,840	6,679	
204	93,363	99,977	6,681	
205	94,033	102,772	6,697	
206	97,078	105,851	6,724	
207	100,194	106,526	6,712	
208	103,277	105,679	6,697	
209	105,587	103,567	6,695	
210	106,735	99,664	6,695	
251	99,864	91,444	8,373	$r_5 = 8,365$ $\sigma = 0,015$
252	95,850	92,589	8,354	
253	92,880	95,534	8,344	
254	91,695	100,010	8,349	
255	93,047	104,415	8,372	
256	96,401	107,375	8,391	
257	100,224	108,196	8,383	
258	104,018	107,175	8,365	
259	107,195	104,137	8,357	
260	108,400	99,528	8,360	

Vyhodnocení fotografie kruhové šablony na stereokomparátoru

(Pokus č.30, fot.č.34) pokračování

($m_s = 1,339$)

| mm |

bod číslo	x'	y'	poloměr kruhu $r = \sqrt{x'^2 + y'^2}$	průměrná hodnota poloměru kruhu
301	99,830	89,781	10,036	$r_6 = 10,024$ $\sigma = 0,011$
302	95,005	91,154	10,019	
303	91,450	94,678	10,011	
304	90,035	100,054	10,010	
305	90,905	103,930	10,021	
306	95,672	108,855	10,041	
307	100,267	109,851	10,039	
308	104,523	108,781	10,023	
309	108,737	104,799	10,022	
310	110,057	99,586	10,018	

Kontrolní měření

101	99,975	96,472	3,344	$r_2 = 3,351$ $\sigma = 0,012$
104	96,696	99,898	3,347	
107	100,121	103,184	3,370	
110	103,386	99,737	3,345	
151	99,944	94,797	5,019	$r_3 = 5,027$ $\sigma = 0,010$
154	95,023	99,933	5,020	
157	100,156	104,855	5,041	
160	105,068	99,705	5,027	
201	99,902	93,122	6,695	$r_4 = 6,693$ $\sigma = 0,009$
204	93,362	99,976	6,682	
207	100,187	106,517	6,704	
210	106,732	99,662	6,692	
251	99,864	91,450	8,377	$r_5 = 8,365$ $\sigma = 0,013$
254	91,692	100,021	8,353	
257	100,223	108,195	8,382	
260	108,400	99,626	8,360	
301	99,833	89,777	10,040	$r_6 = 10,027$ $\sigma = 0,016$
304	90,036	100,053	10,009	
307	100,262	109,853	10,040	
310	110,057	99,588	10,018	

Měření stereofotografií skleněné mřížky při $b=6$ mm (pokus č.21)
(fot. č. 56,58)

Poř. č.	Snímkové souřadnice (mm)				Prostorové souřadnice (mm)		
	x'	y'	p_x	p_y	x	y	z
01	100,000	100,000	100,000	100,000	-	-	-
02	94,587	90,924	107,087	99,945	80,079	76,978	92,030
03	100,558	90,876	107,143	99,986	84,467	76,334	91,309
04	106,529	90,867	107,147	100,000	89,432	76,284	91,258
05	112,459	90,867	107,099	100,022	95,049	76,800	91,875
08	112,490	96,829	107,123	100,002	94,755	81,563	91,565
09	106,544	96,824	107,175	100,002	89,096	80,968	90,901
10	100,560	96,827	107,174	99,999	84,104	80,982	90,914
11	94,569	96,830	107,123	99,995	79,659	81,564	91,565
14	94,566	102,812	107,119	99,996	79,702	86,651	91,617
15	100,554	102,812	107,173	99,996	84,110	85,999	90,927
16	106,542	102,813	107,173	99,995	89,119	86,000	90,927
17	112,493	102,822	107,131	99,978	94,651	86,514	91,462
20	112,480	108,796	107,125	99,962	94,720	91,618	91,539
21	106,538	108,798	107,169	99,990	89,166	91,057	90,978
22	100,554	108,796	107,159	100,007	84,275	91,183	91,105
23	94,578	108,767	107,114	100,029	79,768	91,735	91,681

Proměření rohů snímků č. 56 a 58, pokus č. 21

2	81,934	111,834	99,986	100,038	002 - 003 = 35,987 mm
3	117,921	112,043	99,991	100,001	003 - 004 = 23,929 mm
4	118,012	88,114	99,979	100,001	004 - 005 = 35,954 mm
5	82,058	87,912	99,979	100,001	005 - 002 = 23,922 mm

Měření stereodvojice snímků kruhové šablony na stereokomparátoru

při $b = 12 \text{ mm}$ (bez kapaliny)

(Pokus č. 30, fot. č. 36, 38)

(mm)

Bod číslo	snímkové souřadnice naměřené				snímkové souřadnice vypočtené		
	x'	y'	P_x	P_y	x'_1	$y'_1 = y'_2$	x'_2
M'	100,000	100,000	100,000	100,000			
01	107,956	100,349	115,981	99,649	- 7,956	-0,349	8,025
41	107,985	101,683	115,990	99,645	- 7,985	-1,683	8,005
42	108,507	101,533	115,990	99,645	- 8,567	-1,533	7,423
43	109,173	100,908	115,990	99,645	- 9,173	-0,908	6,817
44	109,302	100,324	115,990	99,645	- 9,302	-0,324	6,628
45	109,117	99,657	115,990	99,645	9,117	+0,343	6,873
46	108,552	99,133	115,990	99,645	8,552	+0,857	7,438
47	107,928	99,000	115,990	99,645	7,928	+1,000	8,062
48	107,364	99,143	115,990	99,645	7,364	+0,857	8,626
49	106,816	99,672	115,990	99,645	6,816	+0,328	9,178
50	106,630	100,380	115,990	99,645	6,630	-0,380	9,360
101	108,025	103,684	115,990	99,644	8,025	-3,684	7,965
102	109,435	103,337	115,990	99,644	9,435	-3,337	6,555
103	110,979	101,749	115,989	99,644	10,979	-1,749	5,010
104	111,284	100,282	115,975	99,639	11,284	-0,282	4,692
105	110,966	98,925	115,974	99,639	10,966	+1,074	5,008
106	109,513	97,377	115,974	99,641	9,513	+2,623	6,451
107	107,882	96,991	115,982	99,641	7,882	+3,009	8,100
108	106,320	97,428	115,985	99,641	6,320	+2,572	9,655
109	105,108	98,617	115,986	99,641	5,108	+1,383	10,872
110	104,627	100,431	115,975	99,646	4,627	-0,431	11,342
151	108,059	105,357	115,982	99,646	8,058	-5,357	7,923
152	110,375	104,747	115,982	99,618	10,375	-4,747	5,607
153	112,402	102,621	115,958	99,613	12,402	-2,621	3,566
154	112,940	100,249	115,953	99,634	12,940	-0,249	3,023
155	112,419	98,111	115,958	99,634	12,419	+1,289	3,539
156	110,308	95,924	115,955	99,634	10,308	+4,076	5,648
157	107,841	95,325	115,972	99,643	7,841	+4,575	8,131
158	105,738	95,850	115,977	99,643	5,738	+4,150	10,239
159	103,474	98,118	115,908	99,643	3,474	+1,882	12,494
160	102,945	100,452	115,958	99,652	2,945	-0,452	13,013
201	108,088	107,040	115,969	99,640	8,088	-7,040	7,881
202	110,595	105,442	115,969	99,626	10,595	-5,442	5,274
203	113,729	103,641	115,952	99,626	13,729	-3,641	2,223
204	114,587	100,207	115,946	99,623	-14,587	-0,207	1,359
205	113,602	97,195	115,940	99,623	-13,602	+2,803	2,138
206	111,157	94,494	115,940	99,623	-11,157	+3,906	4,783
207	107,805	93,693	115,936	99,630	-7,805	+3,347	8,161
208	105,229	94,242	115,970	99,630	-5,229	+5,758	10,741
209	102,124	97,085	115,949	99,649	-2,124	+3,915	13,825
210	101,264	100,499	115,917	99,658	-1,264	-0,499	14,653

Měření stereodvojice snímků kruhové šablony na stereokomparátoru

při $b=12$ mm (bez kapaliny) pokračování

(Pokus č.30, fot.č.36,38)

[mm]

Bod číslo	snímkové souřadnice naměřené				snímkové souřadnice vypočtené		
	x'	y'	p_x	p_y	x'_1	$y'_1 = y'_2$	x'_2
251	108,126	108,698	115,973	99,654	- 8,126	-8,698	7,874
252	112,107	107,609	115,973	99,586	-12,107	-7,609	3,866
253	115,435	103,937	115,927	99,578	-15,435	-3,937	0,492
254	116,226	100,179	115,907	99,618	-16,226	-0,179	-0,319
255	115,504	96,959	115,899	99,617	-15,504	3,041	0,395
256	111,707	92,922	115,873	99,617	-11,707	7,078	4,170
257	107,764	91,999	115,956	99,649	- 7,764	8,001	8,192
258	104,076	92,950	115,932	99,649	- 4,076	7,050	11,856
259	100,265	97,099	115,909	99,649	- 0,265	3,001	15,644
260	99,600	100,535	115,898	99,670	+ 0,400	-0,535	16,298
41	107,984	101,679	115,987	99,655	- 7,984	-1,679	8,003
44	109,302	100,318	115,987	99,655	- 9,302	-0,318	6,685
47	107,928	99,000	115,990	99,645	- 7,928	+1,000	8,062
50	106,629	100,384	115,987	99,651	- 6,629	-0,384	9,358
101	108,021	103,691	115,987	99,649	- 8,021	-3,691	7,966
104	111,283	100,283	115,976	99,632	-11,283	-0,283	4,693
107	107,884	96,990	115,983	99,643	- 7,884	3,010	8,099
110	104,628	100,428	115,973	99,659	- 4,628	-0,428	11,345
151	108,059	105,367	115,980	99,639	- 8,059	-5,367	7,921
154	112,932	100,243	115,957	99,638	-12,932	-0,243	3,025
157	107,842	95,312	115,976	99,653	- 7,842	4,688	8,128
160	102,947	100,463	115,955	99,661	- 2,947	-0,463	13,008
201	108,091	107,035	115,977	99,646	- 8,091	-7,035	7,886
204	114,581	100,208	115,931	99,628	-14,581	-0,208	1,350
207	107,803	93,656	115,965	99,652	- 7,803	+6,344	8,162
210	101,274	100,502	115,931	99,654	- 1,274	-0,502	14,657
251	108,121	108,704	115,965	99,640	- 8,121	-8,704	7,844
254	116,224	100,178	115,906	99,614	-16,224	-0,178	-0,318
257	107,759	9,991	115,953	99,646	- 7,759	+8,009	8,194
260	99,599	100,528	115,900	99,679	+ 0,401	-0,528	16,301

ONSTANTA KOMORY= 116.950
 REDMETOVA VDALENOST= 87.341
 T.ZAKLADNA= 12.000

PRVNI PROMET		DRUHY PROMET		SKUTEČNY BOD R				
-8.0	-1.7	8.0	-1.7	-.01	1.26	.06	1.26	.00
-9.3	-.3	6.7	-.3	.98	.24	.06	1.01	.00
-7.9	1.0	8.1	1.0	-.05	-.75	.07	.75	.00
-6.6	-.4	9.4	-.4	-1.02	.29	.06	1.06	.00
-8.0	-3.7	6.0	-3.7	.02	2.77	.06	2.77	.00
11.3	-.3	4.7	-.3	2.47	.21	-.00	2.48	.00
-7.9	3.0	8.1	3.0	-.08	-2.26	-.00	2.26	.00
-4.6	-.4	11.3	-.4	-2.52	.32	-.02	2.54	.00
-8.1	-5.4	7.9	-5.4	.05	4.03	.02	4.03	.00
12.9	-.2	3.0	-.2	3.73	.18	-.11	3.73	.00
-7.8	4.7	8.1	4.7	-.11	-3.52	-.04	3.52	.00
-2.9	-.5	13.0	-.5	-3.78	.35	-.12	3.80	.00
-8.1	-7.0	7.9	-7.0	.08	5.28	.00	5.28	.00
14.6	-.2	1.3	-.2	4.98	.16	-.25	4.99	.00
-7.8	6.3	8.2	6.3	-.13	-4.77	-.06	4.77	.00
-1.3	-.5	14.7	-.5	-5.04	.38	-.25	5.05	.00
-8.1	-8.7	7.8	-8.7	.10	6.54	-.06	6.54	.00
16.2	-.2	-.3	-.2	6.24	.13	-.39	6.24	.00
-7.8	8.0	8.2	8.0	-.16	-6.02	-.13	6.03	.00
.4	-.5	16.3	-.5	-6.30	.40	-.42	6.32	.00

Měření stereodvojice snímků kruhové šablony na stereokomparátoru
při $b=20$ mm (bez kapaliny)
(Pokus č.30, fot.č. 40,42)

Bod číslo	snímkové souřadnice naměřené				snímkové souřadnice vypočtené		
	x'	y'	p_x	p_y	x_1'	$y_1'=y_2'$	x_2'
M'	100,000	100,000	100,000	100,000			
01	113,251	100,524	126,704	99,158	-13,251	-0,524	13,453
41	113,303	101,848	126,737	99,158	-13,303	-1,848	13,434
42	113,902	101,684	126,737	99,158	-13,902	-1,684	12,835
43	114,487	100,986	126,705	99,158	-14,487	-0,986	12,218
44	114,590	100,493	126,717	99,130	-14,590	-0,493	12,127
45	114,371	99,818	126,706	99,130	-14,371	+0,182	12,335
46	113,728	99,266	126,706	99,146	-13,728	+0,734	12,978
47	113,203	99,183	126,691	99,146	-13,203	+0,817	13,488
48	112,662	99,331	126,708	99,152	-12,662	+0,669	14,046
49	112,044	100,010	126,717	99,150	-12,044	-0,010	12,673
50	111,941	100,547	126,717	99,189	-11,941	-0,547	14,776
101	113,370	103,842	126,758	99,159	-13,370	-3,842	13,388
102	114,689	103,533	126,755	99,131	-14,689	-3,533	12,066
103	116,091	102,234	126,711	99,127	-16,091	-2,234	10,620
104	116,559	100,444	126,705	99,096	-16,559	-0,444	10,146
105	116,214	99,098	126,675	99,094	-16,214	+0,902	10,461
106	114,953	97,684	126,635	99,119	-14,943	+2,316	11,682
107	113,128	97,165	126,655	99,167	-13,128	+2,835	13,527
108	111,687	97,559	126,669	99,181	-11,687	+2,441	14,982
109	110,515	98,625	126,676	99,193	-10,515	+1,375	16,161
110	109,955	100,593	126,698	99,226	-9,955	-0,593	16,743
151	113,436	105,514	126,796	99,157	-13,436	-5,514	13,362
152	115,745	104,901	126,786	99,070	-15,745	-4,901	11,041
153	117,033	103,817	126,749	99,050	-17,033	-3,817	9,716
155	117,031	97,349	126,620	99,093	-17,031	+2,651	9,589
156	115,019	95,850	126,635	99,147	-15,019	+4,150	11,616
157	113,066	95,503	126,635	99,168	-13,066	+4,497	13,569
158	110,756	96,160	126,638	99,191	-10,756	+3,840	15,882
159	109,352	97,396	126,655	99,199	-9,352	+2,604	17,303
201	113,489	107,189	126,806	99,149	-13,489	-7,189	13,317
202	115,377	106,877	126,798	99,091	-15,377	-6,877	11,421
203	117,361	105,773	126,725	99,054	-17,361	-5,773	9,364
205	117,309	95,329	126,573	99,107	-17,309	+4,671	9,264
206	115,132	94,137	126,594	99,145	-15,132	+5,863	11,462
207	113,003	93,836	126,603	99,180	-13,003	+6,164	13,600
208	110,366	94,499	126,617	99,179	-10,366	+5,501	16,251
209	108,980	95,409	126,624	99,179	-8,980	+4,591	17,644

Měření stereodvojice snímků kruhové šablony na stereokomparátoru
při $b=20$ mm (bez kapaliny) pokračování
(Pokus č.30, fot.č. 40,42)

|mm|

Bod číslo	snímkové souřadnice naměřené				snímkové souřadnice vypočtené		
	x'	y'	p_x	p_y	x_1'	$y_1'=y_2'$	x_2'
251	113,545	108,858	126,811	99,142	-13,545	-8,858	13,266
252	115,238	108,654	126,812	99,080	-15,238	-8,654	11,574
253	117,034	108,008	126,805	99,030	-17,034	-8,008	9,771
255	116,915	93,118	126,508	99,100	-16,915	+6,884	9,593
256	114,761	92,353	126,508	99,145	-14,761	+7,647	11,747
257	112,936	92,186	126,563	99,171	-12,936	+7,814	13,627
258	111,469	92,365	126,554	99,171	-11,469	+7,635	15,085
259	109,748	92,942	126,571	99,185	-9,748	+7,058	16,823
41	113,303	101,846	126,741	99,156	-13,303	-1,846	13,438
44	114,593	100,493	126,730	99,143	-14,593	-0,493	12,137
47	113,203	99,179	126,694	99,151	-13,203	+0,821	13,491
50	111,943	100,551	126,715	99,180	-11,943	-0,551	14,772
101	113,374	103,846	126,768	99,159	-13,374	-3,846	13,394
104	116,553	100,452	126,701	99,094	-16,553	-0,452	10,148
107	113,128	97,167	126,666	99,169	-13,128	+2,833	13,538
110	109,952	100,593	126,690	99,222	-9,952	-0,593	16,738
151	113,429	105,528	126,781	99,137	-13,429	-5,528	13,352
157	113,065	95,499	126,639	99,169	-13,065	+4,501	13,574
201	113,484	107,192	126,801	99,146	-13,484	-7,192	13,317
207	113,002	93,848	126,595	99,158	-13,002	+6,152	13,593
251	113,547	108,861	126,811	99,143	-13,547	-8,861	13,264
257	112,932	92,184	126,562	99,165	-12,932	+7,816	13,630

KONSTANTA KOMORY= 116.750
 PREDMETOVA VDALENOST= 87.341
 ST.ZAKLADNA= 20.000

PRVNI PRUMET		DRUHY PRUMET		SKUTEČNY BOD R				
-13.3	-1.8	13.4	-1.8	-.05	1.38	3.07	1.38	.00
-14.6	-.5	12.1	-.5	.92	.37	3.04	.99	.00
13.2	.8	13.5	.8	-.11	-.62	2.92	.62	.00
-11.9	-.6	14.8	-.6	-1.06	.41	2.99	1.14	.00
-13.4	-3.8	13.4	-3.8	-.01	2.87	3.16	2.87	.00
-16.6	-.5	10.1	-.5	2.40	.34	2.94	2.42	.00
-13.1	2.8	13.5	2.8	-.15	-2.12	2.83	2.13	.00
-10.0	-.6	16.7	-.6	-2.54	.44	2.91	2.58	.00
-13.4	-5.5	13.4	-5.5	.03	4.13	3.20	4.13	.00
-13.1	4.5	13.6	4.5	-.19	-3.38	2.74	3.38	.00
-13.5	-7.2	13.3	-7.2	.06	5.37	3.27	5.37	.00
-13.0	6.2	13.6	6.2	-.22	-4.63	2.59	4.63	.00
-13.5	-8.9	13.3	-8.9	.11	6.61	3.30	6.61	.00
-12.9	7.8	13.6	7.8	-.26	-5.89	2.48	5.89	.00

KONSTANTA KOMORY= 115.950
 PREDMETOVA VDALENOST= 86.594
 ST.ZAKLADNA= 12.000
 INDEX LOMU= 1.525
 VYSKA HLADINY= 3.700

PRVNI PRUMET		DRUHY PRUMET		SKUTEČNY BOD R				
-8.0	-1.6	8.1	-1.6	-.01	1.23	3.84	1.23	.00
-9.3	-.3	6.8	-.3	.95	.20	3.84	.97	.00
-7.9	1.0	8.1	1.0	-.08	-.77	3.80	.78	.00
-6.7	-.4	9.4	-.4	-1.03	.27	3.80	1.07	.00
-8.1	-3.6	8.0	-3.6	.04	2.72	3.83	2.72	.00
-11.3	-.2	4.8	-.2	2.44	.15	3.69	2.45	.00
-7.9	3.0	8.2	3.0	-.13	-2.27	3.72	2.27	.00
-4.7	-.4	11.4	-.4	-2.52	.33	3.63	2.54	.00
-8.2	-5.3	7.9	-5.3	.08	3.96	3.85	3.97	.00
-13.0	-.1	3.1	-.1	3.68	.11	3.64	3.68	.00
-7.8	4.7	8.3	4.7	-.17	-3.51	3.64	3.52	.00
-3.0	-.5	13.1	-.5	-3.77	.36	3.48	3.79	.00
-8.2	-7.0	7.9	-7.0	.12	5.20	3.84	5.21	.00
-8.2	-7.0	7.9	-7.0	.12	5.20	3.84	5.21	.00
-14.6	-.1	1.4	-.1	4.92	.08	3.39	4.92	.00
-7.7	6.4	8.3	6.4	-.22	-4.75	3.52	4.76	.00
-1.3	-.5	14.7	-.5	-5.01	.40	3.35	5.03	.00
-8.3	-8.6	7.8	-8.6	.17	6.44	3.83	6.44	.00
-16.2	-.0	-.2	-.0	6.15	.04	3.21	6.15	.00
-7.7	8.0	8.4	8.0	-.26	-5.98	3.47	5.99	.00
.3	-.6	16.3	-.6	-6.25	.44	3.00	6.27	.00

NOSTANTA KOMORY= 117.950
 EDMETOVA VDALENOST= 88.088
 ZAKLADNA= 12.000
 DEX LOMU= 1.525
 SKA HLADINY= 3.700

PRVNI PROMET		DRUHY PROMET		SKUTEČNY BOD R				
8.0	-1.6	8.1	-1.6	-.01	1.23	3.84	1.23	.00
9.3	-.3	6.8	-.3	.95	.20	3.84	.97	.00
7.9	1.0	8.1	1.0	-.08	-.77	3.80	.78	.00
6.7	-.4	9.4	-.4	-1.03	.27	3.80	1.07	.00
8.1	-3.6	8.0	-3.6	.04	2.72	3.83	2.72	.00
1.3	-.2	4.8	-.2	2.44	.15	3.69	2.45	.00
7.9	3.0	8.2	3.0	-.13	-2.27	3.72	2.27	.00
4.7	-.4	11.4	-.4	-2.52	.33	3.62	2.54	.00
8.2	-5.3	7.9	-5.3	.08	3.96	3.85	3.97	.00
3.0	-.1	3.1	-.1	3.68	.11	3.64	3.68	.00
7.8	4.7	8.3	4.7	-.17	-3.51	3.64	3.52	.00
3.0	-.5	13.1	-.5	-3.77	.36	3.48	3.79	.00
3.2	-7.0	7.9	-7.0	.12	5.20	3.84	5.21	.00
3.2	-7.0	7.9	-7.0	.12	5.20	3.84	5.21	.00
4.6	-.1	1.4	-.1	4.92	.08	3.39	4.92	.00
7.7	6.4	8.3	6.4	-.22	-4.75	3.52	4.76	.00
1.3	-.5	14.7	-.5	-5.01	.40	3.35	5.03	.00
3.3	-8.6	7.8	-8.6	.17	6.44	3.83	6.44	.00
6.2	-.0	-.2	-.0	6.15	.04	3.20	6.15	.00
7.7	8.0	8.4	8.0	-.26	-5.98	3.46	5.99	.00
.3	-.6	16.3	-.6	-6.25	.44	2.99	6.27	.00

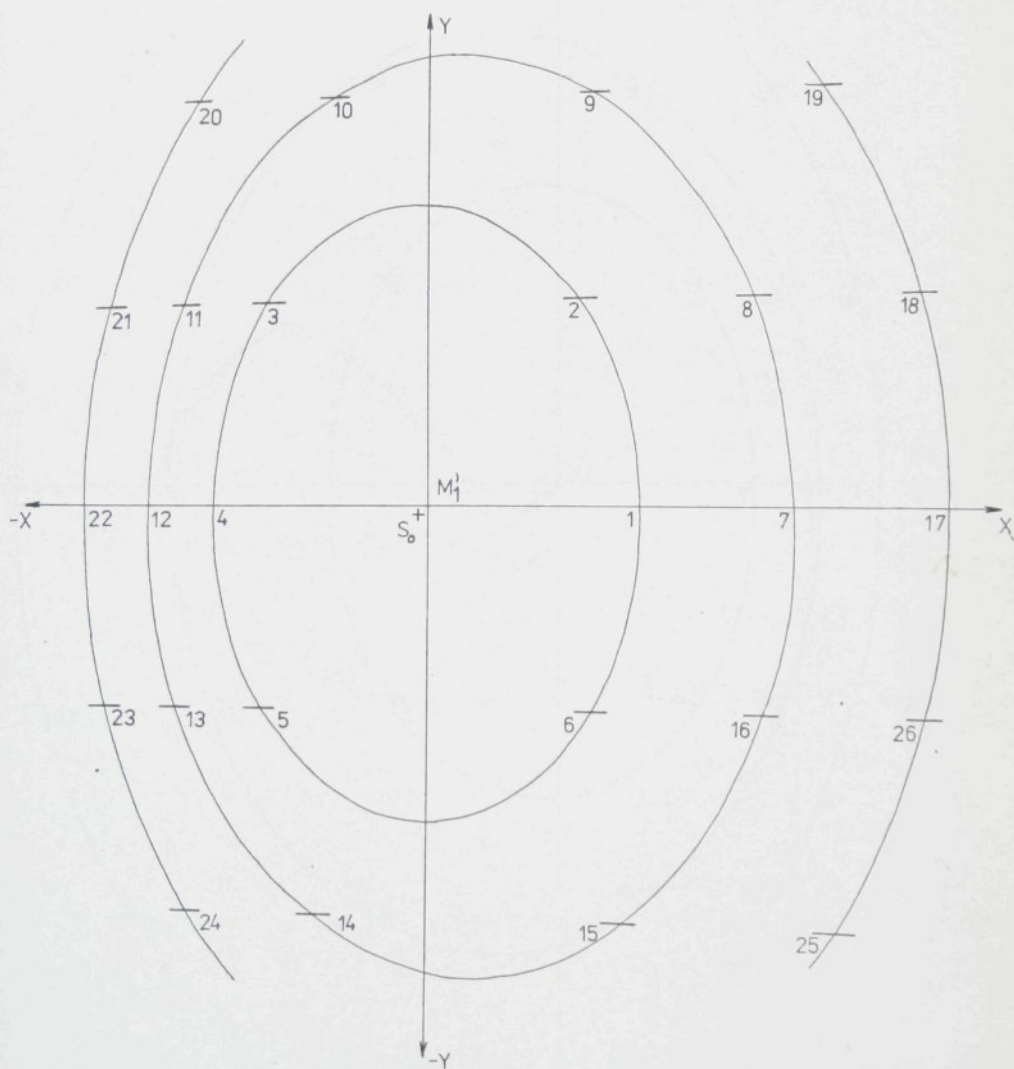
KONSTANTA KOMORY= 118.950
 PREDMETOVA VDALENOST= 87.341
 ST.ZAKLADNA= 12.000
 INDEX LOMU= 1.525
 VYSKA HLADINY= 3.200

PRVNI PRUMET		DRUHY PRUMET		SKUTECNY BOD R				
-8.0	-1.6	8.1	-1.6	-.01	1.23	3.34	1.23	.00
-9.3	-.3	6.8	-.3	.95	.20	3.34	.97	.00
-7.9	1.0	8.1	1.0	-.08	-.77	3.30	.78	.00
-6.7	-.4	9.4	-.4	-1.03	.27	3.30	1.07	.00
-8.1	-3.6	8.0	-3.6	.04	2.72	3.33	2.72	.00
-11.3	-.2	4.8	-.2	2.44	.15	3.19	2.45	.00
-7.9	3.0	8.2	3.0	-.13	-2.27	3.22	2.27	.00
-4.7	-.4	11.4	-.4	-2.52	.33	3.12	2.54	.00
-8.2	-5.3	7.9	-5.3	.08	3.96	3.35	3.97	.00
-13.0	-.1	3.1	-.1	3.68	.11	3.14	3.68	.00
-7.8	4.7	8.3	4.7	-.17	-3.51	3.14	3.52	.00
-3.0	-.5	13.1	-.5	-3.77	.36	2.98	3.79	.00
-8.2	-7.0	7.9	-7.0	.12	5.20	3.34	5.21	.00
-8.2	-7.0	7.9	-7.0	.12	5.20	3.34	5.21	.00
-14.6	-.1	1.4	-.1	4.92	.08	2.89	4.92	.00
-7.7	6.4	8.3	6.4	-.22	-4.75	3.02	4.76	.00
-1.3	-.5	14.7	-.5	-5.01	.40	2.85	5.03	.00
-8.3	-8.6	7.8	-8.6	.17	6.44	3.33	6.44	.00
-16.2	-.0	-.2	-.0	6.15	.04	2.71	6.15	.00
-7.7	8.0	8.4	8.0	-.26	-5.98	2.97	5.99	.00
.3	-.6	16.3	-.6	-6.25	.44	2.50	6.27	.00

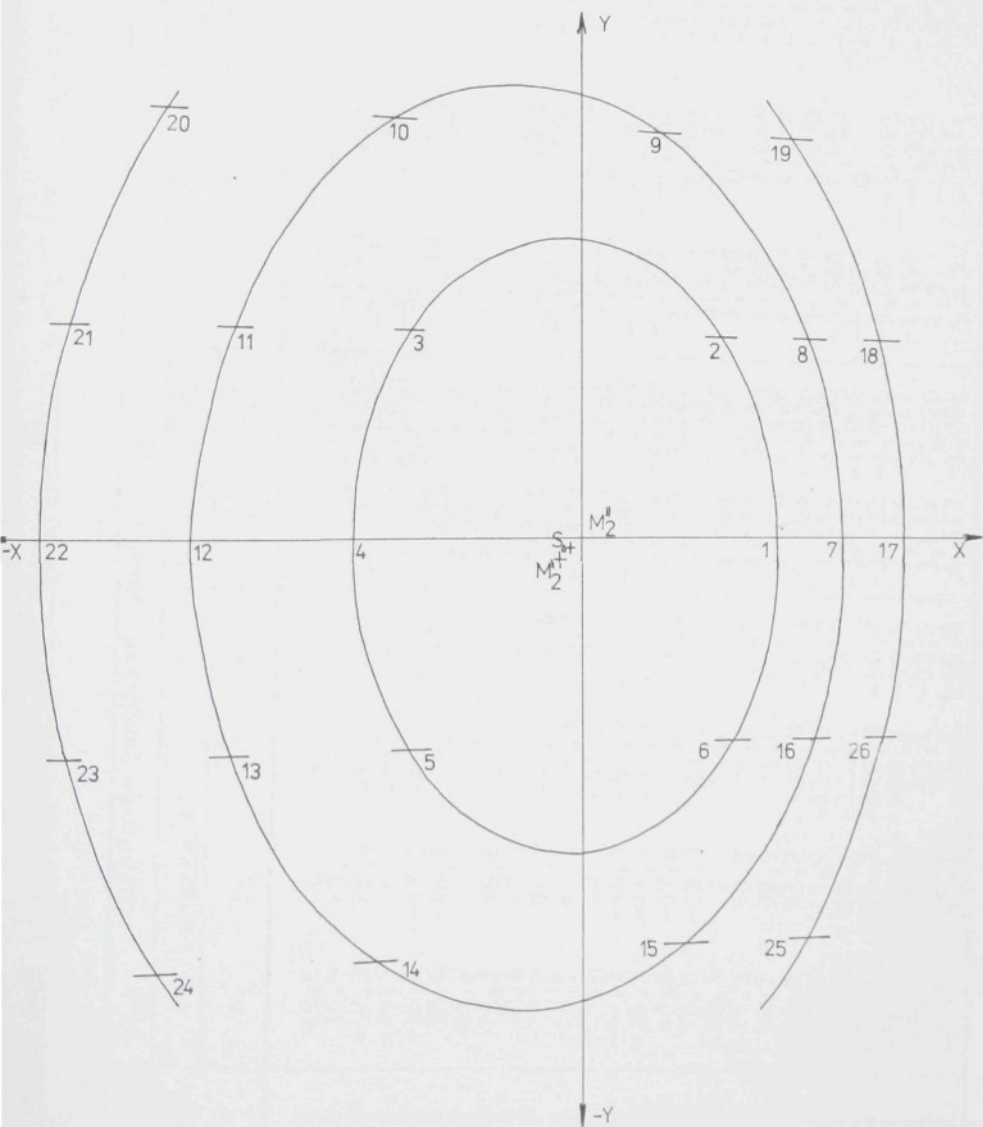
KONSTANTA KOMORY= 116.950
 PREDMETOVA VDALENOST= 87.341
 ST.ZAKLADNA= 12.000
 INDEX LOMU= 1.525
 VYSKA HLADINY= 4.300

PRVNI PRUMET		DRUHY PRUMET		SKUTECNY BOD R				
-8.0	-1.6	8.1	-1.6	-.01	1.23	4.44	1.23	.00
-9.3	-.3	6.8	-.3	.95	.20	4.44	.97	.00
-7.9	1.0	8.1	1.0	-.08	-.77	4.40	.78	.00
-6.7	-.4	9.4	-.4	-1.03	.27	4.40	1.07	.00
-8.1	-3.6	8.0	-3.6	.04	2.72	4.43	2.72	.00
-11.3	-.2	4.8	-.2	2.44	.15	4.29	2.45	.00
-7.9	3.0	8.2	3.0	-.13	-2.27	4.32	2.27	.00
-4.7	-.4	11.4	-.4	-2.52	.33	4.22	2.54	.00
-8.2	-5.3	7.9	-5.3	.08	3.96	4.45	3.97	.00
-13.0	-.1	3.1	-.1	3.68	.11	4.24	3.68	.00
-7.8	4.7	8.3	4.7	-.17	-3.51	4.24	3.52	.00
-3.0	-.5	13.1	-.5	-3.77	.36	4.08	3.79	.00
-8.2	-7.0	7.9	-7.0	.12	5.20	4.44	5.21	.00
-8.2	-7.0	7.9	-7.0	.12	5.20	4.44	5.21	.00
-14.6	-.1	1.4	-.1	4.92	.08	3.99	4.92	.00
-7.7	6.4	8.3	6.4	-.22	-4.75	4.12	4.76	.00
-1.3	-.5	14.7	-.5	-5.01	.40	3.95	5.03	.00
-8.3	-8.6	7.8	-8.6	.17	6.44	4.43	6.44	.00
-16.2	-.0	-.2	-.0	6.15	.04	3.81	6.15	.00
-7.7	8.0	8.4	8.0	-.26	-5.98	4.07	5.99	.00
.3	-.6	16.3	-.6	-6.25	.44	3.60	6.27	.00

POKUS 22, FOT, 80, $m_p = 20$, SMĚR $\leftarrow$



POKUS 22, FOT. 82, $m_p=20$, SMĚR $\longrightarrow$



Vyhodnocení konvergentních snímků válcového bloku v monochlorbenzenu zjednodušenou metodou
(Pokus č. 22, fot. 80, 82)

bod č.	souřadnice pozitivu /mm/				prostorové souřadnice /mm/				poloměr r /mm/	
	odečtené				korigované					
	x ₁	y ₁	x ₂	y ₂	x ₁ ''	x ₂ ''	x	y		z
1	49,8	0	46,0	0	2,031	1,960	2,822	0	-0,095	2,936
2	35,5	48,8	32,8	47,0	1,457	1,389	2,013	2,004	-0,092	2,957
3	-37,3	46,9	-40,0	48,5	-1,583	-1,638	-2,278	1,992	-0,075	2,975
4	-49,6	0	-53,6	0	-2,117	-2,182	-3,040	0	-0,088	2,926
5	-38,2	-47,0	-41,2	-49,0	-1,622	-1,687	-2,340	-1,997	-0,087	2,957
6	36,2	-48,1	35,6	-47,5	1,582	1,510	2,186	-1,973	-0,098	2,998
7	86,2	0	61,5	0	3,458	2,640	4,313	0	-1,106	4,427
8	76,7	49,8	53,5	46,5	3,090	2,288	3,804	2,025	-1,084	4,434
9	38,4	97,3	18,4	94,8	1,574	0,774	1,661	4,025	-1,081	4,445
10	-22,0	95,0	-43,7	97,6	-0,927	-1,787	-1,919	4,040	-1,162	4,471
11	-56,5	46,1	-80,4	49,3	-2,420	-3,234	-3,998	1,991	-1,101	4,388
12	-65,0	0	-91,2	0	-2,795	-3,651	-4,559	0	-1,157	4,445
13	-58,1	-46,5	-82,0	-49,9	-2,490	-3,296	-4,092	-2,010	-1,089	4,435
14	-26,1	-94,6	-47,9	-97,8	-1,102	-1,955	-2,162	-4,031	-1,153	4,477
15	45,6	-97,6	23,8	-95,0	1,863	1,004	2,027	-4,027	-1,161	4,517
16	79,0	-49,0	54,6	-47,0	3,180	2,336	3,901	-1,992	-1,140	4,460
17	122,6	0	76,0	0	4,841	3,285	5,747	0	-2,103	5,861
18	115,5	50,7	70,6	46,0	4,575	3,044	5,388	2,046	-2,069	5,888
19	91,7	99,9	49,8	93,5	3,670	2,126	4,099	4,072	-2,087	5,894
20	-53,4	93,2	-96,0	100,1	-2,284	-3,835	-4,327	4,050	-2,097	5,879
21	-73,3	45,9	-119,0	50,2	-3,164	-4,706	-5,566	2,013	-2,084	5,829
22	-79,8	0	-126,5	0	-3,455	-4,986	-5,970	0	-2,069	5,856
23	-74,6	-46,1	-120,3	-50,7	-3,222	-4,755	-5,642	-2,023	-2,071	5,870
24	-56,2	-93,1	-98,8	-99,9	-2,406	-3,942	-4,490	-4,051	-2,075	5,929
25	95,9	-99,8	53,1	-93,8	3,831	2,270	4,315	-4,062	-2,109	5,976
26	116,5	-49,7	71,1	-46,8	4,612	3,066	5,430	-2,005	-2,090	5,879

KONSTANTA KOMORY= 108.703
 PREDMETOVA VDALENOST= 90.685
 ZVETSENI PROFILPROJEKTORU= 20.000
 INDEX LOMU= 1.525
 VYSKA HLADINY= .500

PRVNI PRUMET		DRUHY PRUMET		SKUTEČNY BOD			
49.8	.0	46.0	.0	2.82	.00	-.55	.00
35.5	48.8	32.8	47.0	2.01	2.00	-.55	-.01
-37.3	46.9	-40.0	48.5	-2.27	1.99	-.53	-.00
-49.6	.0	-53.6	.0	-3.03	.00	-.54	.00
-38.2	-47.0	-41.2	-49.0	-2.33	-2.00	-.54	-.01
38.6	-48.1	35.6	-47.5	2.18	-1.99	-.55	-.04
86.2	.0	61.5	.0	4.33	.00	-1.57	.00
76.7	49.8	53.5	46.5	3.81	2.02	-1.55	-.02
38.4	97.3	18.4	94.8	1.67	4.02	-1.54	-.00
-22.0	95.0	-43.7	97.6	-1.93	4.04	-1.62	-.01
-56.5	46.1	-80.4	49.3	-4.01	2.00	-1.56	.01
-65.0	.0	-91.2	.0	-4.57	.00	-1.62	.00
-58.1	-46.5	-82.0	-49.9	-4.10	-2.02	-1.55	-.01
-26.1	-94.6	-47.9	-97.8	-2.17	-4.03	-1.61	.00
45.6	-97.6	23.8	-95.0	2.03	-4.04	-1.62	-.02
79.0	-49.0	54.6	-47.0	3.91	-2.01	-1.60	-.04
122.6	.0	76.0	.0	5.80	.00	-2.58	.00
115.5	50.7	70.6	46.0	5.43	2.03	-2.55	-.03
91.7	99.9	49.8	93.5	4.13	4.06	-2.57	-.01
-53.4	93.2	-96.0	100.1	-4.36	4.06	-2.58	.02
-73.3	45.9	-119.0	50.2	-5.61	2.02	-2.56	.01
-79.8	.0	-126.5	.0	-6.02	.00	-2.55	.00
-74.6	-46.1	-120.3	-50.7	-5.69	-2.03	-2.55	-.02
-56.2	-93.1	-98.8	-99.9	-4.53	-4.06	-2.55	-.00
95.9	-99.8	53.1	-93.8	4.35	-4.07	-2.59	-.02
116.5	-49.7	71.1	-46.8	5.48	-2.03	-2.57	-.05

KONSTANTA KOMORY= 115.380
 PREDMETOVA VDALENOST= 85.089
 ZVETSENI PROFILPROJEKTORU= 20.000
 INDEX LOMU= 1.525
 VYSKA HLADINY= 3.800

PRVNI PRUMET	DRUHY PRUMET	SKUTEČNY BOD			
-2.7 81.0	.0 81.4	-.07	2.99	-3.33	.01
-1.8 53.8	.8 54.2	-.03	1.99	-3.34	.01
-1.0 26.5	2.0 26.9	.03	.98	-3.32	.02
2.1 -26.9	9.0 -27.5	.28	-1.00	-3.12	-.03
2.9 -54.5	10.2 -54.8	.33	-2.01	-3.11	-.02
3.6 -81.5	11.3 -82.0	.38	-3.01	-3.09	-.04
21.3 81.7	17.2 80.8	.98	3.00	-3.65	.01
22.4 54.2	18.4 54.0	1.04	2.00	-3.64	.03
23.5 26.8	19.6 26.4	1.10	.98	-3.63	.00
25.8 -27.2	22.0 -27.0	1.22	-1.00	-3.62	-.01
26.8 -55.0	23.2 -54.3	1.27	-2.02	-3.61	-.02
28.0 -82.2	24.5 -81.1	1.34	-3.01	-3.61	-.02

KONSTANTA KOMORY= 117.380
 PREDMETOVA VDALENOST= 86.563
 ZVETSENI PROFILPROJEKTORU= 20.000
 INDEX LOMU= 1.525
 VYSKA HLADINY= 3.800

PRVNI PRUMET	DRUHY PRUMET	SKUTEČNY BOD			
-2.7 81.0	.0 81.4	-.07	2.99	-3.33	.01
-1.8 53.8	.8 54.2	-.03	1.99	-3.34	.01
-1.0 26.5	2.0 26.9	.03	.98	-3.32	.02
2.1 -26.9	9.0 -27.5	.28	-1.00	-3.12	-.03
2.9 -54.5	10.2 -54.8	.33	-2.01	-3.11	-.02
3.6 -81.5	11.3 -82.0	.38	-3.01	-3.09	-.04
21.3 81.7	17.2 80.8	.98	3.00	-3.65	.01
22.4 54.2	18.4 54.0	1.04	2.00	-3.64	.03
23.5 26.8	19.6 26.4	1.10	.98	-3.63	.00
25.8 -27.2	22.0 -27.0	1.22	-1.00	-3.62	-.01
26.8 -55.0	23.2 -54.3	1.27	-2.02	-3.61	-.02
28.0 -82.2	24.5 -81.1	1.34	-3.01	-3.61	-.02

KONSTANTA KOMORY= 116.380
 PREDMETOVA VDALENOST= 85.826
 ZVETSENI PROFILPROJEKTORU= 20.000
 INDEX LOMU= 1.525
 VYSKA HLADINY= 3.300

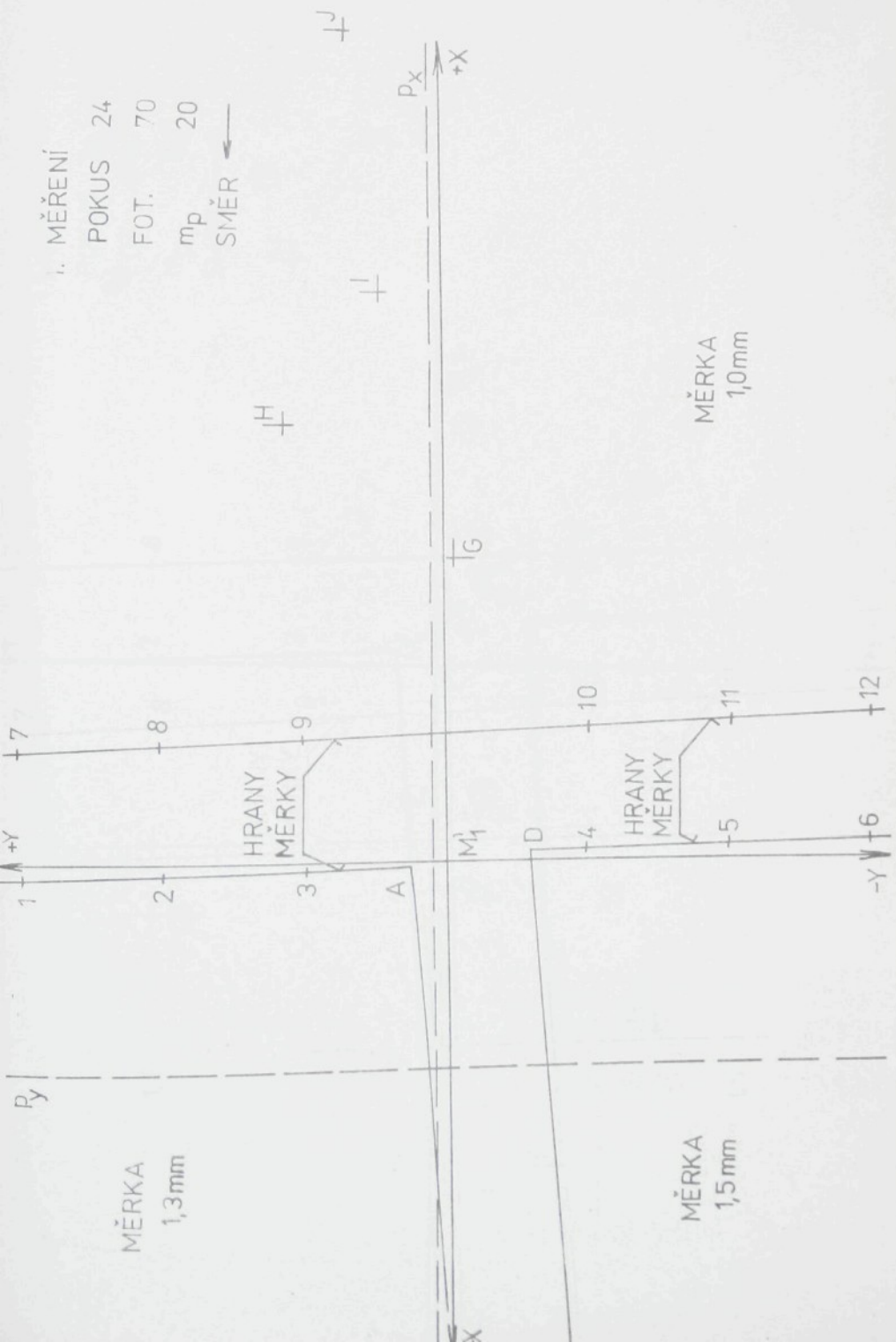
PRVNI PRUMET	DRUHY PRUMET	SKUTEČNY BOD			
-2.7 81.0	.0 81.4	-.07	2.99	-2.88	.01
-1.8 53.8	.8 54.2	-.03	1.99	-2.88	.01
-1.0 26.5	2.0 26.9	.03	.98	-2.86	.02
2.1 -26.9	9.0 -27.5	.28	-1.00	-2.67	-.03
2.9 -54.5	10.2 -54.8	.34	-2.01	-2.65	-.02
3.6 -81.5	11.3 -82.0	.38	-3.01	-2.63	-.04
21.3 81.7	17.2 80.8	.98	3.00	-3.19	.01
22.4 54.2	18.4 54.0	1.04	2.00	-3.19	.03
23.5 26.8	19.6 26.4	1.10	.98	-3.18	.00
25.8 -27.2	22.0 -27.0	1.22	-1.00	-3.17	-.01
26.8 -55.0	23.2 -54.3	1.28	-2.02	-3.16	-.02
28.0 -82.2	24.5 -81.1	1.34	-3.01	-3.15	-.02

KONSTANTA KOMORY= 116.380
 PREDMETOVA VDALENOST= 85.826
 ZVETSENI PROFILPROJEKTORU= 20.000
 INDEX LOMU= 1.525
 VYSKA HLADINY= 4.300

PRVNI PRUMET	DRUHY PRUMET	SKUTEČNY BOD			
-2.7 81.0	.0 81.4	-.07	2.99	-3.79	.01
-1.8 53.8	.8 54.2	-.03	1.99	-3.79	.01
-1.0 26.5	2.0 26.9	.03	.98	-3.77	.02
2.1 -26.9	9.0 -27.5	.28	-1.00	-3.58	-.03
2.9 -54.5	10.2 -54.8	.33	-2.01	-3.56	-.02
3.6 -81.5	11.3 -82.0	.38	-3.01	-3.54	-.04
21.3 81.7	17.2 80.8	.98	3.00	-4.10	.01
22.4 54.2	18.4 54.0	1.04	2.00	-4.10	.03
23.5 26.8	19.6 26.4	1.09	.98	-4.09	.00
25.8 -27.2	22.0 -27.0	1.21	-1.00	-4.08	-.01
26.8 -55.0	23.2 -54.3	1.27	-2.02	-4.07	-.02
28.0 -82.2	24.5 -81.1	1.33	-3.01	-4.06	-.02

I. MĚŘENÍ

POKUS 24
FOT. 70
 m_p 20
SMĚR ←



MĚRKA
1,3mm

MĚRKA
1,5mm

MĚRKA
1,0mm

1. MĚŘENÍ

POKUS 24

FOT. 74

 m_D 20

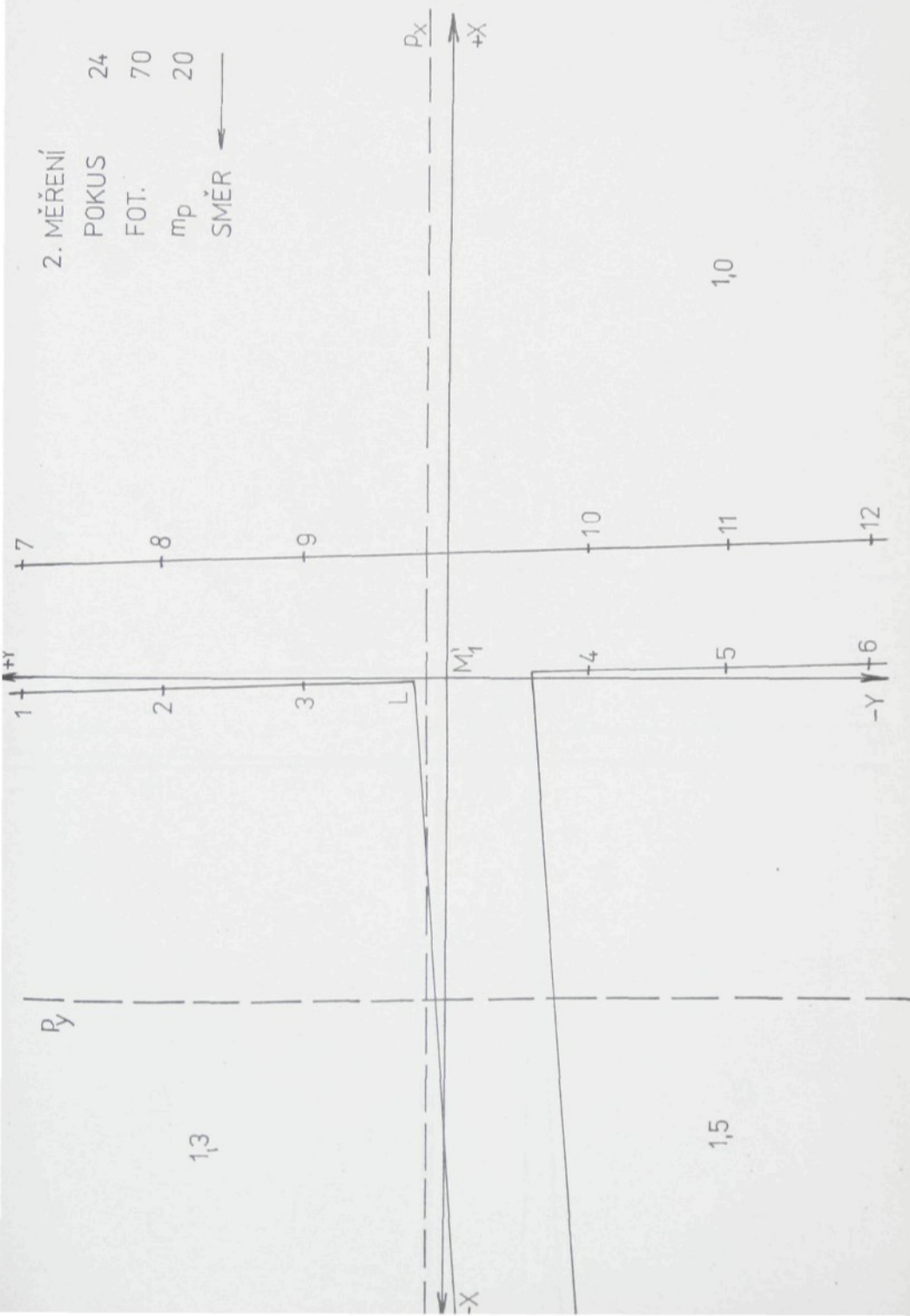
SMĚR →

$$\frac{I}{+}$$

- P 34 -

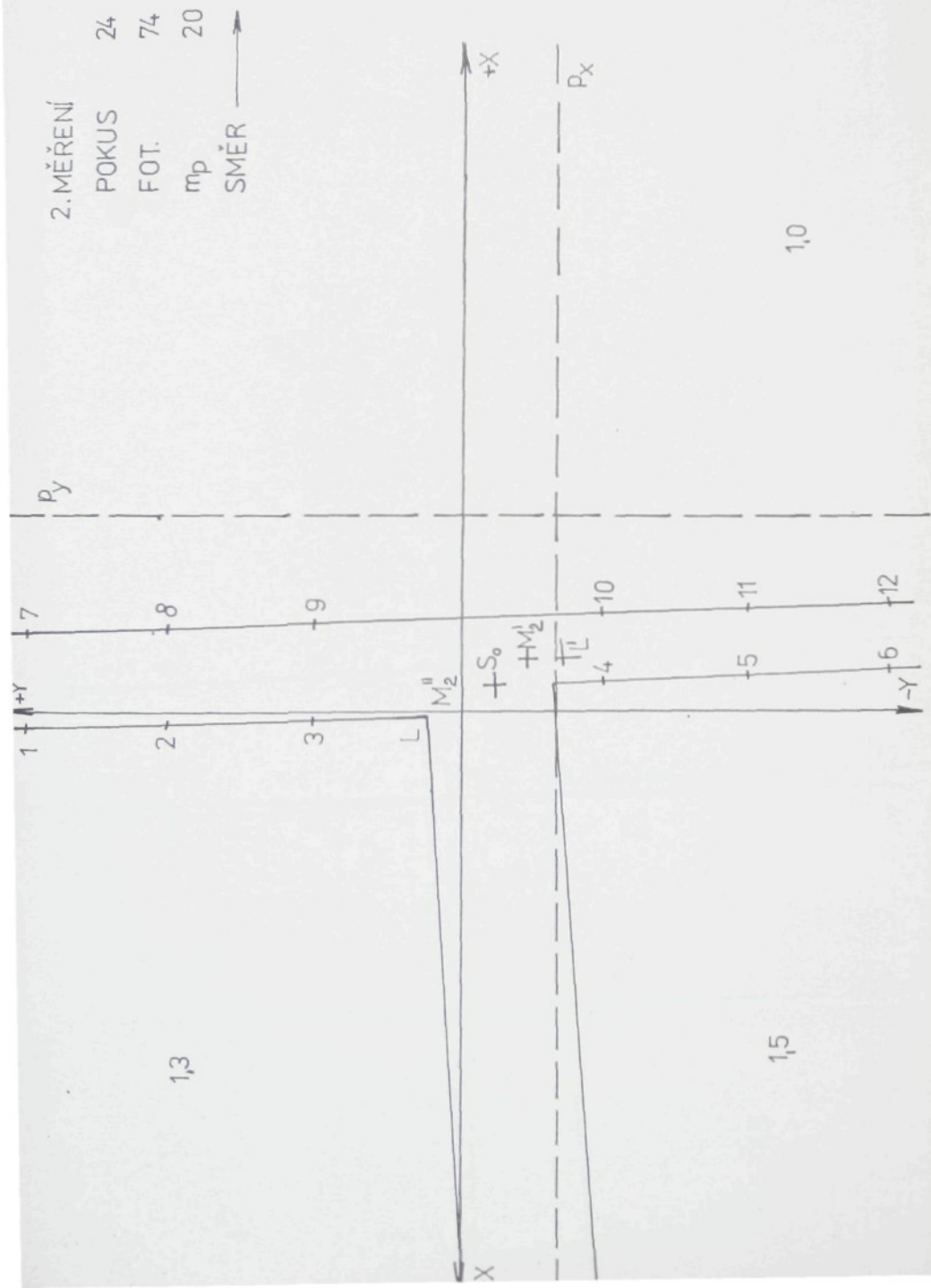
2. MĚŘENÍ

POKUS 24
FOT. 70
 m_p 20
SMĚR $\rightarrow$



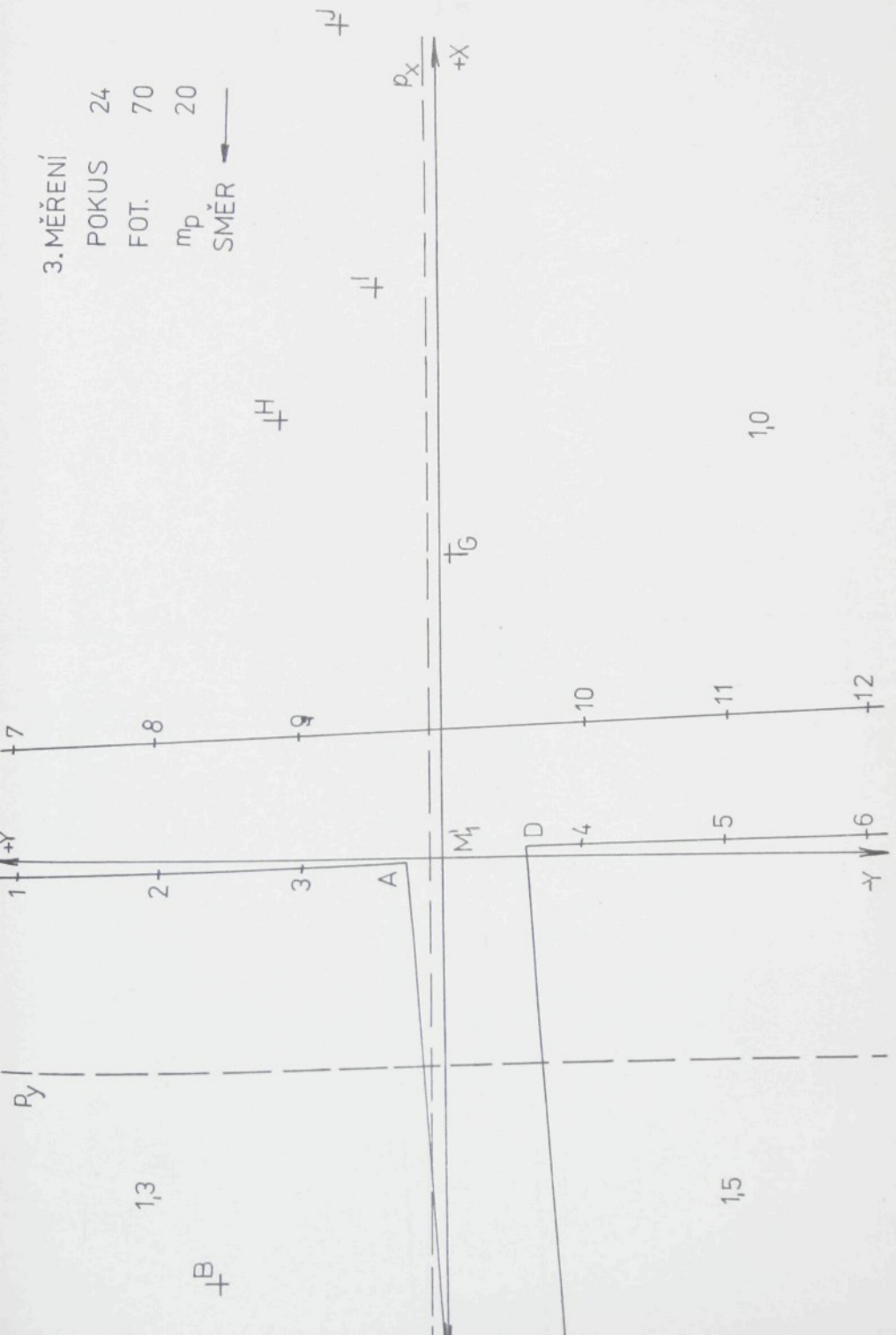
2. MĚŘENÍ

POKUS 24
FOT. 74
 m_p 20
SMĚR $\rightarrow$



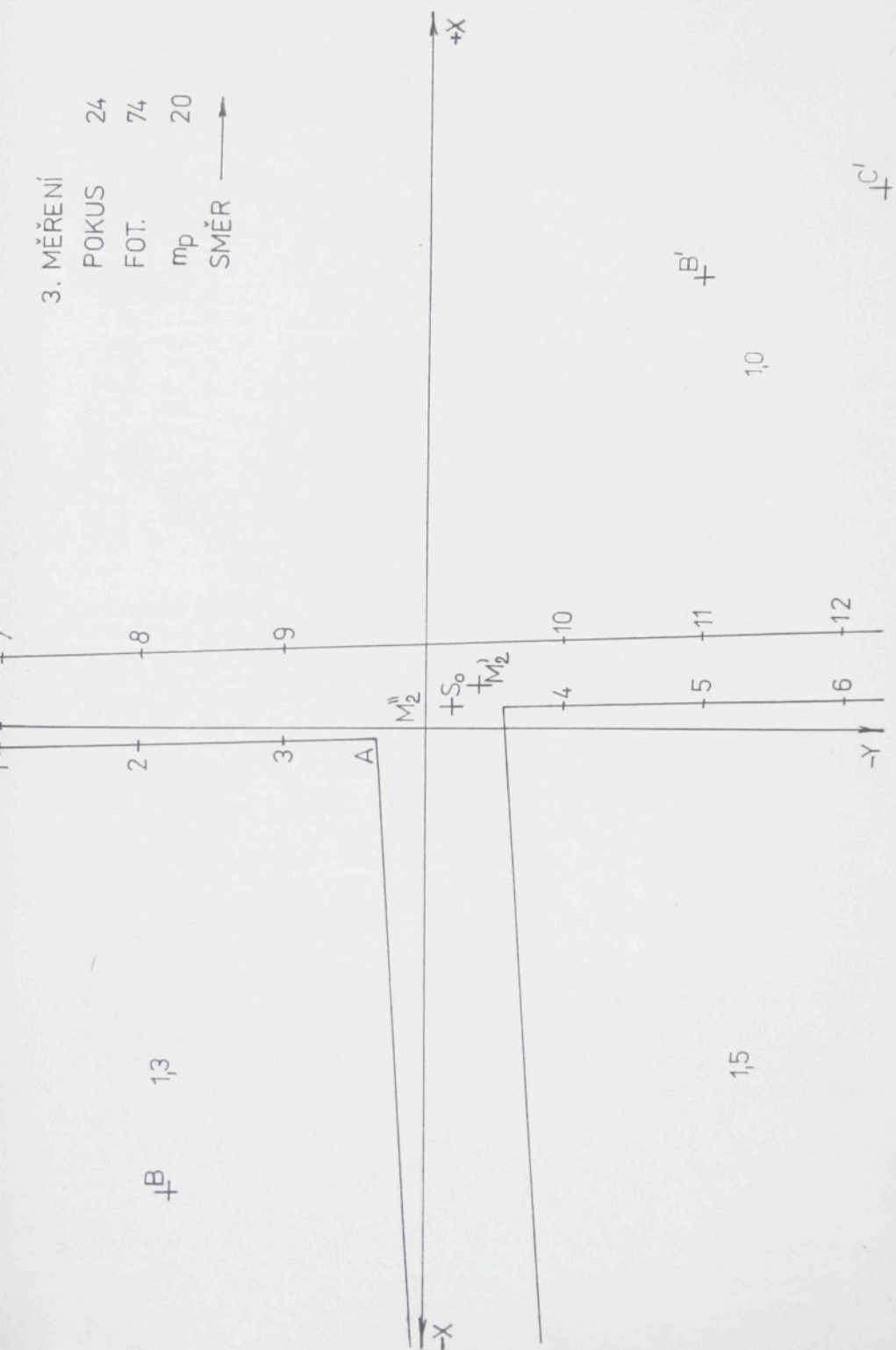
3. MĚŘENÍ

POKUS 24
 FOT. 70
 m_p 20
 SMĚR →



3. MĚŘENÍ

POKUS 24
 FOT. 74
 m_p 20
 SMĚR $\rightarrow$



KONSTANTA KOMORY= 116.380
 PREDMETOVA VDALENOST= 85.826
 ZVETSENI PROFILPROJEKTORU= 20.000
 INDEX LOMU= 1.525
 VYSKA HLADINY= 3.800

1. MĚŘENÍ

PRVNI PRUMET	DRUHY PRUMET	SKUTEČNY BOD		
-2.7 81.0	.0 81.4	-.07	2.99	-3.33 .01
-1.8 53.8	.8 54.2	-.03	1.99	-3.34 .01
-1.0 26.5	2.0 26.9	.03	.98	-3.32 .02
2.1 -26.9	9.0 -27.5	.28	-1.00	-3.12 -.03
2.9 -54.5	10.2 -54.8	.33	-2.01	-3.11 -.02
3.6 -81.5	11.3 -82.0	.38	-3.01	-3.09 -.04
21.3 81.7	17.2 80.8	.98	3.00	-3.65 .01
22.4 54.2	18.4 54.0	1.04	2.00	-3.64 .03
23.5 26.8	19.6 26.4	1.10	.98	-3.63 .00
25.8 -27.2	22.0 -27.0	1.22	-1.00	-3.62 -.01
26.8 -55.0	23.2 -54.3	1.27	-2.02	-3.61 -.02
28.0 -82.2	24.5 -81.1	1.34	-3.01	-3.61 -.02

KONSTANTA KOMORY= 116.380
 PREDMETOVA VDALENOST= 85.826
 ZVETSENI PROFILPROJEKTORU= 20.000
 INDEX LOMU= 1.525
 VYSKA HLADINY= 3.800

2. MĚŘENÍ

PRVNI PRUMET	DRUHY PRUMET	SKUTEČNY BOD		
-2.9 81.9	-2.9 82.1	-.15	3.02	-3.46 .00
-2.0 54.3	-2.0 55.0	-.10	2.02	-3.46 .02
-1.0 27.4	-1.3 28.0	-.06	1.02	-3.48 .02
1.3 -27.5	5.5 -27.1	.17	-1.01	-3.26 .01
2.3 -54.4	6.8 -54.8	.23	-2.01	-3.24 -.02
3.1 -82.0	8.0 -81.5	.28	-3.01	-3.22 .00
21.8 82.1	14.9 81.9	.93	3.03	-3.79 .04
22.8 54.9	15.5 55.0	.97	2.03	-3.80 .04
23.5 27.5	16.5 27.8	1.02	1.02	-3.79 .03
25.1 -27.5	18.5 -26.9	1.11	-1.00	-3.76 .00
26.0 -54.5	19.5 -54.4	1.16	-2.01	-3.76 -.03
26.9 -82.1	20.1 -81.0	1.20	-3.01	-3.77 -.02

KONSTANTA KOMORY= 116.380
 PREDMETOVA VDALENOST= 85.826
 ZVETSENI PROFILPROJEKTORU= 20.000
 INDEX LOMU= 1.525
 VYSKA HLADINY= 3.800

3.MĚŘENÍ

PRVNI PRUMET	DRUHY PRUMET	SKUTEČNY BOD			
-2.7 81.0	-4.5 82.4	-.18	3.01	-3.55	.04
-1.8 53.8	-3.6 54.7	-.14	2.00	-3.55	.03
-1.0 26.5	-2.8 27.1	-.10	.99	-3.55	.02
2.1 -26.9	4.2 -26.8	.16	-.99	-3.36	.00
2.9 -54.5	5.0 -54.0	.20	-2.00	-3.36	.01
3.6 -81.5	5.6 -81.1	.23	-3.00	-3.37	.00
21.3 81.7	13.5 81.8	.89	3.02	-3.83	.05
22.4 54.2	14.6 54.2	.94	2.00	-3.83	.03
23.5 26.8	15.5 27.2	.99	1.00	-3.84	.03
25.8 -27.2	17.1 -26.8	1.09	-1.00	-3.87	-.00
26.8 -55.0	18.0 -53.5	1.14	-2.00	-3.87	.02
28.0 -82.2	19.0 -80.5	1.20	-3.00	-3.88	.01

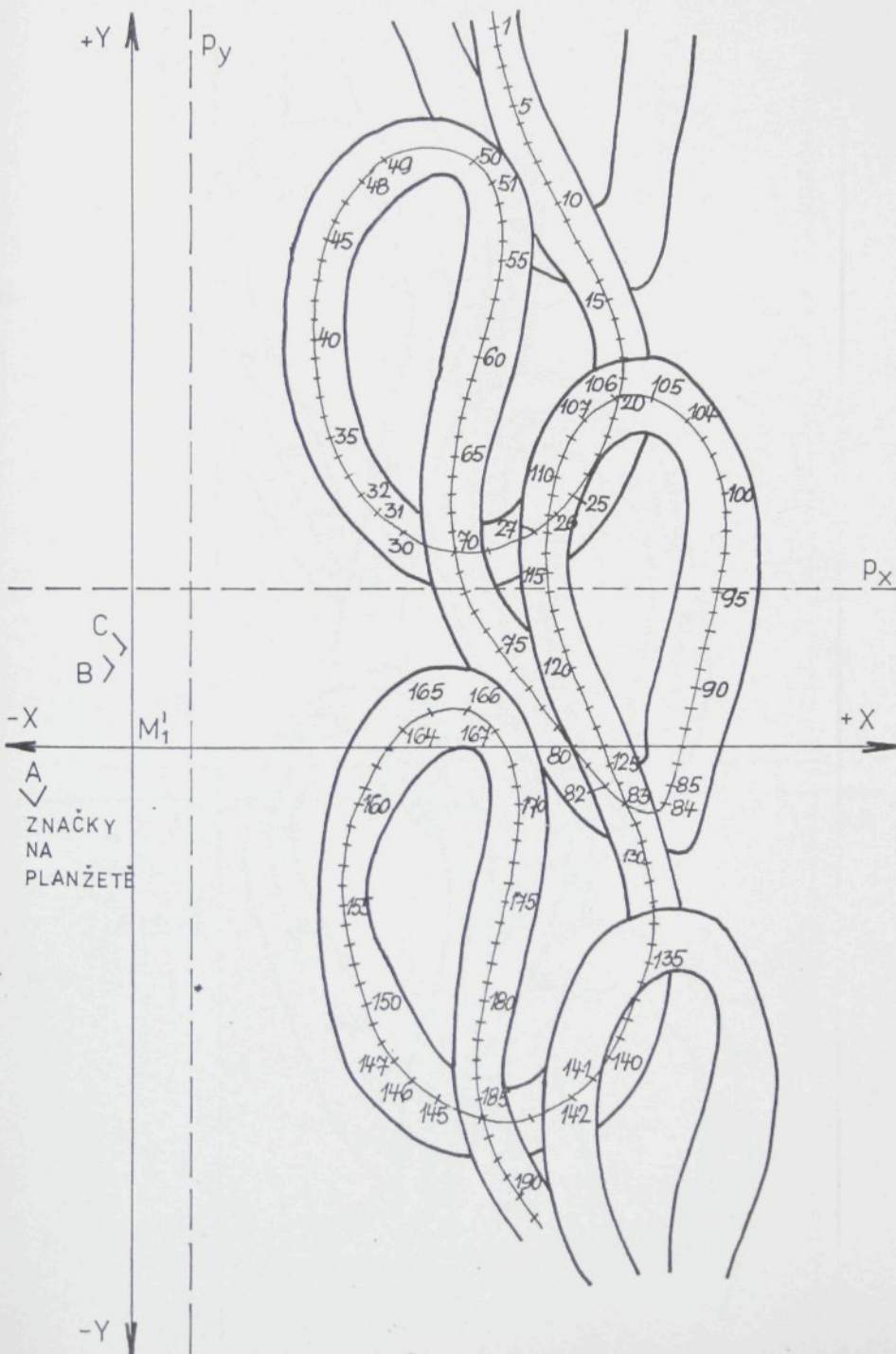
P Ř Í L O H A III

MĚŘENÍ A VYHODNOCENÍ NĚKTERÝCH TEXTILNÍCH STRUKTUR

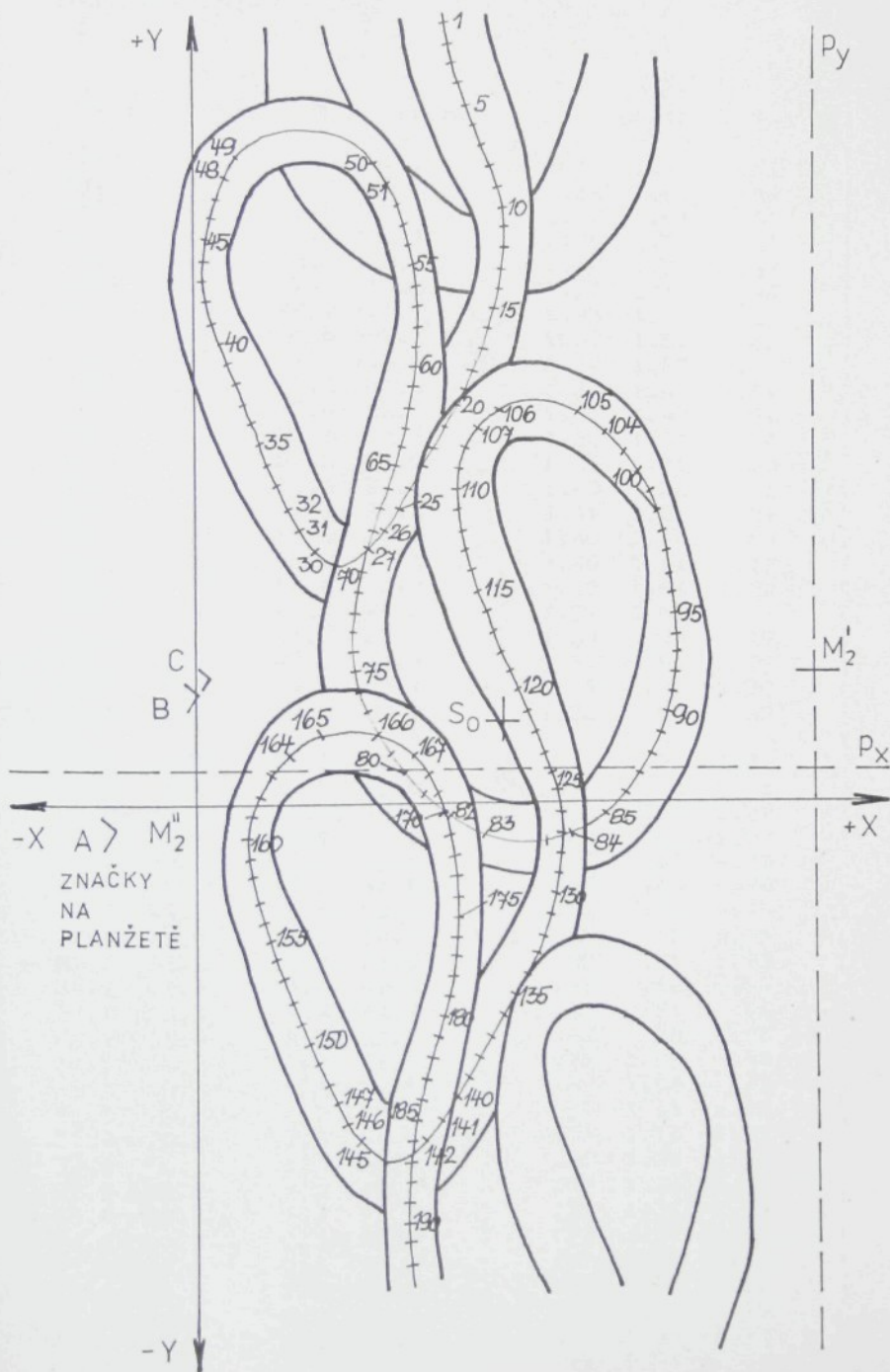
OBSAH :

Kreslené pozitivy struktury osnovního úpletu (trikot)	P41, P42
Tabulky vyhodnocení osnovního úpletu (FOTO K)	P43 - P46
Kreslené pozitivy struktury interlokového úpletu	P47, P48
Tabulky vyhodnocení interlokového úpletu (FOTO K)	P49, P50
Kreslené pozitivy struktury propletu Arachne-Optimix	P51, P52
Tabulky vyhodnocení propletu Arachne-Optimix (FOTO K)	P53 - P55

POKUS 26, FOT.25, m_p 50, SMĚR $\leftarrow$



POKUS 26, FOT. 27, m_p 50, SMĚR $\longrightarrow$



KONSTANTA KOMORY= 116.360
 FREDMETOVA VDALENOST= 85.826
 ZVETSENI PROFILPROJEKTORU= 50.000
 INDEX LOMU= 1.525
 VYSKA HLADINY= .500

PRVNI PRUNET		DRUHY PRUNET		SKUTEČNY BOD			
63.9	127.1	42.5	132.1	1.10	1.92	-.86	.11
64.1	124.0	43.0	128.5	1.11	1.87	-.86	.10
65.0	120.2	43.5	129.4	1.13	1.81	-.86	.11
66.0	116.8	44.6	122.1	1.15	1.77	-.86	.11
67.1	113.9	46.1	118.1	1.18	1.71	-.85	.10
68.1	110.6	47.5	115.0	1.20	1.67	-.84	.10
70.0	107.0	48.9	111.7	1.23	1.62	-.85	.10
72.0	103.9	50.5	108.1	1.27	1.57	-.86	.09
73.9	100.3	51.1	105.0	1.30	1.52	-.88	.10
75.5	96.8	52.2	101.0	1.33	1.46	-.89	.09
77.0	93.5	52.8	98.0	1.35	1.42	-.91	.10
78.5	90.0	52.5	94.6	1.36	1.36	-.94	.10
81.0	86.4	52.2	91.0	1.38	1.31	-1.00	.10
82.8	83.2	51.8	87.5	1.40	1.26	-1.04	.09
84.5	79.9	51.0	84.3	1.41	1.21	-1.09	.09
85.5	76.2	49.8	80.9	1.40	1.16	-1.13	.10
86.5	73.0	48.2	77.5	1.40	1.11	-1.19	.09
87.0	69.2	47.0	73.7	1.39	1.06	-1.22	.09
87.0	66.0	45.2	70.5	1.37	1.01	-1.26	.09
86.1	62.2	43.5	67.0	1.34	.96	-1.27	.09
85.1	58.6	42.0	64.0	1.32	.91	-1.29	.10
84.0	55.5	40.0	60.1	1.29	.86	-1.30	.09
82.5	52.0	38.0	57.0	1.25	.81	-1.32	.09
80.6	48.5	36.0	53.8	1.21	.76	-1.32	.09
78.1	45.0	34.1	50.0	1.16	.70	-1.31	.09
75.0	41.6	32.0	46.5	1.11	.65	-1.29	.08
70.9	38.1	28.9	43.0	1.03	.60	-1.27	.08
47.0	38.2	20.0	43.0	.70	.60	-.98	.08
43.0	41.7	17.5	46.5	.63	.65	-.96	.08
40.2	44.8	15.5	50.0	.58	.70	-.94	.08
38.3	48.0	13.8	54.0	.54	.75	-.94	.10
36.2	51.5	12.0	57.5	.50	.81	-.93	.10
34.9	54.9	10.9	61.0	.48	.86	-.93	.10
33.6	58.3	9.3	64.3	.45	.91	-.94	.10
32.9	61.9	8.0	67.1	.42	.95	-.95	.08
32.5	65.2	7.0	71.0	.41	1.01	-.96	.09
32.1	68.6	5.6	74.5	.39	1.06	-.98	.09
31.9	72.0	4.2	78.0	.37	1.11	-1.00	.10
31.9	75.5	3.0	81.0	.36	1.16	-1.03	.09
32.0	78.7	1.8	84.9	.35	1.21	-1.05	.10
32.5	82.2	1.1	88.3	.35	1.26	-1.08	.10
33.0	85.8	1.2	91.9	.35	1.31	-1.09	.10
34.1	89.2	2.0	95.5	.37	1.37	-1.09	.10
35.3	92.5	2.6	99.0	.39	1.42	-1.10	.11
37.0	95.7	3.5	102.0	.42	1.46	-1.12	.10
40.0	99.6	5.0	105.8	.47	1.52	-1.15	.10
44.0	103.1	6.9	108.9	.53	1.57	-1.19	.10
60.3	103.6	30.2	107.4	.94	1.56	-1.04	.08

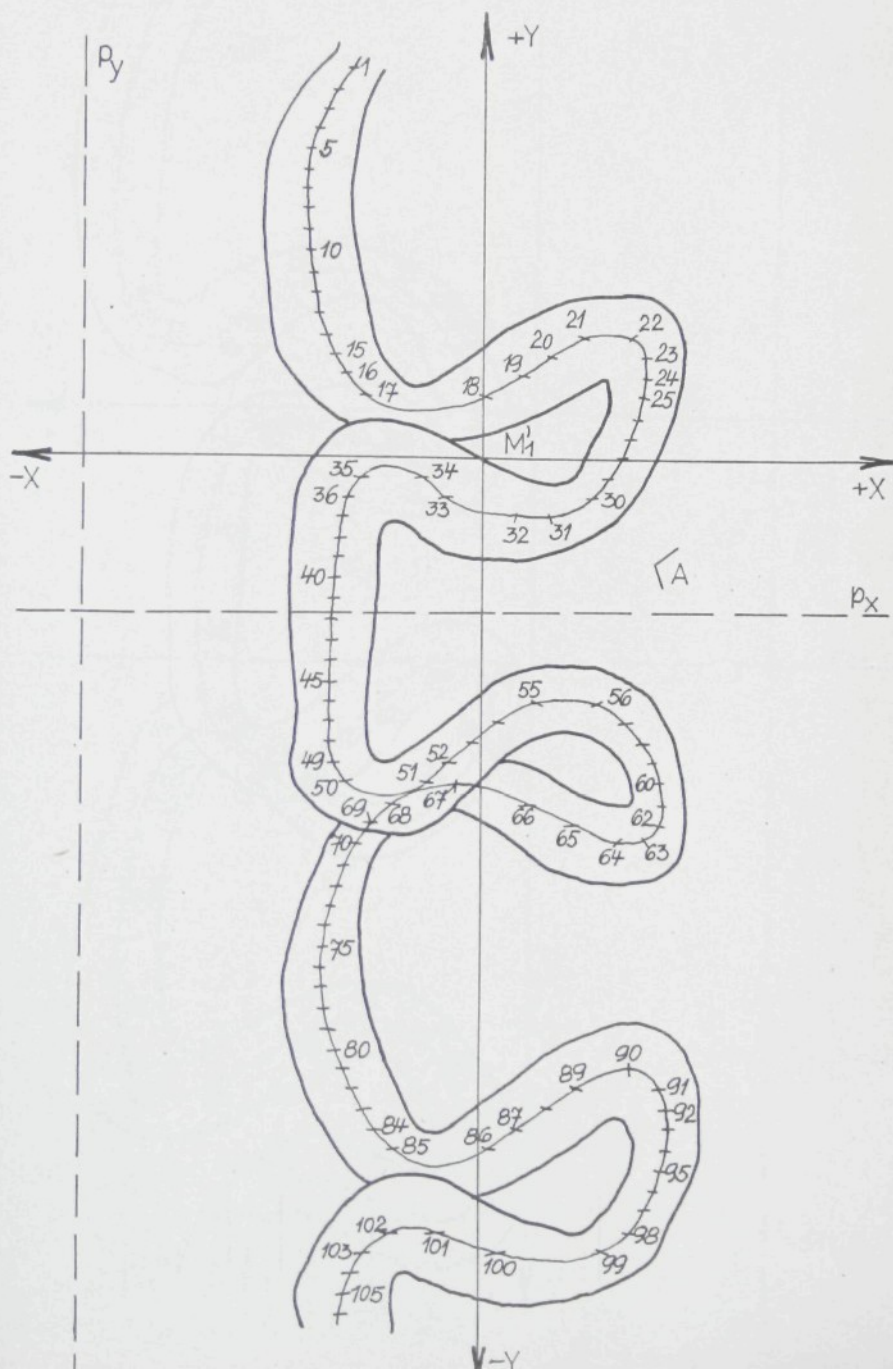
55.0	93.0	35.0	98.1	1.04	1.41	-1.04	.10
65.2	90.1	36.0	94.9	1.05	1.37	-1.02	.09
65.0	86.5	36.9	91.5	1.06	1.32	-1.00	.10
64.3	82.7	37.1	87.9	1.05	1.26	-.98	.10
63.8	79.1	37.5	84.6	1.05	1.21	-.96	.10
63.0	76.1	37.6	81.0	1.04	1.16	-.94	.09
62.0	72.3	37.5	77.9	1.03	1.11	-.93	.10
61.0	69.0	37.3	74.2	1.02	1.06	-.91	.09
59.8	65.2	36.8	70.9	1.00	1.01	-.90	.10
58.8	62.0	36.0	67.2	.98	.95	-.89	.09
57.9	58.2	35.5	63.9	.97	.90	-.89	.10
57.2	55.2	34.9	60.8	.96	.86	-.88	.10
56.8	51.9	33.9	57.5	.94	.81	-.90	.10
56.2	48.1	32.5	53.5	.92	.75	-.91	.09
56.1	45.0	31.1	50.2	.91	.70	-.94	.09
56.2	41.9	29.9	46.2	.89	.65	-.97	.07
56.5	38.0	28.9	43.0	.89	.60	-.99	.08
56.8	34.1	28.0	39.5	.88	.54	-1.02	.09
57.9	31.0	27.1	36.1	.88	.50	-1.06	.08
58.9	27.1	26.5	32.5	.89	.44	-1.09	.09
60.5	24.0	26.3	29.5	.90	.40	-1.12	.09

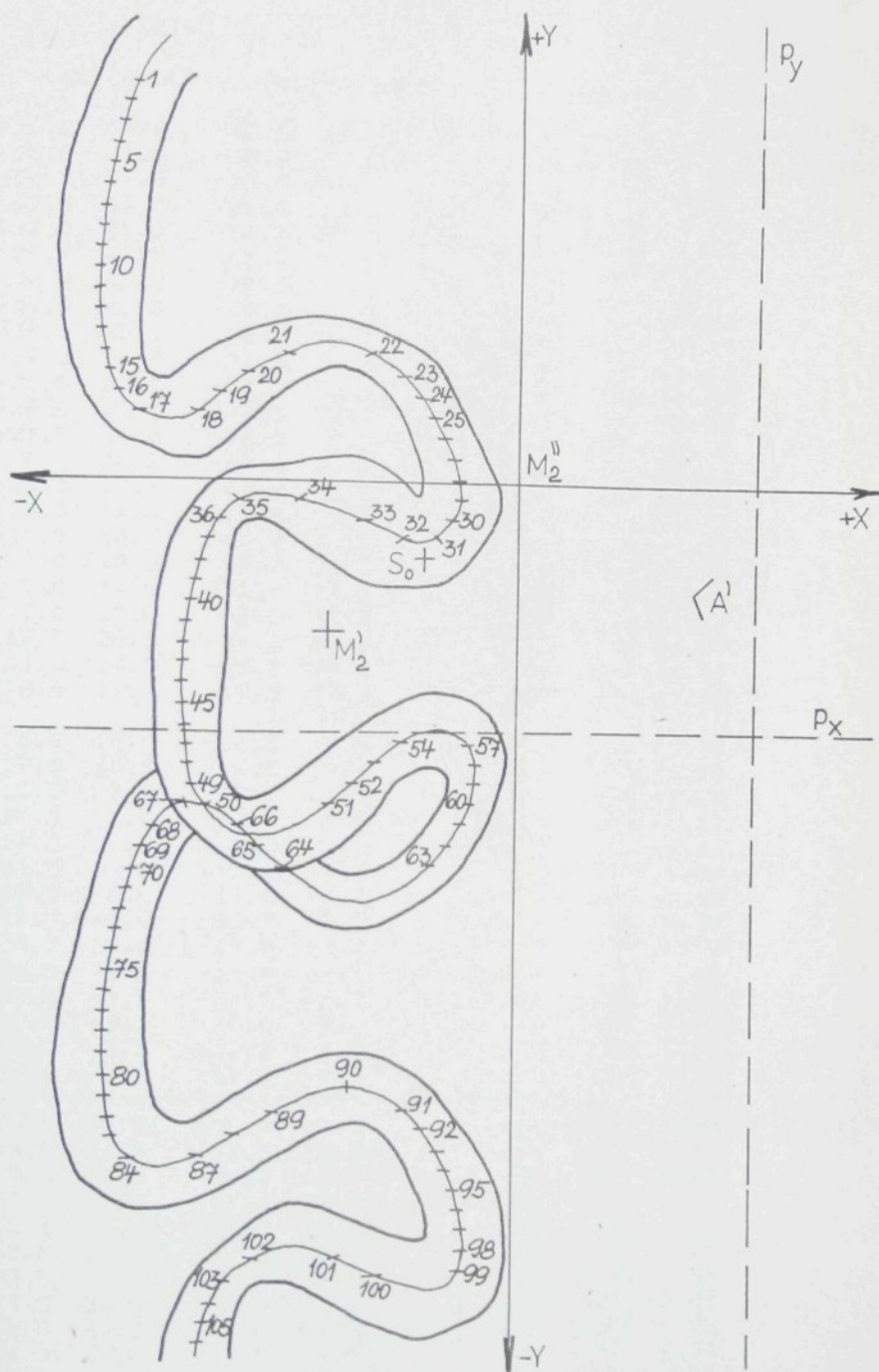
62.6	20.5	26.1	26.0	.92	.34	-1.17	.09
65.0	17.1	26.2	22.9	.95	.30	-1.21	.09
67.7	13.7	27.8	19.0	.99	.24	-1.23	.08
70.0	10.2	29.0	15.5	1.03	.19	-1.25	.08
72.5	7.0	30.5	12.0	1.07	.14	-1.27	.08
75.2	3.5	32.5	8.6	1.12	.09	-1.29	.08
78.0	.0	35.0	5.2	1.17	.04	-1.29	.08
80.7	-3.4	38.0	1.9	1.23	-.01	-1.28	.08
83.9	-6.5	42.1	-1.9	1.31	-.06	-1.26	.07
87.0	-10.0	48.5	-5.4	1.41	-.11	-1.19	.07
94.5	-10.1	63.7	-5.5	1.64	-.11	-1.03	.06
95.5	-7.0	70.0	-2.0	1.72	-.07	-.92	.07
96.5	-3.1	73.2	1.6	1.76	-.01	-.87	.07
97.5	.0	76.0	4.9	1.80	.04	-.83	.07
98.0	3.1	77.5	8.0	1.82	.08	-.81	.07

98.9	7.0	79.6	11.9	1.85	.14	-.79	.08
99.8	10.5	81.0	15.5	1.88	.19	-.77	.08
100.5	14.0	82.0	19.0	1.90	.24	-.77	.08
101.2	17.2	82.1	22.0	1.90	.29	-.78	.08
102.1	20.8	82.5	25.6	1.92	.34	-.79	.08
103.1	24.0	82.1	28.9	1.92	.39	-.81	.08
104.1	27.8	82.0	32.2	1.93	.44	-.84	.08
104.9	31.2	81.7	36.0	1.94	.50	-.86	.09
105.3	34.6	81.5	38.7	1.94	.54	-.87	.08
105.6	38.2	80.6	43.0	1.93	.60	-.89	.09
105.7	41.9	79.9	46.1	1.93	.65	-.91	.08
105.5	45.2	78.9	49.9	1.91	.70	-.93	.09
105.0	48.0	77.7	53.1	1.90	.75	-.94	.10
103.6	52.1	75.5	56.9	1.86	.81	-.96	.10
101.9	55.5	73.0	60.1	1.82	.85	-.98	.09
98.9	58.6	70.0	63.9	1.75	.91	-.98	.10
92.0	62.5	65.1	66.8	1.63	.96	-.95	.09
86.0	62.0	51.9	67.0	1.43	.95	-1.10	.10
80.0	58.5	48.0	63.5	1.33	.90	-1.06	.09
77.5	55.0	45.6	60.0	1.28	.85	-1.06	.09
76.0	51.8	44.5	57.1	1.25	.81	-1.06	.09
75.0	48.1	44.0	53.5	1.23	.75	-1.05	.10
74.3	45.0	44.3	50.0	1.23	.70	-1.03	.09
73.8	41.9	45.1	46.0	1.23	.65	-1.00	.07
73.1	38.0	45.9	42.9	1.24	.60	-.97	.08
				1.24	.54	-.95	.08

74.0	27.0	49.6	32.5	1.28	.44	-.91	.09
74.9	24.1	51.0	29.0	1.31	.39	-.90	.08
75.8	20.4	51.9	25.7	1.33	.34	-.90	.09
76.9	17.1	53.5	22.0	1.35	.29	-.89	.08
78.0	14.0	55.0	19.2	1.38	.25	-.88	.08
79.8	10.4	56.7	15.1	1.42	.19	-.88	.07
80.8	7.0	58.0	11.9	1.44	.14	-.88	.08
82.6	3.0	59.3	8.1	1.47	.08	-.88	.08
83.5	.0	60.9	5.1	1.50	.04	-.87	.08
84.8	-3.1	61.8	2.0	1.52	-.01	-.88	.08
86.5	-6.8	62.1	-1.8	1.54	-.06	-.90	.07
87.0	-10.0	62.5	-5.5	1.55	-.11	-.90	.06
89.0	-13.6	62.2	-8.5	1.57	-.16	-.95	.07
90.4	-17.0	61.8	-12.0	1.58	-.21	-.98	.07
91.0	-20.5	61.1	-15.5	1.58	-.27	-1.01	.07
92.0	-23.5	60.4	-19.0	1.58	-.31	-1.04	.06
92.5	-27.5	59.0	-23.0	1.57	-.37	-1.08	.06
92.5	-31.1	57.5	-26.0	1.56	-.42	-1.11	.06
92.3	-35.0	56.0	-29.1	1.54	-.47	-1.14	.08
91.3	-38.1	53.9	-32.8	1.51	-.52	-1.16	.07
90.1	-41.8	51.9	-36.0	1.47	-.58	-1.18	.07
89.0	-45.0	49.6	-39.9	1.44	-.63	-1.21	.06
87.7	-48.2	47.8	-43.0	1.41	-.67	-1.22	.06
86.2	-51.9	45.6	-46.2	1.37	-.73	-1.23	.07
84.5	-55.1	43.0	-50.0	1.32	-.78	-1.25	.06
82.0	-58.6	41.0	-53.6	1.28	-.83	-1.25	.06
78.0	-61.9	38.1	-57.0	1.20	-.88	-1.23	.06
53.6	-62.0	27.9	-57.1	.85	-.88	-.96	.06
49.0	-58.8	25.1	-54.0	.77	-.83	-.92	.06
46.0	-55.0	23.4	-50.5	.72	-.78	-.90	.06
43.9	-51.7	22.1	-47.1	.69	-.73	-.88	.06
42.5	-48.1	20.5	-43.9	.65	-.68	-.89	.05
41.0	-44.9	18.9	-40.0	.62	-.63	-.89	.07
40.0	-41.1	17.5	-37.0	.60	-.58	-.90	.05
39.0	-38.0	16.0	-33.5	.57	-.53	-.91	.06
38.3	-35.0	14.5	-29.5	.55	-.48	-.92	.08
37.5	-31.1	13.0	-26.0	.52	-.42	-.94	.07
37.2	-27.3	12.2	-22.5	.51	-.37	-.95	.07
36.8	-23.9	11.1	-20.0	.50	-.32	-.96	.06
37.1	-20.5	10.0	-16.5	.49	-.27	-.99	.06
37.5	-16.9	9.0	-12.1	.48	-.21	-1.02	.07
38.1	-13.5	8.5	-9.0	.48	-.17	-1.04	.07
39.5	-10.2	8.8	-5.6	.50	-.12	-1.06	.07
40.8	-7.0	9.0	-2.0	.52	-.07	-1.08	.07
42.9	-3.1	10.5	1.5	.55	-.01	-1.09	.07
44.5	.0	12.1	5.0	.59	.04	-1.09	.07
47.5	3.1	15.2	8.5	.65	.09	-1.09	.08
53.0	6.6	20.8	12.0	.77	.14	-1.09	.08
58.3	6.9	30.5	12.0	.92	.14	-.99	.08
63.9	2.9	37.0	8.5	1.05	.08	-.97	.08
67.5	-3.5	39.0	5.0	1.11	.01	-1.00	.13
68.1	-7.1	40.8	1.9	1.13	-.04	-.98	.13
68.1	-10.0	43.0	-1.8	1.15	-.09	-.93	.12
68.0	-13.9	43.3	-5.2	1.16	-.14	-.93	.13
67.9	-17.0	44.0	-8.9	1.16	-.19	-.91	.12
67.3	-20.6	44.1	-12.1	1.16	-.24	-.90	.12
66.2	-24.0	44.5	-15.9	1.15	-.29	-.87	.11
65.5	-27.5	44.1	-19.0	1.14	-.34	-.86	.12
64.6	-31.0	44.0	-22.9	1.13	-.40	-.84	.11
63.5	-34.9	43.9	-25.9	1.12	-.45	-.83	.12
63.0	-38.0	43.1	-29.5	1.10	-.50	-.83	.12
62.2	-41.8	42.8	-33.0	1.09	-.55	-.82	.12
61.4	-44.9	41.9	-36.1	1.07	-.60	-.82	.12
61.0	-48.0	40.8	-39.7	1.06	-.65	-.84	.11

POKUS 26, FOT. 9, m_p 50, SMĚR $\leftarrow$





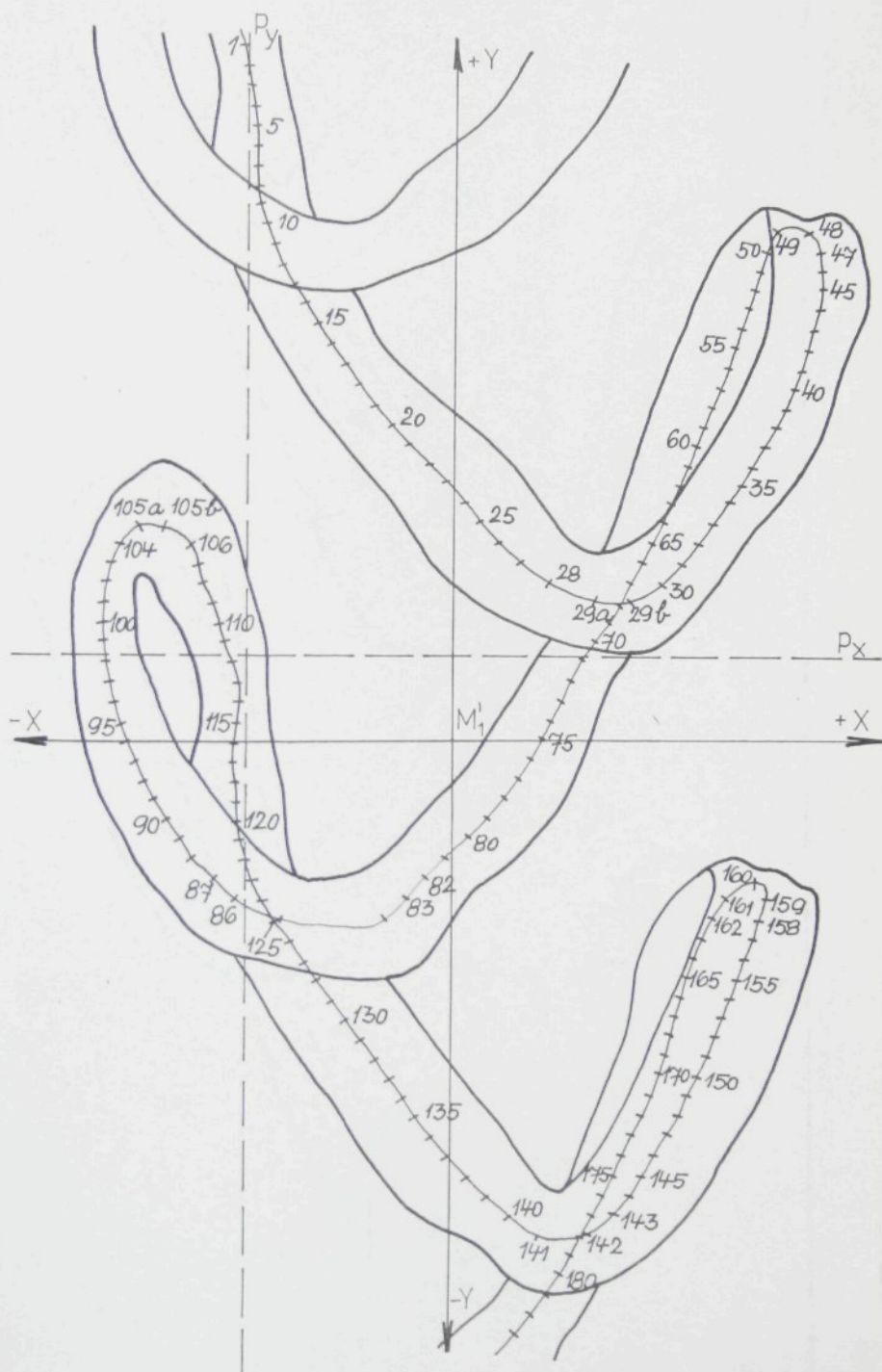
KONSTANTA KOMORY= 116.380
 PREDNETOVA VDALENOST= 85.826
 ZVETSENI PROFILPROJEKTORU= 50.000
 INDEX LOMU= 1.525
 VYSKA HLADINY= .500

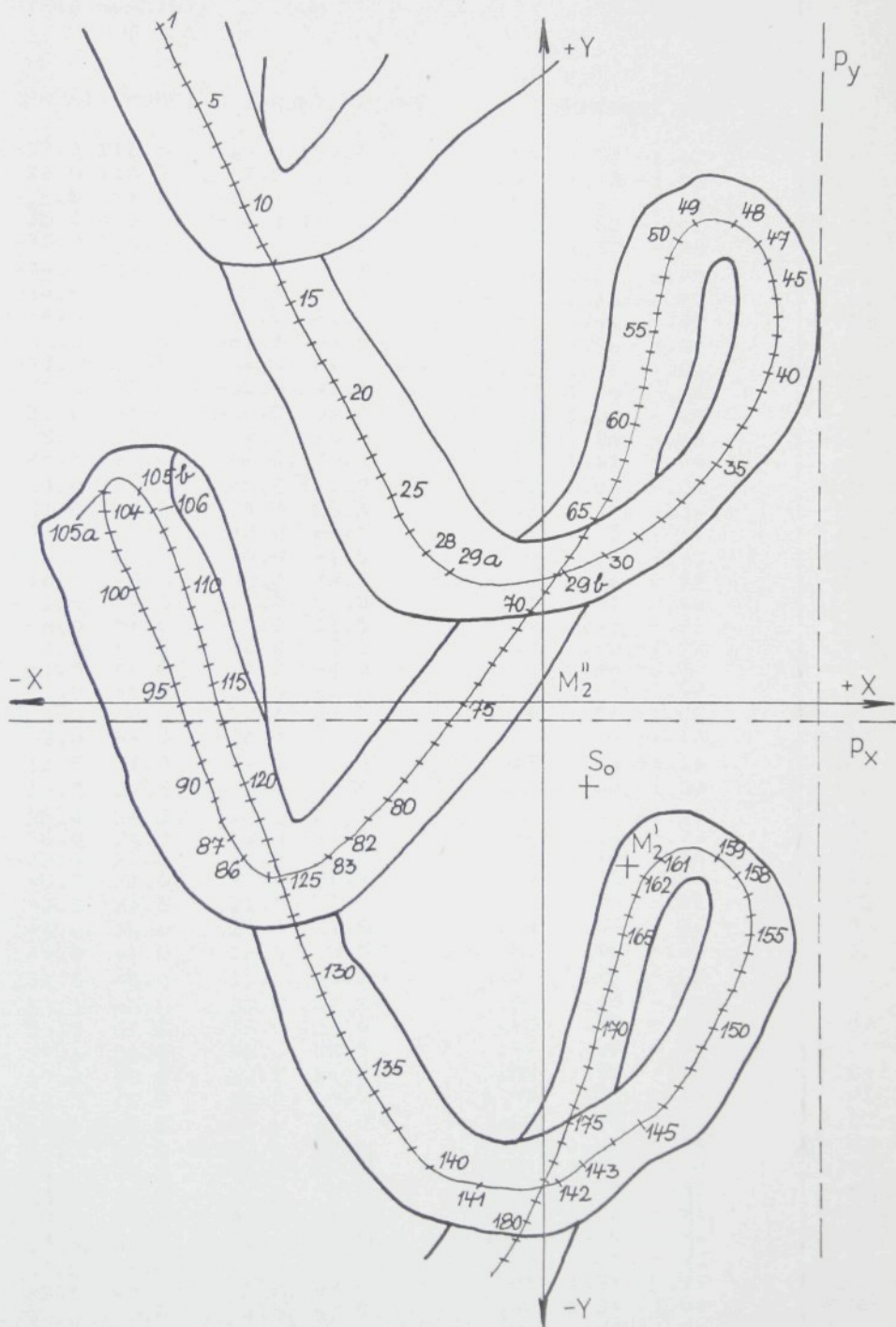
PRVNI PROMET		DRUHY PROMET		SKUTEČNY BOD			
-20.2	64.8	-65.0	66.0	-.88	.97	-1.33	.00
-25.0	61.0	-66.0	62.5	-.94	.91	-1.26	.01
-26.2	57.8	-67.0	59.0	-.97	.86	-1.25	.00
-27.5	54.2	-68.0	55.8	-.99	.81	-1.25	.01
-29.0	51.0	-68.5	52.3	-1.01	.76	-1.23	.01
-29.7	47.5	-69.5	49.0	-1.03	.71	-1.23	.01
-29.8	44.5	-70.0	45.2	-1.04	.66	-1.24	-.00
-29.8	41.2	-70.0	42.0	-1.04	.62	-1.24	.00
-29.8	38.0	-70.7	38.5	-1.04	.57	-1.25	-.00
-29.0	34.0	-71.0	35.0	-1.04	.51	-1.27	.01
-28.8	30.5	-71.0	31.5	-1.04	.46	-1.28	.01
-28.0	27.5	-70.5	28.0	-1.02	.41	-1.28	.00
-27.5	24.0	-70.0	25.0	-1.01	.36	-1.28	.01
-26.2	20.2	-69.8	21.2	-1.00	.31	-1.31	.01
-25.0	17.1	-69.0	18.0	-.97	.26	-1.32	.01
-23.0	14.0	-67.5	14.5	-.94	.21	-1.33	.00
-19.5	10.5	-64.0	11.2	-.87	.16	-1.33	.01
.0	10.0	-54.5	11.5	-.56	.16	-1.53	.02
7.0	14.0	-51.0	14.5	-.46	.21	-1.61	.01
12.0	17.0	-46.0	18.0	-.35	.26	-1.61	.01
17.0	20.5	-39.2	21.0	-.23	.31	-1.57	.01
26.0	20.5	-25.0	21.0	.01	.31	-1.47	.01
28.0	17.4	-19.5	17.8	.09	.26	-1.40	.01
28.0	14.0	-16.5	14.2	.12	.21	-1.34	.00
27.5	10.5	-14.5	11.0	.13	.16	-1.29	.01
26.5	7.0	-13.0	7.5	.14	.11	-1.24	.01
25.0	3.5	-11.2	4.0	.14	.06	-1.17	.01
24.0	.5	-10.0	.5	.15	.01	-1.13	.00
21.5	-3.0	-10.0	-2.8	.12	-.04	-1.08	.00
19.0	-6.5	-11.2	-6.2	.08	-.09	-1.06	.00
11.5	-10.0	-14.9	-9.5	-.04	-.14	-.98	.01
6.5	-10.0	-19.0	-9.5	-.13	-.14	-.96	.01
-6.0	-6.5	-26.0	-6.3	-.33	-.09	-.85	.00
-10.0	-3.3	-36.5	-3.0	-.48	-.05	-.98	.00
-20.5	-3.2	-48.0	-3.0	-.71	-.05	-.99	.00
-23.0	-6.5	-51.0	-6.5	-.77	-.10	-1.00	.00
-25.8	-9.8	-52.5	-9.8	-.81	-.14	-.98	.00

-24.0	-13.5	-54.0	-13.5	-.81	-.20	-1.04	.00
-24.5	-16.5	-54.5	-16.5	-.82	-.24	-1.04	.00
-25.0	-20.0	-55.5	-20.0	-.84	-.30	-1.05	.00
-25.0	-23.5	-56.0	-23.5	-.84	-.35	-1.06	.00
-25.1	-27.0	-56.5	-27.0	-.85	-.40	-1.07	.01
-25.5	-30.5	-56.5	-30.4	-.85	-.45	-1.06	.01
-25.5	-34.0	-56.5	-33.5	-.85	-.50	-1.06	.01
-25.5	-37.5	-56.5	-37.2	-.85	-.55	-1.06	.01
-25.8	-41.0	-56.0	-41.0	-.85	-.61	-1.04	.01
-26.0	-44.0	-56.0	-44.0	-.85	-.65	-1.04	.01
-26.0	-47.5	-55.3	-47.0	-.84	-.70	-1.03	.02
-25.0	-50.8	-54.0	-50.9	-.82	-.75	-1.02	.01

-23.0	-54.0	-52.5	-54.0	-.78	-.80	-1.03	.01
-9.0	-54.3	-32.5	-54.0	-.43	-.80	-.92	.01
-5.3	-51.0	-28.0	-50.5	-.35	-.75	-.90	.01
-1.5	-47.8	-24.5	-47.0	-.27	-.70	-.91	.01
3.0	-44.0	-20.0	-43.5	-.18	-.65	-.91	.01
25.0	-44.5	-8.5	-43.8	.17	-.65	-1.12	.01
28.0	-48.0	-7.0	-47.5	.22	-.71	-1.15	.00
29.5	-51.2	-7.0	-50.5	.23	-.75	-1.18	.01
30.5	-54.5	-8.0	-53.8	.23	-.80	-1.22	.01
31.0	-58.0	-9.5	-57.0	.22	-.85	-1.26	.01
30.5	-61.2	-12.0	-60.5	.19	-.90	-1.30	.01
28.0	-64.5	-15.0	-64.2	.13	-.95	-1.31	.00
23.0	-64.5	-39.5	-64.2	-.17	-.95	-1.70	.01
15.5	-61.5	-43.5	-60.9	-.29	-.91	-1.63	.01
8.0	-58.0	-46.8	-57.5	-.40	-.86	-1.54	.01
-4.2	-55.0	-56.0	-54.0	-.62	-.81	-1.48	.02
-14.9	-57.8	-61.0	-57.8	-.79	-.86	-1.36	.01
-19.0	-61.0	-63.0	-61.0	-.85	-.90	-1.32	.01
-21.0	-64.0	-64.0	-65.0	-.88	-.95	-1.30	-.00
-23.0	-68.0	-65.0	-68.0	-.91	-1.01	-1.28	.01
-24.2	-71.3	-66.0	-71.5	-.94	-1.06	-1.27	.01

-25.2	-74.5	-67.0	-74.5	-.96	-1.10	-1.27	.02
-26.0	-78.0	-67.5	-78.0	-.97	-1.15	-1.27	.02
-26.8	-81.5	-68.0	-81.5	-.98	-1.21	-1.26	.02
-27.0	-85.0	-68.5	-85.0	-.99	-1.26	-1.27	.02
-27.0	-88.0	-69.0	-88.5	-1.00	-1.31	-1.28	.01
-26.0	-91.5	-69.0	-92.0	-.99	-1.36	-1.30	.01
-25.5	-95.0	-69.0	-95.5	-.98	-1.41	-1.31	.02
-24.5	-98.9	-68.9	-99.0	-.97	-1.46	-1.32	.02
-23.1	-101.5	-68.2	-102.5	-.95	-1.51	-1.34	.01
-21.4	-105.0	-68.0	-106.0	-.93	-1.56	-1.37	.01
-19.5	-108.5	-67.0	-109.0	-.90	-1.61	-1.39	.02
-18.0	-112.0	-64.0	-112.5	-.85	-1.66	-1.36	.02
6.5	-112.5	-53.0	-112.0	-.48	-1.66	-1.64	.02
11.5	-109.0	-47.0	-109.0	-.37	-1.62	-1.62	.01
16.5	-106.0	-40.5	-105.0	-.25	-1.56	-1.59	.02
25.5	-102.5	-28.0	-101.0	-.03	-1.51	-1.52	.02
31.0	-106.0	-19.0	-105.0	.12	-1.56	-1.45	.01
32.0	-109.5	-15.5	-108.0	.17	-1.61	-1.40	.02
32.5	-112.5	-13.0	-112.0	.20	-1.66	-1.36	.00
32.0	-116.2	-11.0	-115.5	.22	-1.72	-1.31	.00
31.0	-119.8	-10.0	-118.5	.22	-1.76	-1.27	.01
30.0	-123.2	-9.0	-121.5	.22	-1.81	-1.23	.02
28.5	-126.0	-8.5	-125.0	.21	-1.86	-1.19	.01
25.5	-130.0	-8.5	-128.5	.18	-1.91	-1.13	.02
21.0	-133.5	-9.0	-132.0	.12	-1.96	-1.05	.02
3.0	-133.0	-23.2	-132.0	-.21	-1.96	-.98	.02
-7.2	-129.5	-30.0	-129.0	-.39	-1.91	-.91	.02
-15.0	-129.0	-43.8	-129.2	-.61	-1.91	-1.02	.02
-19.8	-132.5	-48.0	-133.0	-.70	-1.96	-1.01	.02
-21.8	-135.5	-50.5	-136.5	-.75	-2.01	-1.02	.01
-23.0	-139.0	-51.8	-139.8	-.78	-2.06	-1.02	.01
-23.8	-142.0	-52.0	-143.0	-.79	-2.11	-1.01	.01





KONSTANTA KOMORY= 116.380
 PREDMETOVA VDALENOST= 85.826
 ZVETSENI PROFILPROJEKTORU= 50.000
 INDEX LOMU= 1.525
 VYSKA HLADINY= .500

PRVNI PRUMET		DRUHY PRUMET		SKUTEČNY BOD			
-37.0	118.5	-69.0	121.0	-1.10	1.77	-1.07	.01
-36.0	115.0	-67.5	118.5	-1.07	1.73	-1.06	.02
-35.5	111.5	-65.8	114.0	-1.05	1.67	-1.04	.01
-35.0	108.2	-64.0	110.5	-1.03	1.62	-1.02	.01
-35.0	105.0	-62.0	107.0	-1.01	1.57	-.98	.00
-34.5	101.5	-60.0	103.5	-.98	1.51	-.95	.01
-34.5	98.0	-58.5	99.5	-.97	1.46	-.92	-.00
-34.5	94.5	-57.0	96.0	-.95	1.41	-.89	.00
-34.0	91.5	-55.5	93.0	-.93	1.36	-.87	.00
-33.0	88.5	-54.0	89.0	-.90	1.31	-.86	-.01
-31.5	85.0	-52.5	85.5	-.87	1.26	-.86	-.01
-30.0	81.5	-50.5	82.0	-.84	1.21	-.85	-.01
-28.0	78.0	-49.0	78.5	-.80	1.16	-.86	-.01
-26.5	75.0	-47.5	75.0	-.77	1.11	-.86	-.01
-24.0	71.5	-45.8	72.0	-.72	1.06	-.88	-.01
-21.8	68.0	-44.0	68.5	-.68	1.01	-.89	-.00
-19.0	64.5	-42.0	64.5	-.63	.95	-.91	-.01
-16.5	61.2	-40.0	61.0	-.59	.90	-.92	-.01
-14.0	58.5	-38.0	58.0	-.54	.86	-.93	-.01
-11.5	54.5	-36.0	54.5	-.49	.81	-.94	-.01
-8.0	51.0	-35.0	51.5	-.45	.76	-.99	.00
-4.5	47.5	-33.0	47.5	-.39	.70	-1.02	-.00
-1.5	44.5	-31.0	44.5	-.34	.66	-1.04	-.00
2.0	41.0	-29.0	41.0	-.28	.61	-1.07	-.00
4.5	38.0	-27.5	37.5	-.24	.56	-1.09	-.01
8.0	34.0	-26.0	34.0	-.19	.50	-1.13	-.00
11.5	31.0	-24.0	31.0	-.13	.46	-1.16	-.00
16.5	27.5	-21.0	27.0	-.05	.40	-1.20	-.01
25.0	24.5	-17.0	23.5	.08	.36	-1.29	-.01
30.0	24.0	3.0	23.5	.34	.35	-.99	-.01
37.0	27.5	16.5	27.0	.56	.40	-.86	-.00
40.5	31.0	17.5	30.0	.60	.45	-.91	-.01
43.5	34.5	21.5	33.0	.67	.50	-.89	-.02
46.0	38.0	25.0	36.5	.74	.55	-.86	-.02
49.0	41.8	28.5	40.0	.80	.60	-.85	-.02
51.5	45.0	31.0	43.5	.86	.65	-.85	-.01
53.5	48.0	33.5	46.5	.90	.70	-.84	-.01
55.5	51.5	36.0	50.0	.95	.75	-.83	-.01
57.5	55.0	38.0	53.5	.99	.80	-.83	-.01
59.0	58.0	39.5	56.5	1.02	.85	-.83	-.01
60.5	62.0	41.0	60.0	1.05	.90	-.83	-.01
62.0	65.5	42.0	63.0	1.08	.95	-.83	-.02
63.0	69.0	42.5	66.5	1.10	1.00	-.84	-.02
64.0	72.5	42.5	70.0	1.11	1.05	-.86	-.02
65.0	76.0	42.0	73.5	1.11	1.10	-.89	-.02
65.5	80.0	41.5	76.5	1.11	1.16	-.91	-.03
65.5	82.5	41.0	80.0	1.11	1.20	-.92	-.02
65.0	86.0	39.0	83.5	1.08	1.25	-.95	-.01
62.5	90.0	35.0	87.0	1.01	1.31	-.99	-.02
57.5	89.8	27.5	87.0	.88	1.31	-1.04	-.02
55.0	84.0	24.0	84.0	.82	1.26	-1.06	-.01

53.5	79.0	21.5	77.0	.78	1.13	-1.08	-.01
52.5	76.0	21.0	73.5	.76	1.11	-1.07	-.02
51.5	72.5	20.5	70.5	.75	1.06	-1.06	-.02
50.0	69.0	20.0	67.5	.73	1.01	-1.04	-.01
49.0	65.5	19.0	63.5	.71	.95	-1.04	-.02
47.5	62.0	18.5	60.5	.69	.91	-1.02	-.01
46.0	58.0	18.0	57.5	.66	.85	-1.01	-.00
44.0	55.0	17.0	54.0	.63	.81	-.99	-.01
43.0	51.5	16.5	50.5	.62	.75	-.98	-.01
41.5	48.0	15.5	47.0	.59	.70	-.97	-.01
40.0	45.0	14.5	44.0	.57	.66	-.96	-.01
39.0	41.8	13.0	40.5	.54	.61	-.97	-.01
37.5	38.0	11.5	36.5	.51	.55	-.97	-.02
35.5	34.5	9.5	33.5	.47	.50	-.97	-.01
34.5	31.0	7.5	30.0	.44	.45	-.99	-.01
31.5	27.5	5.0	26.5	.38	.40	-.98	-.01
30.0	24.0	2.5	23.0	.34	.35	-1.00	-.01
27.5	20.5	.0	20.0	.29	.30	-1.00	-.01
25.0	17.5	-2.5	17.0	.23	.26	-1.00	-.01
23.0	13.0	-4.5	13.5	.19	.20	-1.00	-.01
21.0	10.0	-7.1	10.0	.14	.15	-1.01	-.00

19.0	7.0	-9.0	7.0	.10	.10	-1.01	.00
17.5	3.0	-12.0	3.5	.06	.05	-1.04	-.01
16.0	.0	-14.5	.0	.02	.00	-1.06	.00
14.0	-3.5	-17.5	-3.5	-.04	-.05	-1.08	.00
11.5	-7.8	-19.5	-7.5	-.08	-.11	-1.07	.00
9.0	-10.0	-22.5	-10.5	-.14	-.15	-1.08	-.01
6.5	-13.5	-25.5	-14.5	-.20	-.21	-1.09	-.01
2.5	-17.0	-28.5	-17.5	-.27	-.26	-1.07	-.01
-1.5	-20.5	-31.7	-20.5	-.34	-.30	-1.05	.00
-4.5	-23.5	-35.5	-24.5	-.42	-.35	-1.07	-.01
-8.0	-27.5	-39.0	-27.5	-.49	-.41	-1.07	.00
-37.5	-27.0	-54.0	-28.0	-.95	-.41	-.77	-.01
-41.5	-23.5	-56.0	-24.5	-1.01	-.35	-.73	-.01
-45.0	-20.0	-58.0	-21.0	-1.07	-.30	-.70	-.01
-47.0	-16.5	-59.0	-17.5	-1.10	-.25	-.67	-.01
-49.0	-13.5	-60.5	-14.0	-1.14	-.20	-.66	-.00
-51.0	-10.0	-61.5	-10.5	-1.17	-.15	-.64	-.00
-53.0	-7.0	-63.0	-7.5	-1.21	-.11	-.63	-.01
-54.5	-3.5	-64.5	-3.5	-1.24	-.05	-.63	.00
-56.0	.0	-65.5	.0	-1.26	.00	-.62	.00
-57.2	3.0	-66.5	3.5	-1.29	.05	-.61	.01
-58.5	7.0	-67.5	7.0	-1.31	.10	-.61	-.00
-59.0	10.0	-69.0	10.0	-1.33	.15	-.63	-.00
-60.0	13.5	-70.5	13.5	-1.36	.20	-.64	-.00
-60.5	16.5	-72.0	16.5	-1.38	.24	-.65	-.01
-60.5	20.0	-73.5	20.0	-1.39	.30	-.68	-.01
-60.5	23.5	-75.0	23.5	-1.41	.35	-.71	-.01
-60.0	27.0	-76.5	27.0	-1.42	.40	-.75	-.01
-59.0	30.5	-78.0	30.5	-1.42	.45	-.80	-.01
-58.0	33.5	-79.0	34.0	-1.42	.50	-.84	-.00
-54.5	36.5	-79.0	37.5	-1.39	.55	-.91	.00
-50.0	36.5	-72.5	37.5	-1.27	.55	-.88	.00
-45.5	33.5	-70.0	34.5	-1.20	.50	-.92	.00
-44.0	30.0	-68.0	31.0	-1.16	.45	-.91	.01
-43.5	27.0	-67.0	27.5	-1.15	.40	-.90	-.00
-41.5	23.0	-65.5	24.0	-1.11	.35	-.91	.01
-40.5	20.0	-65.0	20.5	-1.10	.30	-.92	.00
-40.0	16.9	-63.5	17.5	-1.07	.25	-.90	.00
-38.5	13.5	-62.5	13.5	-1.05	.20	-.92	-.00
-37.0	10.0	-61.5	10.0	-1.02	.15	-.93	-.00
-37.5	7.5	-60.5	7.5	-1.02	.11	-.90	-.00

-38.0	-3.5	-57.5	-3.5	-1.01	.00	-.86	.00
-38.0	-7.0	-56.0	-7.5	-.99	-.05	-.83	.00
-37.9	-10.5	-54.5	-11.0	-.96	-.11	-.80	-.01
-37.5	-14.0	-53.5	-14.5	-.96	-.16	-.77	-.00
-37.0	-17.0	-52.5	-17.5	-.95	-.21	-.76	-.00
-36.0	-20.5	-51.0	-21.5	-.93	-.25	-.75	-.00
-34.5	-23.5	-50.0	-24.5	-.90	-.31	-.74	-.01
-32.5	-27.0	-48.5	-26.5	-.88	-.35	-.75	-.01
-28.0	-34.0	-47.5	-32.0	-.84	-.41	-.76	-.02
-25.5	-34.5	-46.5	-35.0	-.78	-.49	-.83	.04
-23.8	-38.0	-45.5	-38.5	-.75	-.51	-.86	-.00
-20.5	-41.0	-44.0	-42.0	-.72	-.57	-.88	-.00
-18.0	-44.5	-42.5	-45.5	-.67	-.61	-.72	-.01
-15.5	-47.5	-41.0	-49.0	-.63	-.67	-.94	-.01
-13.0	-51.5	-40.0	-52.5	-.59	-.71	-.96	-.02
-10.5	-54.5	-38.5	-56.0	-.55	-.77	-.99	-.01
-8.0	-58.0	-37.0	-59.5	-.51	-.82	-1.01	-.02
-6.0	-61.5	-35.0	-63.0	-.47	-.87	-1.03	-.02
-3.0	-65.0	-32.5	-66.5	-.43	-.92	-1.03	-.02
-.8	-68.0	-30.5	-70.0	-.37	-.97	-1.04	-.02
3.0	-72.0	-28.0	-73.0	-.32	-1.02	-1.04	-.02
6.5	-75.5	-26.0	-76.5	-.26	-1.07	-1.07	-.01
10.5	-78.5	-23.5	-80.0	-.20	-1.12	-1.10	-.01
16.0	-82.5	-20.5	-83.5	-.13	-1.17	-1.13	-.02
14.5	-86.0	-13.0	-86.5	-.05	-1.23	-1.18	-.01
25.0	-86.0	3.5	-86.5	.02	-1.28	-1.00	-.01
29.0	-82.5	8.0	-82.5	.30	-1.27	-.88	-.01
31.5	-78.5	13.0	-79.0	.38	-1.22	-.87	-.01
34.0	-75.5	18.0	-76.0	.46	-1.16	-.82	-.02
36.5	-72.0	22.0	-72.5	.54	-1.12	-.77	-.02
39.0	-68.0	25.0	-69.0	.61	-1.07	-.74	-.02
41.0	-65.0	27.0	-66.0	.66	-1.01	-.73	-.03
42.0	-61.5	29.0	-62.0	.71	-.97	-.73	-.03
44.0	-58.0	31.0	-58.5	.74	-.91	-.71	-.02
45.5	-54.5	32.5	-55.5	.78	-.86	-.70	-.02
47.0	-51.5	34.5	-52.0	.81	-.81	-.70	-.03
47.5	-47.5	36.0	-48.5	.85	-.76	-.69	-.02
50.0	-44.5	37.5	-45.0	.87	-.71	-.67	-.02
51.0	-41.0	38.0	-41.5	.91	-.66	-.69	-.02
52.0	-38.0	38.0	-38.5	.92	-.61	-.70	-.02
54.0	-34.5	37.5	-35.0	.93	-.56	-.72	-.02
55.0	-34.0	35.5	-31.0	.95	-.51	-.77	-.02
56.0	-27.0	31.5	-28.0	.94	-.48	-.83	.04
49.0	-28.0	21.5	-28.0	.91	-.41	-.93	-.02
47.0	-31.0	18.5	-31.5	.73	-.41	-.99	-.00
44.5	-35.0	17.0	-35.0	.68	-.46	-1.01	-.01
43.5	-38.0	15.5	-38.5	.64	-.52	-1.00	-.01
42.0	-41.5	14.5	-42.0	.61	-.57	-1.01	-.01
41.0	-45.0	13.5	-45.0	.59	-.62	-1.00	-.01
40.0	-48.0	13.0	-48.5	.57	-.67	-1.00	-.01
39.0	-51.5	12.0	-51.5	.55	-.71	-.99	-.01
38.0	-54.5	11.0	-55.5	.53	-.76	-.99	-.01
37.0	-58.0	10.0	-58.5	.51	-.81	-.99	-.02
35.5	-62.0	9.0	-62.0	.49	-.86	-.99	-.01
34.0	-65.0	8.5	-66.0	.46	-.92	-.98	-.01
32.0	-68.5	7.0	-69.5	.44	-.97	-.96	-.02
30.5	-72.0	6.0	-72.5	.40	-1.02	-.95	-.02
29.0	-75.5	5.0	-75.5	.38	-1.07	-.94	-.01
27.0	-79.0	3.5	-79.0	.35	-1.12	-.93	-.01
25.0	-82.5	2.0	-82.5	.32	-1.17	-.92	-.01
23.0	-86.0	.5	-86.0	.28	-1.22	-.91	-.01
21.0	-89.0	-1.5	-89.5	.24	-1.27	-.90	-.01
19.5	-92.0	-3.0	-93.0	.20	-1.32	-.90	-.01
				.17	-1.37	-.90	-.02

P Ř Í L O H A IV

VÝPOČETNÍ PROGRAMY

OBSAH :

Úvod	P56
Hlavní vyhodnocovací program konvergentních snímků FOTO K	P57 - P61
Hlavní vyhodnocovací program stereosnímků FOTO S	P62 - P66
Středový průmět bodů do snímkové roviny pro konvergentní snímky PROJEKT K	P67 - P70
Středový průmět bodů do snímkové roviny pro stereosnímky PROJEKT S	P71 - P76
Projekt MŘÍŽKA	P77 - P79
Vyhodnocovací program prostorové křivky TRAJEKT	P80 - P84
Program pro kreslení prostorové křivky DÍSK	P85 - P87

Ú V O D

V této části jsou uvedeny výpočetní programy

- a) sestavené v jazyce HP-Basic Fortran
pro počítač Hewlett Packard 21
(programy FOTO S, FOTO K, PROJEKT S,
PROJEKT K, MŘÍŽKA a TRAJEKT)
- b) sestavené pro stolní kalkulačtor
HP 9810 A při použití snímače děrné
pásky, magnetopáskové jednotky a
souřadnicového zapisovače (program DISK).

Při sestavování bylo vedle účelových závislostí
uvedených v této zprávě využíváno obecných zásad
zejména analytické a diferenciální geometrie,
obecně viz např. [43, 44, 45, 46].

FOTO K

Úloha :

Ze dvou daných středových průmětů skutečného bodu ve známých průmětových rovinách (a ovšem při známých středech promítání) se počítají souřadnice odpovídajícího bodu. V případě, že jde o jednooptické prostředí se prostě najdou promítací paprsky (určené vždy středem promítání a odpovídajícím průmětem) a hledaný bod je jejich průsečíkem. Je-li ale hledaný bod ponořený do kapaliny o známé výšce hladiny a známém indexu lomu při přechodu do ní, promítací paprsky se na hladině lámou a pak teprve se hledá jejich průsečík.

Obsluha programu :

Na výzvu ze spřaženého dálkopisu se dálkopisem zadávají postupně konstanta komory, předmětová vzdálenost, zvětšení. Je-li $S = 0$ zadávají se dále výška hladiny a index lomu (je-li $S = 15$ program výšku hladiny a index lomu nevyžaduje). Z fotosnímače se postupně po řádcích čtou souřadnice prvního a druhého průmětu. Je-li skupina průmětů ukončena čtveřicí -500,0,0,0, program pokračuje dále, je-li ukončena čtveřicí -1000,0,0,0, program výpočet uzavře a je připraven pro nový výpočet. Na děrovači se tisknou po řádcích souřadnice vypočtených bodů, na široké tiskárně se tiskne smluvený protokol.

KONSTANTA KOMORY= 116.380
PŘEDMETOVÁ VZDÁLENOST= 25.826
ZVETSENI PROFILPROJEKTORU= 20.000
INDEX LOMU= 1.525
VÝŠKA HLADINY= 3.500

PRVNÍ PRŮMĚT

x_1 y_1

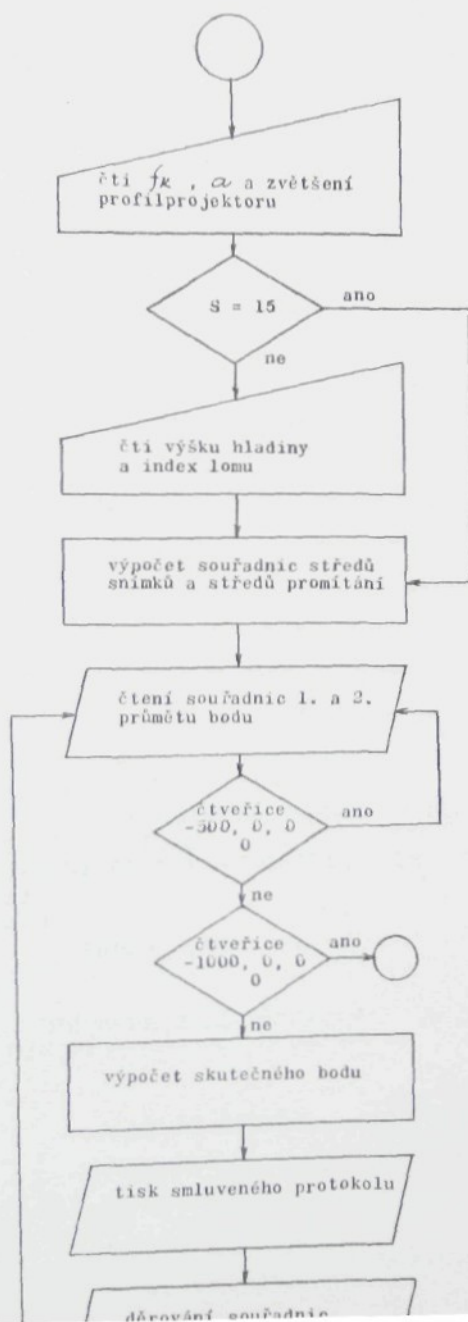
DRUHÝ PRŮMĚT

x_2 y_2

SKUTEČNÝ BOD

x y z

Vývojový diagram




```

PROGRAM FO O K
PROGRAM PRO VYPOCET S IMERSNI KAPALINOU
DIMENSION S1(3),S2(3),O1(3),O2(3),A1(3),A2(3),A(3),E1X(3),
1E2X(3),E1Y(3),E2Y(3),Z1(3),Z2(3),A1H(3),A2H(3)
COMMON FK,AA,H,BETA,XMP
31 WRITE(2,104)
04 FORMAT(/"ZADEJ KONSTANTU KOMORY PREDMETOVOU VZDALENOST ZVETSENI
C PROFILPROJEKTORU:"/)
READ(1,*)FK,AA,XMP
XMC=XMP*FK/AA
IF(ISSW(15))9,11
11 WRITE(2,106)
06 FORMAT(/"ZADEJ VYSKU HLADINY INDEX LOMU:"/)
READ(1,*)H,BETA
9 XK=1./SQRT(2.)
S1(1)=AA*XK
S1(2)=0
S1(3)=S1(1)
S2(1)=-S1(1)
S2(2)=0
S2(3)=S1(1)
AAA=AA-FK
O1(1)=AAA*XK
O1(2)=0
O1(3)=O1(1)
O2(1)=-O1(1)
O2(2)=0
O2(3)=O1(1)
E1X(1)=XK
E1X(2)=0
E1X(3)=-XK
E2X(1)=XK
E2X(2)=0
E2X(3)=XK
E1Y(1)=0
E1Y(3)=0

E1Y(2)=1
E2Y(1)=0
E2Y(2)=1
E2Y(3)=0
WRITE(6,105)FK,AA,XMP
05 FORMAT(///" KONSTANTA KOMORY=",F8.3/"
1PREDMETOVA VDALENOST=",F8.3/
2" ZVETSENI PROFILPROJEKTORU=",F8.3)
IF(ISSW(15))12,13
13 WRITE(6,107)BETA,H
07 FORMAT(" INDEX LOMU=",F8.3/" VYSKA HL
1ADINY=",F8.3/)
12 WRITE(2,101)
01 FORMAT(/"ZADAVEJ POSTUPNE Z FOTOSNIMACE SOURADNICE PRVNIHO
2A DRUHEHO PRUMETU:"/)
PAUSE
WRITE(6,102)
02 FORMAT(///" PRVNI PRUMET DRUHY PRUMET
1 SKUTEC
3NY BOD "/)
10 READ(5,*)ALF1X,ALF1Y,ALF2X,ALF2Y
IF(ALF1X+500.)22,21,20
20 AL1X=ALF1X/XMP
AL2X=ALF2X/XMP
AL1Y=ALF1Y/XMP

```

```

1  A1(I)=O1(I)+AL1X*E1X(I)+AL1Y*E1Y(I)
   DO 2 I=1,3
2  A2(I)=O2(I)+AL2X*E2X(I)+AL2Y*E2Y(I)
   DO 3 I=1,3
     Z1(I)=S1(I)-A1(I)
3   Z2(I)=S2(I)-A2(I)
     IF (ISSW(15)) 14,15
14  CALL BODMI(A1,Z1,A2,Z2,A)
     VZDAL=DMIMO(A1,Z1,A2,Z2)
     WRITE(6,103)ALF1X,ALF1Y,ALF2X,ALF2Y,A(1),A(2),A(3),VZDAL
103 FORMAT(F17.1,F6.1,F8.1,F6.1,F12.3,2F6.2,F12.2)
     WRITE(4,109) (A(I),I=1,3)
     GOTO 10
15  CALL ZLOM(A1,S1,A1H,Z1)
     CALL ZLOM(A2,S2,A2H,Z2)
     CALL BODMI(A1H,Z1,A2H,Z2,A)
     VZDAL=DMIMO(A1H,Z1,A2H,Z2)
     WRITE(6,103)ALF1X,ALF1Y,ALF2X,ALF2Y,(A(I),I=1,3),VZDAL
     WRITE(4,109) (A(I),I=1,3)
109 FORMAT(3F10.2)
     GOTO 10
21  R=500
     R1=0
     WRITE(4,109)R,R1,R1
     WRITE(6,110)
110 FORMAT("*****")
1  *****")
     GOTO 10
22  R=1000
     R1=0
     WRITE(4,109)R,R1,R1
     GOTO 31
     END
     END*

```

```

FUNCTION DMIM0(A1+S1+A2+S2)
  DIMENSION A1(3)+S1(3)+A2(3)+S2(3)+S3(3)
  DO 1 I=1,3
1 S3(I)=A1(I)-A2(I)
  DM1=DET3(S1+S2+S3)
  S3(1)=S1(2)*S2(3)-S2(2)*S1(3)
  S3(2)=-S1(1)*S2(3)+S2(1)*S1(3)
  S3(3)=S1(1)*S2(2)-S2(1)*S1(2)
  DMIM=SQRT(S3(1)**2+S3(2)**2+S3(3)**2)
  DMIM0=DM1/DMIM
  RETURN
END
SUBROUTINE BODMI(A1+S1+A2+S2,A)
  DIMENSION A1(3)+S1(3)+A2(3)+S2(3)+A(3)+B(3)+S2M(3)+SK12(3)+
  CB1(3)+B2(3)+S1M(3)
  SK12(1)=S1(2)*S2(3)-S2(2)*S1(3)
  SK12(2)=-S1(1)*S2(3)+S2(1)*S1(3)
  SK12(3)=S1(1)*S2(2)-S2(1)*S1(2)
  DO 2 I=1,3
  S(I)=A2(I)-A1(I)
2 S2M(I)=-S2(I)
  T=DET3(S1+SK12,S)/DET3(S1+SK12,S2M)
  DO 1 I=1,3
  B2(I)=A2(I)+T*S2(I)
  S(I)=-S(I)
1 S1M(I)=-S1(I)
  T=DET3(S2+SK12,S)/DET3(S2+SK12,S1M)
  DO 3 I=1,3
  B1(I)=A1(I)+T*S1(I)
3 A(I)=(B1(I)+B2(I))/2.
  RETURN
END
FUNCTION DET3(A,B,C)
  DIMENSION A(3)+B(3)+C(3)
  DET3=A(1)*B(2)*C(3)+B(1)*C(2)*A(3)+C(1)*A(2)*B(3)-A(3)*B(2)*
  1C(1)-B(3)*C(2)*A(1)-C(3)*A(2)*B(1)
  RETURN
END
SUBROUTINE ZLOM(AX+SX+AH+ZX)
  DIMENSION AX(3)+SX(3)+AH(3)+ZX(3)
  COMMON FX,AA,H,BETA
  UH=(H-SX(3))/(AX(3)-SX(3))
  DO 1 I=1,3
1 AH(I)=SX(I)+UH*(AX(I)-SX(I))
  DO 2 I=1,2
2 ZX(I)=AX(I)-SX(I)
  PGM=AX(3)-SX(3)
  ZX(3)=SQRT((ZX(1)**2+ZX(2)**2)*(BETA**2-1.))+BETA**2*
  3(AX(3)-SX(3))**2)
  ZX(3)=SIGN(ZX(3),PGM)
  RETURN
END
END*

```

FOTO S

Úloha :

Jsou dané dva středové průměty bodů ponořených v kapalině do dvou rovnoběžných promítacích rovin.

(Zvolíme v těchto dvou rovinách vhodné souřadné soustavy vždy pomocí jednoho bodu a dvou kolmých vektorů. Každý průmět je tak v příslušné soustavě definován dvěma souřadnicemi.) Středové průměty bodů a odpovídající středy promítání určují promítací paprsky (ty se při přechodu do kapaliny samozřejmě lámou). Průsečík odpovídajících promítacích paprsků je potom hledaný bod definovaný svými dvěma středovými průměty.

Obsluha programu :

Na výzvu ze spřaženého dálkopisu se z něho zadávají postupně : konstanta komory, předmětová vzdálenost, stereometrická základna. Je-li S prázdné, dále na výzvu zadáváme : výšku hladiny, index lomu (je-li $S=15$ počítáme bez kapaliny). Nakonec zadáváme z fotosnímače souřadnice průmětů hledaných bodů. Tyto průměty musí být děrovány tak, že oba průměty jednoho bodu jsou postupně vždy v jednom řádku a jednotlivé souřadnice i oba body oddělené buď čárkou, nebo dvěma mezerami (čte se volným formátem).

Program pak postupně děruje na děrovači souřadnice skutečných bodů a na široké tiskárně tiskne smluvený protokol. Končí-li vstupní čtveřice na fotosnímači čtveřicí -1000,0,0,0 program na odpovídajícím místě děruje za řadou skutečných bodů trojici 1000,0,0 a je připraven opět na nový výpočet.

KONSTANTA KOMORY= 116.950
PŘEDMETOVÁ VZDÁLENOST= 87.341
ST. ZÁKLADNA= 12.000

PRVNÍ PRŮMĚT

x_1 y_1

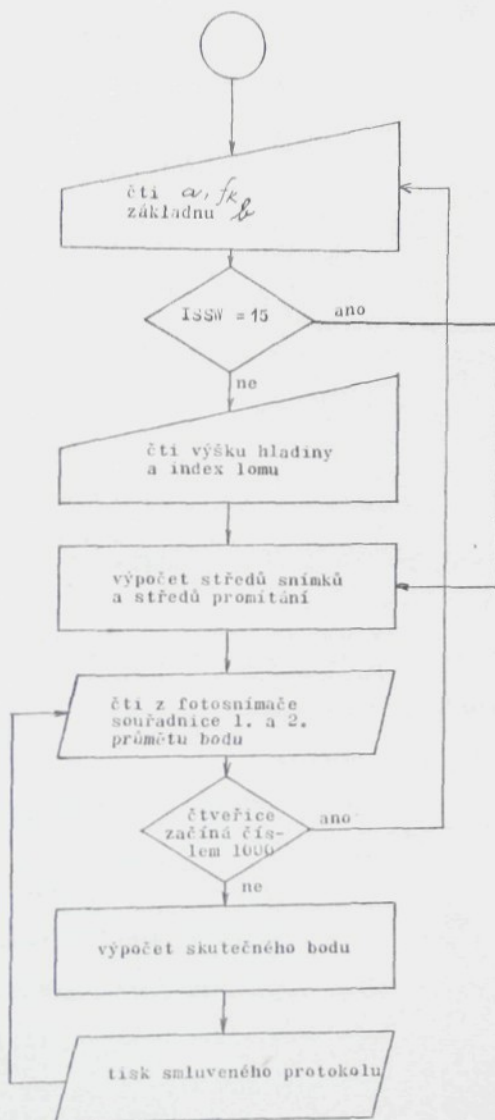
DRUHÝ PRŮMĚT

x_2 y_2

SKUTEČNÝ BOD R

x y z

Vývojový diagram




```

PROGRAM FOTOS
  DIMENSION S1(3),S2(3),O1(3),O2(3),A1(3),A2(3),A(3),EX(3),
  EY(3),Z1(3),Z2(3),A1H(3),A2H(3)
  COMMON FK,AA,H,BETA,ZAKL
21 WRITE(2,104)
104 FORMAT(/"ZADEJ KONSTANTU KOMORY   PREDMETOVOU VZDALENOST   ST.ZAKLAD
  CNU:"/)
  READ(1,*)FK,AA,ZAKL
  IF(ISSW(15))9,11
11 WRITE(2,106)
106 FORMAT(/"ZADEJ VYSKU HLADINY   INDE-   LOMU:"/)
  READ(1,*)H,BETA
9 EX(1)=1
  EX(2)=0
  EX(3)=0
  EY(1)=0
  EY(2)=1
  EY(3)=0
  S2(1)=ZAKL/2.
  S2(2)=0
  S2(3)=AA+H
  S1(1)=-S2(1)
  S1(2)=0
  S1(3)=S2(3)
  O2(1)=S2(1)
  O2(2)=0
  O2(3)=S2(3)+FK
  O1(1)=S1(1)
  O1(2)=0
  O1(3)=O2(3)
  WRITE(6,105)FK,AA,ZAKL
105 FORMAT(///"KONSTANTA KOMORY="*,F8.3/"PREDMETOVA VDALENOST="*,F8.3/
  1"ST.ZAKLADNA="*,F8.3)
  IF(ISSW(15))12,13
13 WRITE(6,107)BETA,H
107 FORMAT("INDEX LOMU="*,F8.3/"VYSKA HLADINY="*,F8.3/)
12 WRITE(2,101)
101 FORMAT(/"ZADAVEJ POSTUPNE Z FOTOSNIMACE SOURADNICE PRVNIHO
  ZA DRUHEHO PROMETU:"/)
  PAUSE
  WRITE(6,102)
102 FORMAT(///" PRVNI PROMET   DRUHY PROMET   SKUTEK
  3NY BOD   R   "/)
10 READ(5,*)AL1X,AL1Y,AL2X,AL2Y
  IF(AL1X+500.)21,20
20 DO 1 I=1,3
  1 A1(I)=O1(I)+AL1X*EX(I)+AL1Y*EY(I)
  DO 2 I=1,3
  2 A2(I)=O2(I)+AL2X*EX(I)+AL2Y*EY(I)
  DO 3 I=1,3
  Z1(I)=S1(I)-A1(I)
  Z2(I)=S2(I)-A2(I)
  IF(ISSW(15))14,15
14 CALL BODMI(A1,Z1,A2,Z2,H)
  VZDAL=DMINO(A1,Z1,A2,Z2)
  R=SQRT(A(1)**2+A(2)**2)
  WRITE(6,103)AL1X,AL1Y,AL2X,AL2Y,A(1),A(2),A(3),R,VZDAL
103 FORMAT(F5.1,F6.1,F8.1,F6.1,F9.2,2F6.2,2F9.2)
  WRITE(4,109)(A(I),I=1,3)
  GOTO 10
15 CALL ZLOM(A1,S1,A1H,Z1)
  CALL ZLOM(A2,S2,A2H,Z2)

```

```
R=SQRT(A(1)**2+A(2)**2)
WRITE(6,103)AL1X,AL1Y,AL2X,AL2Y,(A(I),I=1,3),R,02VAL
WRITE(4,109)(A(I),I=1,3)
109 FORMAT(3F10.2)
GOTO 10
END
END*
```

```

FUNCTION DMIMO(A1,S1,A2,S2)
  DIMENSION A1(3),S1(3),A2(3),S2(3),S3(3)
  DO 1 I=1,3
1 S3(I)=A1(I)-A2(I)
  DMI=DET3(S1,S2,S3)
  S3(1)=S1(2)*S2(3)-S2(2)*S1(3)
  S3(2)=-S1(1)*S2(3)+S2(1)*S1(3)
  S3(3)=S1(1)*S2(2)-S2(1)*S1(2)
  DMIM=SQRT(S3(1)**2+S3(2)**2+S3(3)**2)
  DMIMO=DMI/DMIM
  RETURN
END

SUBROUTINE BODMI(A1,S1,A2,S2,A)
  DIMENSION A1(3),S1(3),A2(3),S2(3),A(3),S(3),S2M(3),SK12(3),
  CR1(3),B2(3),S1M(3)
  SK12(1)=S1(2)*S2(3)-S2(2)*S1(3)
  SK12(2)=-S1(1)*S2(3)+S2(1)*S1(3)
  SK12(3)=S1(1)*S2(2)-S2(1)*S1(2)
  DO 2 I=1,3
  S(I)=A2(I)-A1(I)
2 S2M(I)=-S2(I)
  T=DET3(S1,SK12,S)/DET3(S1,SK12,S2M)
  DO 1 I=1,3
  B2(I)=A2(I)+T*S2(1)
  S(I)=-S(I)
1 S1M(I)=-S1(I)
  T=DET3(S2,SK12,S)/DET3(S2,SK12,S1M)
  DO 3 I=1,3
  B1(I)=A1(I)+T*S1(I)
3 A(I)=(B1(I)+B2(I))/2.
  RETURN
END

FUNCTION DET3(A,B,C)
  DIMENSION A(3),B(3),C(3)
  DET3=A(1)*B(2)*C(3)+B(1)*C(2)*A(3)+C(1)*A(2)*B(3)-A(3)*B(2)*
  1C(1)-B(3)*C(2)*A(1)-C(3)*A(2)*B(1)
  RETURN
END

SUBROUTINE ZLOM(AX,SX,AH,ZX)
  DIMENSION AX(3),SX(3),AH(3),ZX(3)
  COMMON FX,AA,H,BETA
  UH=(H-SX(3))/(AX(3)-SX(3))
  DO 1 I=1,3
1 AH(I)=SX(I)+UH*(AX(I)-SX(I))
  DO 2 I=1,2
2 ZX(I)=AX(I)-SX(I)
  POM=AX(3)-SX(3)
  ZX(3)=SQRT((ZX(1)**2+ZX(2)**2)*(BETA**2-1.)+BETA**2*
  3(AX(3)-SX(3))**2)
  ZX(3)=SIGN(ZX(3),POM)
  RETURN
END
END*

```

PROJEKT K

Úloha :

Při daných středech promítání a daných průmětových rovinách promítáme zadaný bod středově na příslušné roviny. Je-li celá soustava v jednom optickém prostředí, průměty nalezneme snadno jako průsečíky promítacích paprsků (určených jednoduše promítaným bodem a odpovídajícím středem promítání) s průmětovými rovinami. Obtížnější situace nastane, když je bod ponořený do kapaliny, protože promítací paprsek se na rozhraní optických prostředí láme. Je třeba tedy nalézt takový paprsek, aby se při opuštění kapaliny lámal tak, že prochází právě středem promítání. Program toto řeší za předpokladu, že je známa výška hladiny a index lomu.

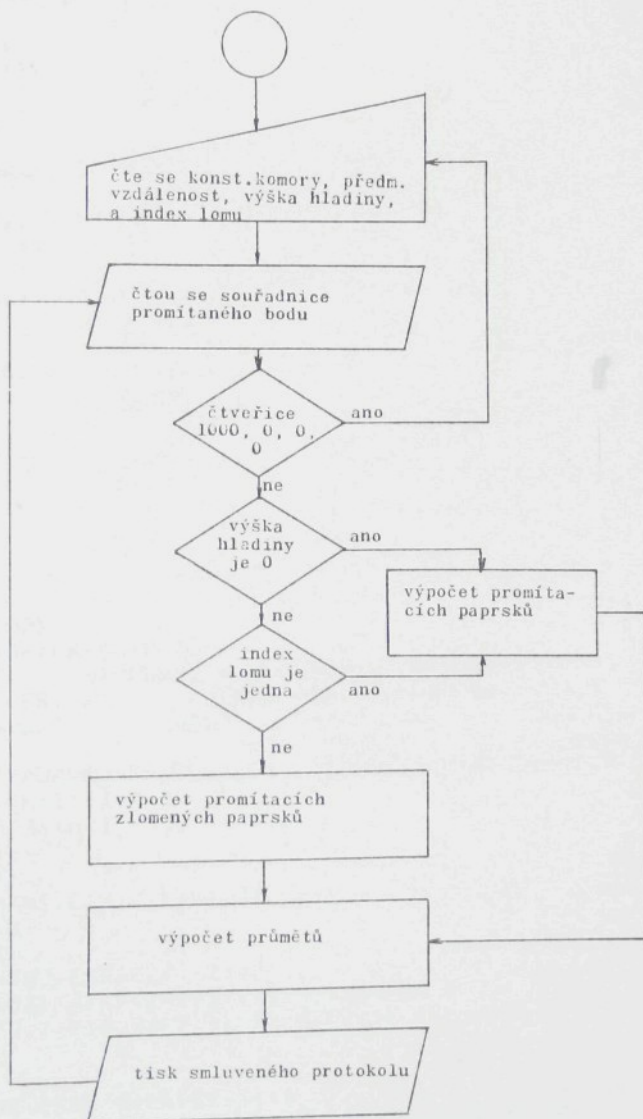
Obsluha programu :

Na výzvu z dálnopisu se dálnopisem zadávají :
do jednoho řádku konstanta komory a předmětová vzdálenost,
do druhého řádku výška hladiny a index lomu.
Do fotosnímače se zadávají souřadnice promítaných bodů vyděrované postupně do řádků. Na široké tiskárně se tiskne smluvený protokol. Je-li skupina promítaných bodů ukončena trojicí 1000, 0, 0 program výpočet ukončí a je připraven počítat od začátku.

KONSTANTA KOMORY= 116.380
PŘEDMĚTOVÁ VZDÁLENOST= 65.826
ZVĚTŠENÍ PROFILPROJEKTORU= 20.000
INDEX LOMU= 1.525
VÝŠKA HLADINY= 3.800

SKUTEČNÝ BOD			PRVNÍ PRŮMĚT		DRUHÝ PRŮMĚT	
x	y	z	x_1	y_1	x_2	y_2

Vývojový diagram




```

C STREDOVE PRUMETY BODU V KONVERGENTNIM PROMITANI S IMERSI
  DIMENSION S1(3),S2(3),O1(3),O2(3),A(3),A1(3),A2(3),E1X(3),
  CE1Y(3),E2X(3),E2Y(3),POM1(3),POM2(3),POM3(3),POM4(3),S(3)
  COMMON S,A,H,BETA
31 WRITE(2,104)
104 FORMAT(///"ZADEJ KONSTANTU KOMORY   PREDMETOVOU VZDALENOST  "/"VYSK
1 HLADINY   INDEX LOMU:"/)
  READ(1,*)FK,AA
  READ(1,*)H,BETA
  XK=1./SQRT(2.)
  S1(1)=AA*XK
  S1(2)=0
  S1(3)=S1(1)
  S2(1)=-S1(1)
  S2(2)=0
  S2(3)=S1(1)
  AAA=AA-FK
  O1(1)=AAA*XK
  O1(2)=0
  O1(3)=O1(1)
  O2(1)=-O1(1)
  O2(2)=0
  O2(3)=O1(1)
  E1X(1)=XK
  E1X(2)=0
  E1X(3)=-XK
  E2X(1)=XK
  E2X(2)=0
  E2X(3)=XK
  E1Y(1)=0
  E1Y(3)=0
  E1Y(2)=1
  E2Y(1)=0
  E2Y(2)=1
  E2Y(3)=0
  WRITE(2,102)
  WRITE(6,106)FK,AA,H,BETA
106 FORMAT(/"      STREDOVE KONVERGENTNI PRUMETY:"/"      KONSTANTA
1KOMORY:=",F8.3/"      PREDMETOVA VZDALENOST=",F8.3/"      VYSKA HLA
3DINY=",F8.2/"      INDEX LOMU=",F8.2///"      SOURADN
2ICE BODU      PRVNI PRUMET      DRUHY PRUMET"/)
102 FORMAT(/"ZADAVEJ POSTUPNE Z FOTOSNIMACE SOURADNICE SKUT. BODU:"/)
10 READ(5,*)(A(I),I=1,3)
  IF (A(1)+A(2)+A(3)-500.)41,31
41 DO 1 I=1,3
1 S(I)=S1(I)
  CALL PRUM(O1,E1X,E1Y,X1,Y1)
  DO 2 I=1,3
2 S(I)=S2(I)
  CALL PRUM(O2,E2X,E2Y,X2,Y2)
  WRITE(6,103)(A(I),I=1,3),X1,Y1,X2,Y2
103 FORMAT(3F7.3,F10.3,F7.3,F15.3,F7.3)
  GO TO 10
END
SUBROUTINE PRUM(O,EX,EY,X,Y)
  DIMENSION A(3),S(3),O(3),EX(3),EY(3),P(3),PP(3)
  COMMON S,A,H,BETA
  P(1)=-A(1)+S(1)
  P(2)=-A(2)+S(2)
  IF (H)40,40,44
40 P(3)=S(3)-A(3)
  GO TO 42
  IF (H)40,40,44
44 P(3)=S(3)+A(3)
  GO TO 42

```

```

P(3)=-PS
42 CONTINUE
DO 1 I=1,3
1 PP(I)=S(I)-Q(I)
U=DET3(EX+EY,P)
X=DET3(PP+EY,P)/U
Y=DET3(EX+PP,P)/U
RETURN
END
FUNCTION DET3(A,B,C)
DIMENSION A(3),B(3),C(3)
DET3=A(1)*B(2)*C(3)+B(1)*C(2)*A(3)+C(1)*A(2)*B(3)-A(3)*B(2)*C(1)-
1-B(3)*C(2)*A(1)-C(3)*A(2)*B(1)
RETURN
END
FUNCTION F(PROM)
DIMENSION S(3),A(3)
COMMON S,A,H,BETA
F=(PROM**2*BETA**2+BETA**2-1.)*(A(1)-S(1))**2+(A(2)-S(2))**2)+
1(PROM-H+S(3))**2-PROM**2*(A(3)-H)**2
RETURN
END
SUBROUTINE PUL(PS)
DIMENSION A(3),S(3)
COMMON S,A,H,BETA
X=A(3)-S(3)
Q=H-S(3)
2 IF (F(X)*F(Q))10,11
11 XKROK=(H-A(3))/10.
DO 1 I=1,9
X=X+XKROK
FX=F(X)
WRITE(2,101)X,FX
101 FORMAT(2F15.4)
IF (FX*F(Q))10,1
1 CONTINUE
WRITE(2,100)
100 FORMAT(/"NERASLI SE KRAJNI BODY INTERVALU HLEDANI"/"ZKUS ZVOLIT
1 NOVE MEZE PRO HLEDANI:")
READ(1,*)X,Q
GOTO 2
C FUNKCNI HODNOTY V KRAJNICH BODECH UZ MAJI OPACNE ZNAMENKO
10 X1=Q
X2=X
F1=F(X1)
F2=F(X2)
14 IF (ABS(X1-X2)-1.E-4)20,20,21
21 X3=(X1+X2)/2.
F3=F(X3)
IF (F3)23,22,23
23 IF (F3*F1)15,16
15 F2=F3
X2=X3
GOTO 14
16 F1=F3
X1=X3
GOTO 14
22 PS=X3
RETURN
20 PS=(X1+X2)/2.
RETURN
END

```

PROJEKT S

Úloha :

Jsou dány dvě rovnoběžné promítací roviny, dva středy promítání a bod, který chceme středově promítnout do zadaných rovin. Není-li tento bod ponořen do kapaliny, nalezneme promítací paprsky snadno - spojují daný bod a středy promítání. Průměty jsou pak průsečíky těchto promítacích paprsků se zadanými rovinami. Je-li ale bod ponořený do kapaliny, je situace složitější. Je třeba nejdříve nalézt přibližný promítací paprsek. Ten se při výstupu z kapaliny láme. Výchozí promítací paprsek je třeba zpřesňovat tak dlouho až po zlomení bude procházet středem promítání a situace bude už stejná jako v případě bez kapaliny. Výpočet promítacího paprsku se provádí následujícím způsobem :

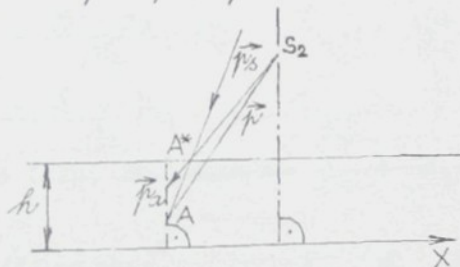
nechť $S_2 \equiv [s_1, 0, s]$ je střed středového promítání

$A \equiv [a_1, a_2, a_3]$ bod, který se promítá

nechť A je ponořen do kapaliny o výšce hladiny h

a index lomu při přechodu do kapaliny nechť je β

Označme $\vec{r} = (r_1, r_2, r_3) = \overline{A - S_2}$



Paprsek (promítací) se pak láme ze směru $\vec{r}_a$ na směr $\vec{r}_s$.
Můžeme volit

$$\vec{r}_a = (r_1, r_2, r_a)$$

$$\vec{r}_s = (r_1, r_2, r_s)$$

protože paprsky zůstávají v rovině kolmé k rovině $\alpha = 0$.

$$\begin{aligned} \text{je zřejmě} \quad \frac{\sin^2 \alpha_1}{\sin^2 \alpha_2} &= \frac{1 - \frac{\nu_s^2}{\nu_1^2 + \nu_2^2 + \nu_s^2}}{1 - \frac{\nu_a^2}{\nu_1^2 + \nu_2^2 + \nu_a^2}} = \\ &= \frac{\nu_1^2 + \nu_2^2 + \nu_a^2}{\nu_1^2 + \nu_2^2 + \nu_s^2} = \beta^2 \end{aligned}$$

$$\nu_a^2 = \nu_s^2 \beta^2 + (\beta^2 - 1)(\nu_1^2 + \nu_2^2)$$

(1p)

Dále zřejmě platí

$$A^* = A + t^* \vec{\nu_a} = S_2 + r^* \vec{\nu_s}$$

kde

$$t^* = \frac{h - a_3}{\nu_a}$$

$$r^* = \frac{h - s}{\nu_s}$$

Protože A, S_2, A^* tvoří trojúhelník, bude platit

$$- t^* \vec{\nu_a} + r^* \vec{\nu_s} = \vec{\nu}, \quad \text{t.j.}$$

$$- \frac{h - a_3}{\nu_a} \vec{\nu_a} + \frac{h - s}{\nu_s} \vec{\nu_s} = \vec{\nu}$$

$$\text{a tedy} \quad - \frac{h - a_3}{\nu_a} + \frac{h - s}{\nu_s} = 1$$

(2p)

Z rovnic (1p, 2p) můžeme ν_a a ν_s spočítat :

$$\frac{(-h + a_3)^2}{\nu_s^2 \beta^2 + (\beta^2 - 1)(\nu_1^2 + \nu_2^2)} = \left(1 - \frac{h - s}{\nu_s} \right)^2$$

$$\nu_s^2 (a_3 - h)^2 = [\nu_s^2 \beta^2 + (\beta^2 - 1)(\nu_1^2 + \nu_2^2)] \cdot (\nu_s - h + s)^2 \quad (3p)$$

Tuto rovnici převedeme na tvar

$$[n_s^2 \beta^2 + (\beta^2 - 1)(n_1^2 + n_2^2)] \cdot (n_s - h + s)^2 - n_s^2 (a_3 - h)^2 = 0$$

Využijeme toho, že $n_s < n_3 < 0$ a hledáme kořen, např. půlením intervalu.

Obsluha programu :

Na výzvu z dálkopisu se čte :

předmětová vzdálenost, konstanta komory, základna
(v jednom řádku),

výška hladiny a index lomu (ve druhém řádku).

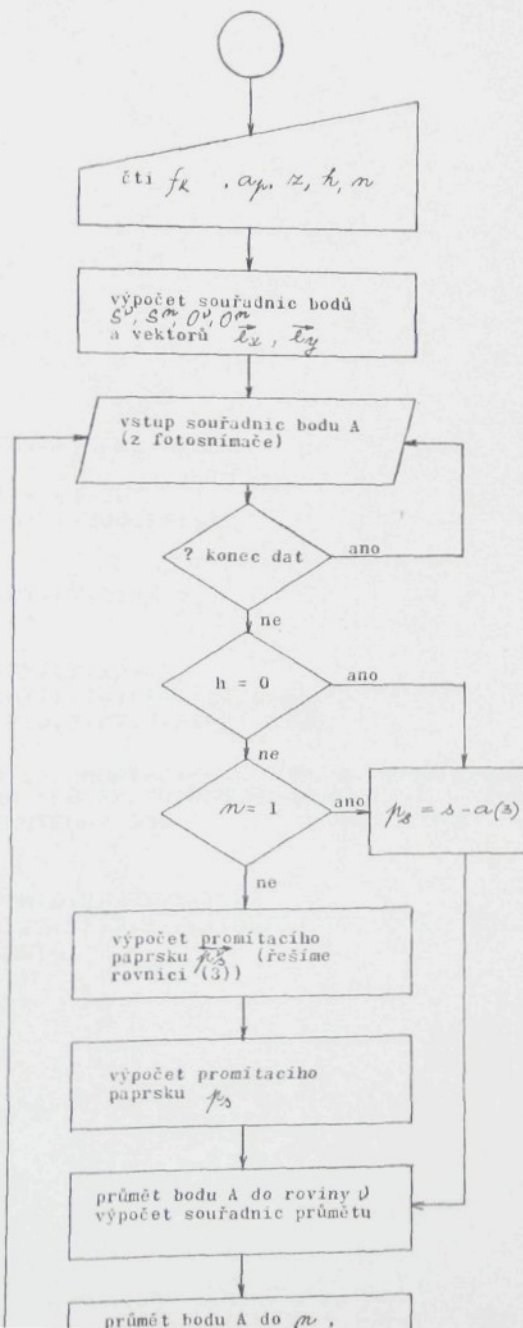
Z fotosnímače se čtou souřadnice skutečných bodů vydě-
rované postupně v řádcích. Po provedení výpočtu program
na široké tiskárně tiskne smluvený protokol.

Je-li celá skupina promítaných bodů ukončena trojicí
500,0,0 anebo 1000,0,0 program se automaticky vrací
na začátek a je připraven na nový výpočet. Jinak na-
tiskne sdělení EQR, ale na výpočet průmětů předchozího
bodu to nemá vliv.

KONSTANTA KOMORY=	116.380
PŘEDMETOVÁ VĚDALENOST=	85.826
ST. ZÁKLADNA=	20.000
VÝŠKA HLADINY=	.500
INDEX LOMU=	1.525

SKUTEČNÝ BOD			PRVNÍ PRŮMĚT		DRUHÝ PRŮMĚT	
x	y	z	x ₁	y ₁	x ₂	y ₂

Vývojový diagram



```

INL.B
STEREOPROJEKCE S IMERSI
DIMENSION A(3),S(3),O(3),EX(3),EY(3),EX(3),EY(3)
COMMON S,A,H,BETA
31 WRITE(2,101)
101 FORMAT(/"ZADEJ:"/"PREDMETOVOU VZD. KONST. KOMORY ST. ZAKLADNU"
1/"VYSKU HLADINY INDEX LOMU"/)
READ(1,*)AP,FK,ZAKL
READ(1,*)H,BETA
WRITE(2,102)
102 FORMAT(/"ZADEVEJ POSTUPNE SOORDNICE BODU:")
EX(1)=1
EX(2)=0
EX(3)=0
EY(1)=0
EY(2)=1
EY(3)=0
S2(1)=ZAKL/2.
S2(2)=0
S2(3)=AP+H
S1(1)=-S2(1)
S1(2)=0
S1(3)=S2(3)
O2(1)=S2(1)
O2(2)=0
O2(3)=S2(3)+FK
O1(1)=S1(1)
O1(2)=0
O1(3)=O2(3)
WRITE(6,105)FK,AP,ZAKL,H,BETA
WRITE(6,104)
10 READ(5,*) (A(I),I=1,3)
IF(A(1)+A(2)+A(3)-500.)41,31
41 DO 1 I=1,3
1 S(I)=S1(I)
CALL PRUM(O1,EX,EY,X1,Y1)
DO 2 I=1,3
2 S(I)=S2(I)
CALL PRUM(O2,EX,EY,X2,Y2)
WRITE(6,103) (A(I),I=1,3),X1,Y1,X2,Y2
103 FORMAT(3F7.3,F10.3,F7.3,F15.3,F7.3)
GOTO 10
105 FORMAT(/"KONST. KOMORY=",F7.3/"PREDM. VZDALENOST=",F7.3/
1"ST. ZAKLADNA=",F8.3/"VYSKA HLADINY=",F7.2/"INDEX LOMU=",F8.3///)
104 FORMAT(" SKUTECNY BOD PRVNI PRUMET DRUHY PRU
IMET"/)
END
SUBROUTINE PRUM(O,EX,EY,X,Y)
DIMENSION A(3),S(3),O(3),EX(3),EY(3),P(3),PP(3)
COMMON S,A,H,BETA
P(1)=-A(1)+S(1)
P(2)=-A(2)+S(2)
IF(H)40,40,44
40 P(3)=S(3)-A(3)
GOTO 42
44 IF(BETA-1.)41,40,41
41 CALL PUL(PS)
P(3)=-PS
42 CONTINUE
DO 1 I=1,3
1 PP(I)=S(I)-O(I)
D=DET3(EX,EY,P)
X=DET3(PP,EY,P)/D
Y=DET3(EX,PP,P)/D

```

```

END
FUNCTION DET3(A,B,C)
  DIMENSION A(3),B(3),C(3)
  DET3=A(1)*B(2)*C(3)+B(1)*C(2)*A(3)+C(1)*A(2)*B(3)-A(3)*B(2)*C(1)-
  1-B(3)*C(2)*A(1)-C(3)*A(2)*B(1)
  RETURN
END
FUNCTION F(PROM)
  DIMENSION S(3),A(3)
  COMMON S,A,H,BETA
  F=(PROM**2*BETA**2+(BETA**2-1.)*(A(1)-S(1))**2+(A(2)-S(2))**2))*
  1(PROM-H+S(3))**2-PROM**2*(A(3)-H)**2
  RETURN
END
SUBROUTINE PUL(PS)
  DIMENSION A(3),S(3)
  COMMON S,A,H,BETA
  X=A(3)-S(3)
  2 0=H-S(3)
  2 IF(F(X)*F(0))10,11
  11 XKROK=(H-A(3))/10.
  DO 1 I=1,9
    X=X+XKROK
    FX=F(X)
    WRITE(2,101)X,FX
  101 FORMAT(2F15.4)
    IF(FX*F(0))10,1
  1 CONTINUE
    WRITE(2,100)
  100 FORMAT(/"NENASLI SE KRAJNI BODY INTERVALU HLEDANI"/"ZKUS ZVOLIT
  1 NOVE MEZE PRO HLEDANI:")
    READ(1,*)X,0
    GOTO 2
FUNKCNI HODNOTY V KRAJNICH BODECH UZ MAJI OPACNE ZNAMENKO
10 X1=0
  X2=X
  F1=F(X1)
  F2=F(X2)
  14 IF(ABS(X1-X2)-1.E-4)20,20,21
  21 X3=(X1+X2)/2.
  F3=F(X3)
  IF(F3)23,22,23
  23 IF(F3*F1)15,16
  15 F2=F3
  X2=X3
  GOTO 14
  16 F1=F3
  X1=X3
  GOTO 14
  22 PS=X3
  RETURN
  20 PS=(X1+X2)/2.
  RETURN
END

```

MŘÍŽKA

Úloha :

Vycházíme z vyfotografované rovinné mřížky (a a f_k jsou zadané). Dva sousední body mřížky, které leží nejbližše středu snímku, budou pravděpodobně nejméně zkreslené. Můžeme je považovat za dostatečně věrné středové průměty mřížky, jejíž skutečnou polohu chceme najít. Skutečná poloha těchto dvou bodů nám polohu celé mřížky definuje (víme totiž, že jde o pravidelnou mřížku a známe rozteč jejích bodů). Souřadnice bodů skutečné mřížky můžeme programem PROJEKT 3 promítnout bez zkreslení. Porovnáním se zkreslenou fotografií můžeme pak popsat zkreslení použitého objektivu. Samozřejmě tím lépe, čím je mřížka hustší a čím jsou dva vybrané body blíže středu snímku.

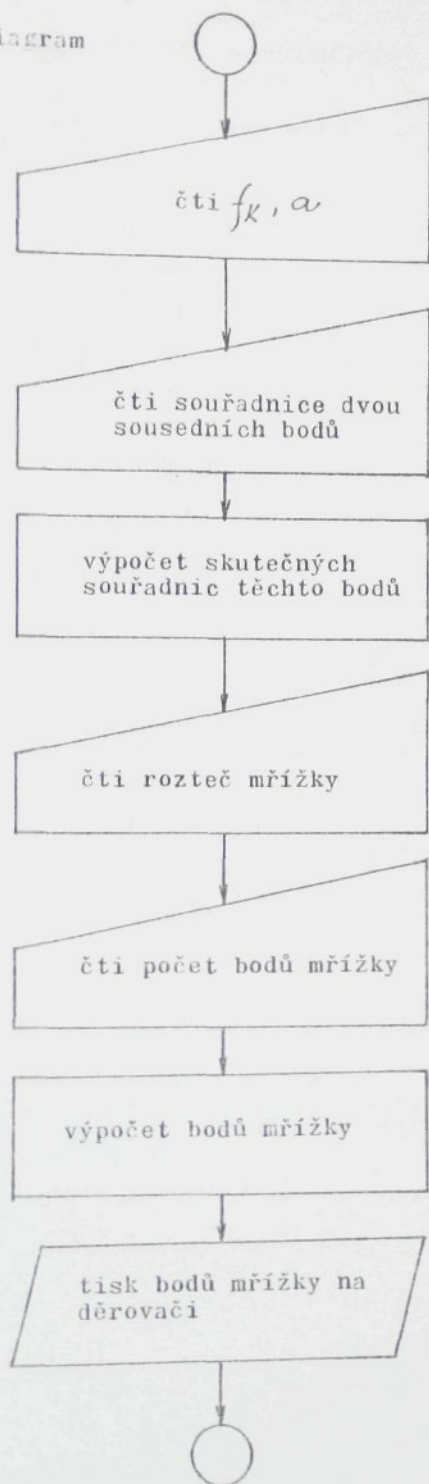
Obsluha programu :

Na výzvu ze spřaženého dálnopisu postupně zadáváme na dálnopise : konstantu komory, předmětovu vzdálenost; souřadnice průmětů dvou bodů, rozteč bodů mřížky, počet požadovaných bodů mřížky.

(Program čte volným formátem - čísla na řádku je možno oddělovat čárkami anebo dvěma mezerami. Je nutné psát desetinou tečku !)

Program nakonec vyděruje body na připojeném děrovači.

Vývojový diagram




```

PROGRAM MRIZKA
  DIMENSION A(4*4), B(4*4)
  WRITE(2,104)
104 FORMAT("ZADEJ KONST. KOMORY A PREDMETOVOU VZDALENOST: ")
  READ(1,*)FK,AP
  WRITE(2,101)
101 FORMAT("ZADEJ PRUMETY DVOU BODU MRIZKY DO JEDNOHO RADKU:")
  READ(1,*)A1,B1,A2,B2,
  A1=A1*AP/FK
  A2=A2*AP/FK
  B1=B1*AP/FK
  B2=B2*AP/FK
  TX1=A1-A2
  TX2=B1-B2
  TX1=TX1/SQRT(TX1**2+TX2**2)
  TX2=TX2/SQRT(TX1**2+TX2**2)
  TY1=-TX2
  TY2=TX1
  WRITE(2,102)
102 FORMAT("ZADEJ KROK MRIZKY:")
  READ(1,*)DX
  DY=DX
  Z=0
  WRITE(2,103)
103 FORMAT("POLOVICNI POCET BODU V JEDNOM SMERU:")
  READ(1,*)M
  K=1
  1 CONTINUE
11 DO 2 I=1,M
  DO 2 J=1,M
    A(I,J)=A1+FLOAT(I-1)*DX*TX1+FLOAT(J-1)*DY*TY1
    B(I,J)=B1+FLOAT(I-1)*DX*TX2+FLOAT(J-1)*DY*TY2
  2 WRITE(4,100)A(I,J),B(I,J),Z
100 FORMAT(3F10.2)
  IF (K-2)12,13,14
12 K=2
  DX=-DX
  GOTO 1
13 K=3
  DY=-DY
  GOTO 1
14 K=4
  DX=-DX
  DO 3 I=1,M
  DO 3 J=1,M
    A(I,J)=A1+FLOAT(I-1)*DX*TX1+FLOAT(J-1)*DY*TY1
    B(I,J)=B1+FLOAT(I-1)*DX*TX2+FLOAT(J-1)*DY*TY2
  3 WRITE(4,100)A(I,J),B(I,J),Z
  END
  END*

```

Vyhodnocení prostorové křivky TRAJEKT

Úloha :

Pro křivku v prostoru danou postupně souřadnicemi bodů, které ji určují, počítáme postupně souřadnice vektorů průvodního trojhranu (tj. tečny, normály a binormály) v těchto bodech. Navíc počítáme v jednotlivých bodech flexi. Všechny tyto veličiny se počítají pomocí prvních a druhých derivací, které se určují numericky z daných bodů. Přesnost tedy bude dána přesností spočtených souřadnic bodů na křivce a jejich hustotou.

Rozbor úlohy :

Nechť jsou v prostoru dány body $A^i[X^i, Y^i, Z^i]$ nějaké křivky. Křivky můžeme vyjádřit parametricky pomocí parametru t :

$$\begin{aligned} X &= x(t) \\ Y &= y(t) \\ Z &= z(t) \end{aligned}$$

Parametr t můžeme definovat nejjednodušeji např. tak, že $t_i = i$ a právě $x(t_i) = X^i$, $y(t_i) = Y^i$, $z(t_i) = Z^i$. Průběh této křivky nám do jisté míry popisuje průvodní trojhran, tedy vektory tečny, normály a binormály.

Označíme-li $\vec{r}(t) = (x(t), y(t), z(t))$ a derivaci podle parametru t (jde zřejmě o přípustný parametr) budeme značit tečkou, je

$$\vec{T} = \vec{r} \cdot c \quad \text{vektor tečny}$$

$$\vec{N} = \frac{\vec{r} \cdot c + \vec{r} \cdot \dot{c}}{\sqrt{(\vec{r} \cdot c + \vec{r} \cdot \dot{c})(\vec{r} \cdot c + \vec{r} \cdot \dot{c})}} \quad \text{vektor normály}$$

$$\vec{B} = \vec{T} \times \vec{N} \quad \text{vektor binormály}$$

kde

$$c = \frac{1}{\sqrt{\vec{r} \cdot \vec{r}}} = \frac{1}{s} \quad \left(\dot{s} = \frac{ds}{dt} = \sqrt{\dot{x}^2 + \dot{y}^2 + \dot{z}^2} \right)$$

$$\dot{c} = -\frac{\dot{s}}{(s)^2} \quad \left(\ddot{s} = \frac{\dot{x}\ddot{x} + \dot{y}\ddot{y} + \dot{z}\ddot{z}}{s} \right)$$

a symbol $\times$ značí vektorový součin.

Další parametry, které mohou něco říci o průběhu křivky, jsou flexe k_1 a torze k_2 , které lze pro přípustný parametr t spočítat takto :

$$k_1 = \sqrt{\ddot{x}^2 + \ddot{y}^2 + \ddot{z}^2 - \dot{s}^2}$$

$$k_2 = \frac{[\dot{x}, \dot{y}, \dot{z}]}{\dot{s}^2(\ddot{x}^2 + \ddot{y}^2 + \ddot{z}^2 - \dot{s}^2)}$$

$$[\dot{x}, \dot{y}, \dot{z}] = \begin{vmatrix} \dot{x} & \dot{y} & \dot{z} \\ \ddot{x} & \ddot{y} & \ddot{z} \\ \ddot{x} & \ddot{y} & \ddot{z} \end{vmatrix}$$

Protože známe pouze hodnoty $x(t_i)$, $y(t_i)$ a $z(t_i)$ omezíme se na výpočet uvedených charakteristik $\vec{T}$, $\vec{N}$, $\vec{B}$ a k_1 v uvedených bodech (přibližně numericky).

Je tedy třeba vyjádřit první a druhé derivace (případně třetí, uvažujeme-li i torzi) funkcí x, y, z v bodech t . Pro derivování těchto parametrizovaných rovnic prostorové křivky s výhodou použijeme formulí pro numerické derivování funkcí s ekvidistantně rozloženými uzly. Pět sousedními uzly x_i funkce $f(x)$ proložíme Lagrangeův interpolační polynom a pak pro prostřední uzel dostáváme tyto formule pro výpočet první a druhé derivace :

$$f'(x_i) = \frac{1}{12} [f(x_{i-2}) - 8f(x_{i-1}) + 8f(x_{i+1}) - f(x_{i+2})]$$

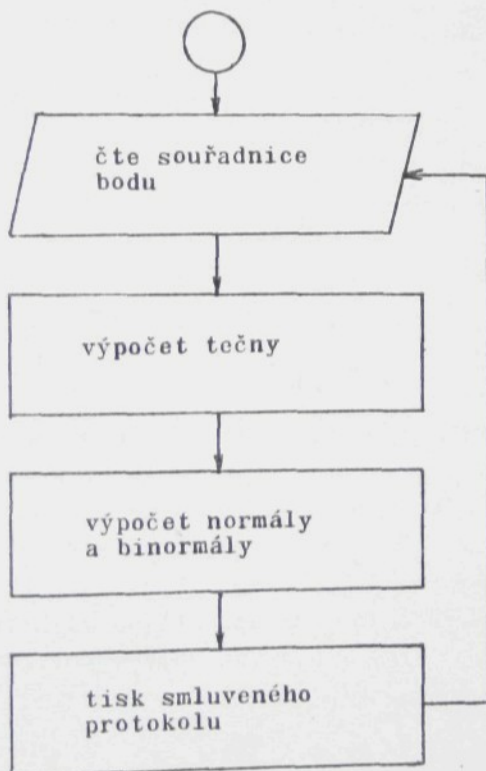
$$f''(x_i) = \frac{1}{24} [-2f(x_{i-2}) + 32f(x_{i-1}) - 60f(x_i) + 32f(x_{i+1}) - 2f(x_{i+2})]$$

Nakonec ve známých bodech křivky vyjádříme $\vec{T}, \vec{N}, \vec{B}$ a k_1 .

Obsluha programu

Z fotosnímače vystupují souřadnice jednotlivých bodů vyděrované vždy do řádku (čte se volným formátem).
Na široké tiskárně se tiskne smluvený protokol.

Vývojový diagram



C HLAVNI PROGRAM PRO UYHODNOCENI PROSTOROVE KRIVKY
C

```
      DIMENSION F1(3),F2(3),F3(3),F4(3),F5(3),D1(3),D2(3),T(3),  
1      IXN(3),B(3)  
      COMMON F1,F2,F3,F4,F5,D1,D2,C,DC,S1,S2  
      READ(5,*) (F1(J),J=1,3)  
      READ(5,*) (F2(J),J=1,3)  
      READ(5,*) (F3(J),J=1,3)  
      READ(5,*) (F4(J),J=1,3)  
      WRITE(6,100)  
100  FORMAT(// 'SOORADNICE BODU NA KRIVCE'//  
1      '          BINORMALA          NORMALA'//  
2      '          FLEXE'//)  
10  READ(5,*) (F5(J),J=1,3)  
      CALL DER  
      WRITE(2,103) (D1(I),I=1,3), (D2(I),I=1,3), S1,S2  
103  FORMAT(3F10.3/3F10.3/2F12.3//)  
      CALL TECNA(T)  
      CALL NORMA(XN)  
      CALL BINOR(T,XN,B)  
      CALL FLEXE(FLX)  
      WRITE(6,101) (F3(I),I=1,3)  
101  FORMAT(/3F10.2)  
      WRITE(6,102) (T(I),I=1,3), (XN(I),I=1,3), (B(I),I=1,3), FLX  
102  FORMAT(F12.3,2F10.3,F13.3,2F10.3/F15.2,2F10.2,F33.5)  
      DO 1 I=1,3  
        F1(I)=F2(I)  
        F2(I)=F3(I)  
        F3(I)=F4(I)  
1     F4(I)=F5(I)  
      GOTO 10  
      END  
      END*
```



```

SUBROUTINE DER
  DIMENSION F1(3),F2(3),F3(3),F4(3),F5(3),D1(3),D2(3)
  COMMON F1,F2,F3,F4,F5,D1,D2,C,DC,S1,S2
  DO 1 I=1,3
    D1(I)=(F1(I)-8.*F2(I)+8.*F4(I)-F5(I))/12.
1 D2(I)=(-F1(I)*2.+32.*F2(I)-60.*F3(I)+32.*F4(I)-2.*F5(I))/24.
  S1=SQRT(D1(1)**2+D1(2)**2+D1(3)**2)
  S2=(D1(1)*D2(1)+D1(2)*D2(2)+D1(3)*D2(3))/S1
  C=1./S1
  DC=-S2/S1**2
  RETURN
END

SUBROUTINE TECNA(T)
  DIMENSION F1(3),F2(3),F3(3),F4(3),F5(3),D1(3),D2(3),T(3)
  COMMON F1,F2,F3,F4,F5,D1,D2,C,DC,S1,S2
  DO 1 I=1,3
1 T(I)=C*D1(I)
  RETURN
END

SUBROUTINE NORMA(XN)
  DIMENSION F1(3),F2(3),F3(3),F4(3),F5(3),D1(3),D2(3),XN(3)
  COMMON F1,F2,F3,F4,F5,D1,D2,C,DC,S1,S2
  SUM=0
  DO 1 I=1,3
1 SUM=SUM+(D2(I)*C+D1(I)*DC)**2
  SUM=SQRT(SUM)
  DO 2 I=1,3
2 XN(I)=(D2(I)*C+D1(I)*DC)/SUM
  RETURN
END

SUBROUTINE BINOR(T,XN,B)
  DIMENSION T(3),XN(3),B(3)
  B(1)=T(2)*XN(3)-XN(2)*T(3)
  B(2)=XN(1)*T(3)-T(1)*XN(3)
  B(3)=T(1)*XN(2)-XN(1)*T(2)
  RETURN
END

SUBROUTINE FLEXE(FLX)
  DIMENSION F1(3),F2(3),F3(3),F4(3),F5(3),D1(3),D2(3)
  COMMON F1,F2,F3,F4,F5,D1,D2,C,DC,S1,S2
  FLX=SQRT(D2(1)**2+D2(2)**2+D2(3)**2-S2**2)/S1**2
  RETURN
END

```

DISK

0000--0--00	0108--9--11	0113--REV--30	0219--7--07	0270--DIV--35
0001--FMT--42	0109--XVY--52	0113--CNT--47	0217--1--01	0271--YTO--40
0002--5--05	0110--GTO--44	0114--CNT--47	0218--XVY--50	0272--7--07
0003--CLX--37	0111--LBL--51	0115--CNT--47	0219--GTO--44	0273--6--14
0004--LDL--51	0112--3--03	0116--XTO--23	0220--LBL--51	0274--REV--30
0005--FMT--41	0113--CNT--47	0117--2--02	0221--1--01	0275--2--02
0006--STP--41	0114--1--01	0118--DN--25	0222--GTO--44	0276--1--01
0007--K--55	0115--XTO--23	0119--XFR--67	0223--CNT--47	0277--1--01
0008--CLX--37	0116--+	0120--5--05	0224--LBL--51	0278--0--00
0009--1--01	0117--0--13	0121--XVY--50	0225--XVY--50	0279--2--02
0010--1--01	0118--XFR--67	0122--REV--30	0226--SLP--41	0280--2--02
0011--XTO--23	0119--IND--31	0123--CNT--47	0227--LBL--51	0281--5--05
0012--0--13	0120--0--13	0124--CNT--47	0228--3--03	0282--0--00
0013--6--00	0121--CNT--47	0125--CNT--47	0229--XVY--50	0283--REV--30
0014--0--00	0122--XVY--50	0126--XTO--23	0230--1--01	0284--1--01
0015--XTO--23	0123--H--62	0127--5--05	0231--XTO--23	0285--DN--25
0016--9--11	0124--VE--24	0128--CNT--47	0232--+	0286--REV--30
0017--CNT--47	0125--4--04	0129--1--01	0233--L--14	0287--DIV--35
0018--CNT--47	0126--0--00	0130--XTO--23	0234--XFR--67	0288--XFR--67
0019--GTO--44	0127--5--05	0131--+	0235--3--03	0289--7--07
0020--SF--77	0128--XTO--23	0132--XVY--50	0236--XFR--67	0290--XVY--50
0021--LBL--51	0129--1--01	0133--XFR--67	0237--CNT--47	0291--REV--30
0022--H--62	0130--0--00	0134--IND--31	0238--3--03	0292--CNT--47
0023--6--06	0131--7--07	0135--0--13	0239--GTO--44	0293--CNT--47
0024--0--00	0132--UP--27	0136--UP--27	0240--LBL--51	0294--CNT--47
0025--UP--27	0133--XTO--23	0137--UP--27	0241--CNT--47	0295--UP--27
0026--1--01	0134--XFR--67	0138--XFR--67	0242--XFR--67	0296--UP--27
0027--1--01	0135--1--01	0139--3--03	0243--3--03	0297--XTO--23
0028--FMT--42	0136--XVY--50	0140--XVY--50	0244--XFR--67	0298--XTO--23
0029--5--05	0137--REV--30	0141--REV--30	0245--2--02	0299--PMT--45
0030--XTO--23	0138--CNT--47	0142--CNT--47	0246--UP--27	0300--PMT--45
0031--1F--43	0139--CNT--47	0143--CNT--47	0247--UP--27	0301--1--01
0032--GTO--44	0140--CNT--47	0144--CNT--47	0248--XFR--67	0302--5--05
0033--GTO--44	0141--XTO--23	0145--XTO--23	0249--XFR--67	0303--5--05
0034--LBL--51	0142--1--01	0146--3--03	0250--X--30	0304--0--00
0035--S--77	0143--DN--25	0147--DN--25	0251--1--01	0305--UP--27
0036--GTO--44	0144--XFR--67	0148--XFR--67	0252--XFR--67	0306--CLX--37
0037--LBL--51	0145--4--04	0149--6--06	0253--+	0307--CNT--42
0038--STP--41	0146--XVY--50	0150--XVY--50	0254--1--01	0308--1--01
0039--LBL--51	0147--XVY--50	0151--REV--30	0255--XFR--67	0309--3--03
0040--S--R	0148--1--01	0152--CNT--47	0256--4--04	0310--CLX--37
0041--CLX--37	0149--CNT--47	0153--CNT--47	0257--UP--27	0311--UP--27
0042--FMT--42	0150--CNT--47	0154--CNT--47	0258--UP--27	0312--2--02
0043--5--05	0151--XTO--23	0155--XTO--23	0259--XFR--67	0313--5--05
0044--CLX--37	0152--4--04	0156--0--00	0260--2--02	0314--0--00
0045--CLP--20	0153--XFR--67	0157--CNT--47	0261--XFR--67	0315--FMT--42
0046--K--55	0154--1--01	0158--1--01	0262--5--05	0316--1--01
0047--1--01	0155--0--00	0159--0--00	0263--XFR--67	0317--2--02
0048--FMT--42	0156--7--07	0160--CNT--47	0264--XFR--67	0318--CLX--37
0049--FMT--42	0157--UP--27	0161--XTO--23	0265--1--01	0319--UP--27
0050--1X--17	0158--UP--27	0162--+	0266--2--02	0320--2--02
0051--H--74	0159--XFR--67	0163--0--00	0267--3--03	0321--5--05
0052--E--60	0160--2--02	0164--0--00	0268--XVY--50	0322--0--00
0053--1--72	0161--XVY--50	0165--UP--27	0269--REV--30	0323--FMT--42

9324	1	01	9378	LBL	51	9432	1	01	9486	CLX	37	9540	XTO	20	9594	EXX	24
9325	1	27	9379	LFR	05	9433	DN	25	9487	FMT	42	9541	+	30	9595	X	03
9326	CLX	37	9380	XFR	67	9434	CNT	47	9488	5	05	9542	0	10	9596	X=	50
9327	UP	31	9381	IND	31	9435	2	02	9489	CLX	97	9543	XFR	47	9597	GTO	44
9328	FMT	42	9382	0	10	9436	XTO	20	9490	SL	54	9544	IND	31	9598	LBL	51
9329	1	01	9383	UP	27	9437	+	33	9491	SL	54	9545	0	10	9599	X=	12
9330	DN	25	9384	4	04	9438	0	13	9492	8	10	9546	XFR	67	9600	CNT	47
9331	1	01	9385	9	11	9439	0	13	9493	CNT	47	9547	-	34	9601	CNT	47
9332	5	05	9386	9	11	9440	UP	27	9494	1	01	9548	6	06	9602	3	03
9333	0	00	9387	XV	52	9441	7	07	9495	1	01	9549	UP	21	9603	XTO	20
9334	UP	27	9388	GTO	44	9442	1	01	9496	XTO	20	9550	XFR	67	9604	+	33
9335	CLX	37	9389	LBL	51	9443	X=	50	9497	0	10	9551	2	02	9605	0	10
9336	FMT	42	9390	6	06	9444	GTO	47	9498	FMT	42	9552	XFR	67	9606	FMT	42
9337	1	01	9391	CNT	47	9445	LBL	51	9499	5	05	9553	+	34	9607	1	01
9338	DN	25	9392	0	01	9446	4	04	9500	XFR	67	9554	5	05	9608	4	04
9339	1	01	9393	XTO	20	9447	CNT	47	9501	LBL	51	9555	+	34	9609	0	13
9340	5	05	9394	+	33	9448	GTO	47	9502	9	11	9556	VE	21	9610	UP	27
9341	0	00	9395	+	33	9449	LBL	51	9503	XFR	67	9557	X	04	9611	7	07
9342	UP	27	9396	XFR	67	9450	5	05	9504	IND	31	9558	7	07	9612	1	01
9343	2	02	9397	IND	31	9451	STP	47	9505	0	13	9559	CNT	47	9613	X=	50
9344	5	05	9398	0	13	9452	CNT	47	9506	UP	27	9560	2	02	9614	XTO	20
9345	0	00	9399	CNT	47	9453	LBL	51	9507	4	04	9561	0	00	9615	LBL	51
9346	FMT	42	9400	XV	30	9454	6	06	9508	9	11	9562	+	33	9616	3	03
9347	1	01	9401	R	24	9455	CNT	47	9509	9	11	9563	DN	25	9617	CNT	47
9348	DN	25	9402	VE	24	9456	EXX	20	9510	XV	52	9564	XFR	67	9618	GTO	47
9349	CLX	37	9403	+	33	9457	3	03	9511	GTO	44	9565	IFG	49	9619	LBL	51
9350	UP	27	9404	0	00	9458	X=	50	9512	LBL	51	9566	1	01	9620	9	11
9351	2	02	9405	B	56	9459	GTO	47	9513	0	00	9567	+	33	9621	LBL	51
9352	5	05	9406	XFR	67	9460	LBL	51	9514	CNT	47	9568	UP	21	9622	X=	12
9353	0	00	9407	+	34	9461	7	07	9515	1	01	9569	LBL	51	9623	CLX	37
9354	FMT	42	9408	4	04	9462	CNT	47	9516	XTO	20	9570	FMT	42	9624	FMT	42
9355	1	01	9409	XFR	67	9463	CNT	47	9517	+	33	9571	1	01	9625	X	05
9356	DN	25	9410	X	36	9464	3	03	9518	0	10	9572	DN	25	9626	SFL	57
9357	1	01	9411	7	07	9465	XTO	20	9519	XFR	67	9573	CNT	47	9627	SFL	57
9358	0	00	9412	UP	27	9466	+	33	9520	IND	31	9574	1	01	9628	1	01
9359	UP	27	9413	1	01	9467	0	10	9521	0	10	9575	XTO	20	9629	XTO	20
9360	FMT	42	9414	0	00	9468	FMT	42	9522	CNT	47	9576	+	33	9630	9	11
9361	1	01	9415	+	33	9469	1	01	9523	VE	24	9577	0	10	9631	CH	47
9362	UP	27	9416	RUP	27	9470	4	04	9524	VE	24	9578	UP	27	9632	CH	47
9363	CLX	37	9417	XFR	67	9471	0	10	9525	+	33	9579	1	01	9633	LBL	51
9364	FMT	42	9418	+	33	9472	UP	27	9526	+	33	9580	1	01	9634	XFR	67
9365	5	05	9419	5	05	9473	0	10	9527	+	33	9581	1	01	9635	CNT	47
9366	CLX	37	9420	XFR	67	9474	1	01	9528	0	00	9582	XV	50	9636	1	01
9367	SL	54	9421	X	36	9475	X=	50	9529	B	56	9583	GTO	44	9637	1	01
9368	LBL	51	9422	7	07	9476	GTO	44	9530	XFR	67	9584	LBL	51	9638	1	01
9369	4	04	9423	+	33	9477	LBL	51	9531	4	04	9585	CNT	47	9639	0	10
9370	CNT	47	9424	DN	25	9478	4	04	9532	XFR	67	9586	8	10	9640	FMT	42
9371	1	01	9425	XV	50	9479	CNT	47	9533	X	36	9587	GTO	44	9641	5	05
9372	1	01	9426	IFL	31	9480	GTO	44	9534	X	36	9588	GTO	44	9642	XFR	67
9373	0	00	9427	FMT	42	9481	LBL	51	9535	UP	27	9589	9	11	9643	LBL	51
9374	1	01	9428	1	01	9482	5	05	9536	1	01	9590	UP	21	9644	VE	24
9375	0	00	9429	UP	27	9483	STP	47	9537	0	10	9591	LBL	51	9645	XFR	67
9376	5	05	9430	LBL	51	9484	LBL	51	9538	+	33	9592	IND	31	9646	IND	31
9377	1	01	9431	FMT	42	9485	7	07	9539	1	01	9593	CNT	47	9647	0	10

0648	UP	27	0702	4	04	0736	CNT	42	0810	CNT	47	0864	CNT	47	0918	XT0	23	
0649	4	04	0737	DN	25	0737	DN	25	0811	XFR	67	0865	CNT	47	0919	+	33	
0650	9	11	0738	IFG	43	0738	IFG	43	0812	+	33	0866	CNT	47	0920	0	13	
0651	9	11	0739	FMT	42	0739	FMT	42	0813	9	11	0867	CNT	47	0921	K	55	
0652	XFR	22	0740	UP	22	0740	UP	22	0814	1	01	0868	CNT	47	0922	6R	77	
0653	GT0	47	0741	UP	27	0741	UP	27	0815	CNT	47	0869	CNT	47	0923	9	11	
0654	LBL	51	0742	6	00	0742	6	00	0816	FMT	42	0870	CNT	47	0924	LBL	51	
0655	IND	31	0743	+	33	0743	+	33	0817	1	01	0871	CNT	47	0925	B	66	
0656	CNT	47	0744	XT0	40	0744	XT0	40	0818	UP	27	0872	CNT	47	0926	YTO	40	
0657	1	01	0745	9	11	0745	9	11	0819	3	03	0873	CNT	47	0927	IND	31	
0658	XT0	33	0746	1	01	0746	1	01	0820	XT0	23	0874	CNT	47	0928	0	13	
0659	+	13	0747	CNT	47	0747	CNT	47	0821	+	33	0875	CNT	47	0929	1	01	
0660	0	13	0748	IND	47	0748	IND	47	0822	+	33	0876	CNT	47	0930	XT0	23	
0661	XFR	67	0749	YFR	67	0749	YFR	67	0823	0	13	0877	CNT	47	0931	+	33	
0662	IND	31	0750	5	03	0750	5	03	0824	UP	27	0878	CNT	47	0932	0	13	
0663	0	13	0751	XFR	67	0751	XFR	67	0825	7	07	0879	CNT	47	0933	YTO	40	
0664	CNT	47	0752	1	01	0752	1	01	0826	1	01	0880	CNT	47	0934	IND	31	
0665	XEV	30	0753	6	06	0753	6	06	0827	X=Y	50	0881	CNT	47	0935	0	13	
0666	R	62	0754	XFR	67	0754	XFR	67	0828	GT0	44	0882	CNT	47	0936	1	01	
0667	YE	24	0755	X	36	0755	X	36	0829	LBL	51	0883	CNT	47	0937	XT0	23	
0668	+	33	0756	GT0	47	0756	GT0	47	0830	XFR	67	0884	CNT	47	0938	IND	31	
0669	0	00	0757	XT0	23	0757	XT0	23	0831	CNT	47	0885	CNT	47	0939	0	13	
0670	R	56	0758	1	01	0758	1	01	0832	GT0	47	0886	CNT	47	0940	YTO	40	
0671	YE	24	0759	CNT	47	0759	CNT	47	0833	LBL	51	0887	CNT	47	0941	IND	31	
0672	5	34	0760	CNT	47	0760	CNT	47	0834	YE	24	0888	CNT	47	0942	0	13	
0673	5	05	0761	1	01	0761	1	01	0835	STP	41	0889	CNT	47	0943	1	01	
0674	YE	24	0762	0	00	0762	0	00	0836	LBL	51	0890	CNT	47	0944	XT0	23	
0675	X	36	0763	XT0	33	0763	XT0	33	0837	INT	64	0891	CNT	47	0945	9	11	
0676	X	36	0764	+	33	0764	+	33	0838	CLR	20	0892	CNT	47	0946	9	11	
0677	CNT	47	0765	1	01	0765	1	01	0839	FMT	42	0893	CNT	47	0947	1	01	
0678	1	01	0766	0	00	0766	0	00	0840	1	01	0894	CNT	47	0948	6R	77	
0679	0	00	0767	XFR	67	0767	XFR	67	0841	UP	27	0895	CNT	47	0949	9	11	
0680	+	33	0768	9	11	0768	9	11	0842	STP	41	0896	CNT	47	0950	IND	31	
0681	YTO	40	0769	7	07	0769	7	07	0843	CNT	47	0897	CNT	47	0951	STP	41	
0682	9	11	0770	INT	64	0770	INT	64	0844	CNT	47	0898	CNT	47	0952	END	46	
0683	2	02	0771	XFR	67	0771	XFR	67	0845	CNT	47	0899	CNT	47				
0684	CNT	47	0772	6	06	0772	6	06	0846	CNT	47	0900	CNT	47				
0685	XT0	47	0773	6	06	0773	6	06	0847	CNT	47	0901	CNT	47				
0686	CNT	47	0774	9	11	0774	9	11	0848	CNT	47	0902	LBL	51				
0687	XT0	23	0775	2	02	0775	2	02	0849	CNT	47	0903	R	66				
0688	1	01	0776	9	11	0776	9	11	0850	CNT	47	0904	FMT	42				
0689	+	33	0777	CNT	47	0777	CNT	47	0851	CNT	47	0905	CNT	47				
0690	0	00	0778	XT0	23	0778	XT0	23	0852	CNT	47	0906	UP	27				
0691	R	56	0779	1	01	0779	1	01	0853	CNT	47	0907	EXN	26				
0692	+	33	0780	Y	36	0780	Y	36	0854	CNT	47	0908	3	03				
0693	IND	31	0781	1	01	0781	1	01	0855	CNT	47	0909	X=	7	07			
0694	CNT	47	0782	+	33	0782	+	33	0856	CNT	47	0910	CNT	47				
0695	XFR	67	0783	9	11	0783	9	11	0857	CNT	47	0911	GT0	47				
0696	6	06	0784	XT0	33	0784	XT0	33	0858	CNT	47	0912	LBL	51				
0697	XFR	67	0785	1	01	0785	1	01	0859	CNT	47	0913	B	66				
0698	XT0	23	0786	0	00	0786	0	00	0860	CNT	47	0914	YTO	40				
0699	0	00	0787	9	11	0787	9	11	0861	CNT	47	0915	IND	31				
0700	XFR	67	0788	9	11	0788	9	11	0862	CNT	47	0916	0	13				
0701	+	33	0789	X	36	0789	X	36	0863	CNT	47	0917	1	01				
			0790	CNT	47	0790	CNT	47										
			0791	1	01	0791	1	01										
			0792	0	00	0792	0	00										
			0793	9	11	0793	9	11										
			0794	7	07	0794	7	07										
			0795	1	01	0795	1	01										
			0796	CNT	47	0796	CNT	47										
			0797	XFR	67	0797	XFR	67										
			0798	6	06	0798	6	06										
			0799	XT0	33	0799	XT0	33										
			0800	1	01	0800	1	01										
			0801	9	11	0801	9	11										
			0802	0	00	0802	0	00										
			0803	+	33	0803	+	33										
			0804	XFR	67	0804	XFR	67										
			0805	9	11	0805	9	11										
			0806	XT0	23	0806	XT0	23										
			0807	1	01	0807	1	01										
			0808	9	11	0808	9	11										
			0809	+	33	0809	+	33										
			0810	CNT	47	0810	CNT	47										
			0811	XFR	67	0811	XFR	67										
			0812	+	33	0812	+	33										
			0813	9	11	0813	9	11										
			0814	1	01	0814	1	01										
			0815	CNT	47	0815	CNT	47										
			0816	FMT	42	0816	FMT	42										
			0817	1	01	0817	1	01										
			0818	UP	27	0818	UP	27										
			0819	3	03	0819	3	03										
			0820	XT0	23	0820	XT0	23										
			0821	+	33	0821	+	33										
			0822	0	00	0822	0	00										
			0823	1	01	0823	1	01										
			0824	UP	27	0824	UP	27										
			0825	7	07	0825	7	07										
			0826	X=Y	50	0826	X=Y	50										
			0827	GT0	44	0827	GT0	44										
			0828	LBL	51	0828	LBL	51										
			0829	XFR	67	0829	XFR	67										
			0830	CNT	47	0830	CNT	47										
			0831	GT0	44	0831	GT0	44										
			0832	LBL	51	0832	LBL	51										
			0833	CNT	47	0833	CNT	47										
			0834	CNT	47	0834	CNT	47										
			0835	CNT	47	0835	CNT	47										
			0836	CNT	47	0836	CNT	47										
			0837	LBL	51	0837	LBL	51										
			0838	YE	24	0838	YE	24										
			0839	STP	41	0839	STP	41										
			0840	INT	64	0840	INT	64										
			0841	CLR	20	0841	CLR</											

P Ř Í L O H A V

DODATKY

OBSAH :

Senzitometrické vlastnosti filmu
ORWO 15 DIN

P88

Středový průmět mřížky při konverg. optických
osách kamery ($\varphi_0 = 45^\circ$; $f_K = 108,703 \text{ mm}$)

P89

Nákres středového průmětu mřížky
pro $\varphi_0 = 45^\circ$; $f_K = 108,703 \text{ mm}$; $m_p = 20$

P90

Středový průmět mřížky při konverg. optických
osách kamery ($\varphi_0 = 45^\circ$; $f_K = 116,380 \text{ mm}$)

P91 - P95

Nákres středového průmětu mřížky
pro $\varphi_0 = 45^\circ$; $f_K = 116,380 \text{ mm}$; $m_p = 20$

P96

Nákres středového průmětu mřížky
pro $\varphi_0 = 45^\circ$; $f_K = 116,380 \text{ mm}$; $m_p = 50$

P97

Senzitometrické vlastnosti filmu ORWO 15 DIN

U k a z a t e l	označení	h o d n o t a
Hustota (minimální závoj-bílá) (maximální závoj-černá)	D min D max	nejvýš 0,08 nejméně 1,80
Průměrná vyvolávací doba		5' (vztaženo na senz.vývojku)
Soubles jmenovité a skutečné citlivosti		dobrý při $\bar{g} = 0,62$
Rozlišovací schopnost	Sr	110 čárek/mm
Zrnitost		8 (uvedena ve formě 1000 σ_D)
Spektrální citlivost		panchromatický materiál
Expoziční pružnost		+ 1 clonové číslo
Ztráta sušením		1,2 %
Teplota tání		55°C až 100°C

Středový průmět mřížky při konvergentních optických osách
kamery $\gamma = 45^\circ$

STREDOVE KONVERGENTNI PRUMETY:

KONSTANTA KOMORY:= 128.703
PREDMETOVA VZDALENOST= 90.635
VYSKA HLADINY= .00
INDEX LOMU= 1.00

SOURADNICE BODU

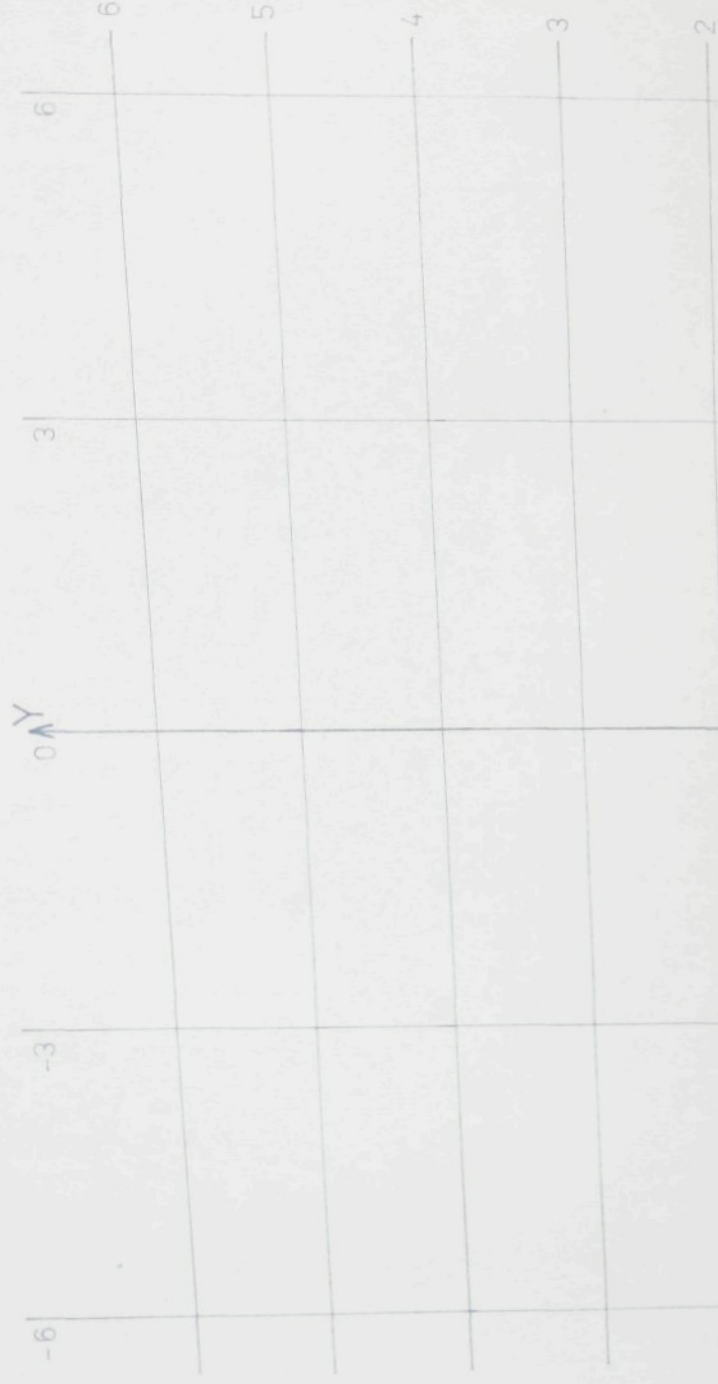
PRVNI PRUMET

DRUHY PRUMET

.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
.000	.500	.000	.000	.500	.000	.500
.000	1.000	.000	.000	1.199	.000	1.199
.000	1.500	.000	.000	1.798	.000	1.798
.000	2.000	.000	.000	2.397	.000	2.397
.000	2.500	.000	.000	2.997	.000	2.997
.000	3.000	.000	.000	3.596	.000	3.596
.000	3.500	.000	.000	4.195	.000	4.195
.000	4.000	.000	.000	4.795	.000	4.795
.000	4.500	.000	.000	5.394	.000	5.394
.000	5.000	.000	.000	5.993	.000	5.993
.000	5.500	.000	.000	6.593	.000	6.593
.000	6.000	.000	.000	7.192	.000	7.192
3.000	.000	.000	2.604	.000	2.485	.000
3.000	.500	.000	2.604	.514	2.485	.586
3.000	1.000	.000	2.604	1.227	2.485	1.171
3.000	1.500	.000	2.604	1.841	2.485	1.757
3.000	2.000	.000	2.604	2.455	2.485	2.343
3.000	2.500	.000	2.604	3.068	2.485	2.928
3.000	3.000	.000	2.604	3.682	2.485	3.514
3.000	3.500	.000	2.604	4.296	2.485	4.100
3.000	4.000	.000	2.604	4.910	2.485	4.685
3.000	4.500	.000	2.604	5.523	2.485	5.271
3.000	5.000	.000	2.604	6.137	2.485	5.856
3.000	5.500	.000	2.604	6.751	2.485	6.442
3.000	6.000	.000	2.604	7.364	2.485	7.028
6.000	.000	.000	5.335	.000	4.858	.000
6.000	.500	.000	5.335	.629	4.858	.573
6.000	1.000	.000	5.335	1.258	4.858	1.145
6.000	1.500	.000	5.335	1.885	4.858	1.718
6.000	2.000	.000	5.335	2.515	4.858	2.290
6.000	2.500	.000	5.335	3.144	4.858	2.863
6.000	3.000	.000	5.335	3.772	4.858	3.435
6.000	3.500	.000	5.335	4.401	4.858	4.008
6.000	4.000	.000	5.335	5.030	4.858	4.580
6.000	4.500	.000	5.335	5.659	4.858	5.153
6.000	5.000	.000	5.335	6.288	4.858	5.726
6.000	5.500	.000	5.335	6.916	4.858	6.299
6.000	6.000	.000	5.335	7.545	4.858	6.871

STŘEDOVÝ PRŮMĚT ČTV. MŘÍŽKY PRO KONVERG. OSY ZÁBĚRU $\varphi_0 =$

PLATÍ PRO: $f_k = 108,703 \text{ mm}$, $a = 90,685 \text{ mm}$, $m_p = 20$ SMĚR FOTOGRAFOVÁNÍ $\leftarrow$



0.00	2.15	0.00	2.92	0.00	2.92	0.00	58.3	0.00	145.8	0.00	145.8
0.00	2.20	0.00	2.96	0.00	2.98	0.00	59.7	0.00	149.2	0.00	149.2
0.00	2.25	0.00	3.05	0.00	3.05	0.00	61.0	0.00	152.5	0.00	152.5
0.00	2.30	0.00	3.12	0.00	3.12	0.00	62.4	0.00	155.9	0.00	155.9
0.00	2.35	0.00	3.19	0.00	3.19	0.00	63.7	0.00	159.3	0.00	159.3
0.00	2.40	0.00	3.25	0.00	3.25	0.00	65.1	0.00	162.7	0.00	162.7
0.00	2.45	0.00	3.32	0.00	3.32	0.00	66.4	0.00	166.1	0.00	166.1
0.00	2.50	0.00	3.39	0.00	3.39	0.00	67.8	0.00	169.5	0.00	169.5
0.00	2.55	0.00	3.46	0.00	3.46	0.00	69.2	0.00	172.9	0.00	172.9
0.00	2.60	0.00	3.53	0.00	3.53	0.00	70.5	0.00	176.3	0.00	176.3
0.00	2.65	0.00	3.59	0.00	3.59	0.00	71.9	0.00	179.7	0.00	179.7
0.00	2.70	0.00	3.66	0.00	3.66	0.00	73.2	0.00	183.1	0.00	183.1
0.00	2.75	0.00	3.73	0.00	3.73	0.00	74.6	0.00	186.4	0.00	186.4
0.00	2.80	0.00	3.80	0.00	3.80	0.00	75.9	0.00	189.8	0.00	189.8
0.00	2.85	0.00	3.86	0.00	3.86	0.00	77.3	0.00	193.2	0.00	193.2
0.00	2.90	0.00	3.93	0.00	3.93	0.00	78.6	0.00	196.6	0.00	196.6
0.00	2.95	0.00	4.00	0.00	4.00	0.00	80.0	0.00	200.0	0.00	200.0
0.00	3.00	0.00	4.07	0.00	4.07	0.00	81.4	0.00	203.4	0.00	203.4
0.00	3.05	0.00	4.14	0.00	4.14	0.00	82.8	0.00	206.8	0.00	206.8
0.00	3.10	0.00	4.21	0.00	4.21	0.00	84.2	0.00	210.2	0.00	210.2
0.00	3.15	0.00	4.28	0.00	4.28	0.00	85.6	0.00	213.6	0.00	213.6
0.00	3.20	0.00	4.35	0.00	4.35	0.00	87.0	0.00	217.0	0.00	217.0
0.00	3.25	0.00	4.42	0.00	4.42	0.00	88.4	0.00	220.4	0.00	220.4
0.00	3.30	0.00	4.49	0.00	4.49	0.00	89.8	0.00	223.8	0.00	223.8
0.00	3.35	0.00	4.56	0.00	4.56	0.00	91.2	0.00	227.2	0.00	227.2
0.00	3.40	0.00	4.63	0.00	4.63	0.00	92.6	0.00	230.6	0.00	230.6
0.00	3.45	0.00	4.70	0.00	4.70	0.00	94.0	0.00	234.0	0.00	234.0
0.00	3.50	0.00	4.77	0.00	4.77	0.00	95.4	0.00	237.4	0.00	237.4
0.00	3.55	0.00	4.84	0.00	4.84	0.00	96.8	0.00	240.8	0.00	240.8
0.00	3.60	0.00	4.91	0.00	4.91	0.00	98.2	0.00	244.2	0.00	244.2
0.00	3.65	0.00	4.98	0.00	4.98	0.00	99.6	0.00	247.6	0.00	247.6
0.00	3.70	0.00	5.05	0.00	5.05	0.00	101.0	0.00	251.0	0.00	251.0
0.00	3.75	0.00	5.12	0.00	5.12	0.00	102.4	0.00	254.4	0.00	254.4
0.00	3.80	0.00	5.19	0.00	5.19	0.00	103.8	0.00	257.8	0.00	257.8
0.00	3.85	0.00	5.26	0.00	5.26	0.00	105.2	0.00	261.2	0.00	261.2
0.00	3.90	0.00	5.33	0.00	5.33	0.00	106.6	0.00	264.6	0.00	264.6
0.00	3.95	0.00	5.40	0.00	5.40	0.00	108.0	0.00	268.0	0.00	268.0
0.00	4.00	0.00	5.47	0.00	5.47	0.00	109.4	0.00	271.4	0.00	271.4
0.00	4.05	0.00	5.54	0.00	5.54	0.00	110.8	0.00	274.8	0.00	274.8
0.00	4.10	0.00	5.61	0.00	5.61	0.00	112.2	0.00	278.2	0.00	278.2
0.00	4.15	0.00	5.68	0.00	5.68	0.00	113.6	0.00	281.6	0.00	281.6
0.00	4.20	0.00	5.75	0.00	5.75	0.00	115.0	0.00	285.0	0.00	285.0
0.00	4.25	0.00	5.82	0.00	5.82	0.00	116.4	0.00	288.4	0.00	288.4
0.00	4.30	0.00	5.89	0.00	5.89	0.00	117.8	0.00	291.8	0.00	291.8
0.00	4.35	0.00	5.96	0.00	5.96	0.00	119.2	0.00	295.2	0.00	295.2
0.00	4.40	0.00	6.03	0.00	6.03	0.00	120.6	0.00	298.6	0.00	298.6
0.00	4.45	0.00	6.10	0.00	6.10	0.00	122.0	0.00	302.0	0.00	302.0
0.00	4.50	0.00	6.17	0.00	6.17	0.00	123.4	0.00	305.4	0.00	305.4
0.00	4.55	0.00	6.24	0.00	6.24	0.00	124.8	0.00	308.8	0.00	308.8
0.00	4.60	0.00	6.31	0.00	6.31	0.00	126.2	0.00	312.2	0.00	312.2
0.00	4.65	0.00	6.38	0.00	6.38	0.00	127.6	0.00	315.6	0.00	315.6
0.00	4.70	0.00	6.45	0.00	6.45	0.00	129.0	0.00	319.0	0.00	319.0
0.00	4.75	0.00	6.52	0.00	6.52	0.00	130.4	0.00	322.4	0.00	322.4
0.00	4.80	0.00	6.59	0.00	6.59	0.00	131.8	0.00	325.8	0.00	325.8
0.00	4.85	0.00	6.66	0.00	6.66	0.00	133.2	0.00	329.2	0.00	329.2
0.00	4.90	0.00	6.73	0.00	6.73	0.00	134.6	0.00	332.6	0.00	332.6
0.00	4.95	0.00	6.80	0.00	6.80	0.00	136.0	0.00	336.0	0.00	336.0
0.00	5.00	0.00	6.87	0.00	6.87	0.00	137.4	0.00	339.4	0.00	339.4
0.00	5.05	0.00	6.94	0.00	6.94	0.00	138.8	0.00	342.8	0.00	342.8
0.00	5.10	0.00	7.01	0.00	7.01	0.00	140.2	0.00	346.2	0.00	346.2
0.00	5.15	0.00	7.08	0.00	7.08	0.00	141.6	0.00	349.6	0.00	349.6
0.00	5.20	0.00	7.15	0.00	7.15	0.00	143.0	0.00	353.0	0.00	353.0
0.00	5.25	0.00	7.22	0.00	7.22	0.00	144.4	0.00	356.4	0.00	356.4
0.00	5.30	0.00	7.29	0.00	7.29	0.00	145.8	0.00	359.8	0.00	359.8
0.00	5.35	0.00	7.36	0.00	7.36	0.00	147.2	0.00	363.2	0.00	363.2
0.00	5.40	0.00	7.43	0.00	7.43	0.00	148.6	0.00	366.6	0.00	366.6
0.00	5.45	0.00	7.50	0.00	7.50	0.00	150.0	0.00	370.0	0.00	370.0
0.00	5.50	0.00	7.57	0.00	7.57	0.00	151.4	0.00	373.4	0.00	373.4
0.00	5.55	0.00	7.64	0.00	7.64	0.00	152.8	0.00	376.8	0.00	376.8
0.00	5.60	0.00	7.71	0.00	7.71	0.00	154.2	0.00	380.2	0.00	380.2
0.00	5.65	0.00	7.78	0.00	7.78	0.00	155.6	0.00	383.6	0.00	383.6
0.00	5.70	0.00	7.85	0.00	7.85	0.00	157.0	0.00	387.0	0.00	387.0
0.00	5.75	0.00	7.92	0.00	7.92	0.00	158.4	0.00	390.4	0.00	390.4
0.00	5.80	0.00	7.99	0.00	7.99	0.00	159.8	0.00	393.8	0.00	393.8
0.00	5.85	0.00	8.06	0.00	8.06	0.00	161.2	0.00	397.2	0.00	397.2
0.00	5.90	0.00	8.13	0.00	8.13	0.00	162.6	0.00	400.6	0.00	400.6
0.00	5.95	0.00	8.20	0.00	8.20	0.00	164.0	0.00	404.0	0.00	404.0
0.00	6.00	0.00	8.27	0.00	8.27	0.00	165.4	0.00	407.4	0.00	407.4
0.00	6.05	0.00	8.34	0.00	8.34	0.00	166.8	0.00	410.8	0.00	410.8
0.00	6.10	0.00	8.41	0.00	8.41	0.00	168.2	0.00	414.2	0.00	414.2
0.00	6.15	0.00	8.48	0.00	8.48	0.00	169.6	0.00	417.6	0.00	417.6
0.00	6.20	0.00	8.55	0.00	8.55	0.00	171.0	0.00	421.0	0.00	421.0
0.00	6.25	0.00	8.62	0.00	8.62	0.00	172.4	0.00	424.4	0.00	424.4
0.00	6.30	0.00	8.69	0.00	8.69	0.00	173.8	0.00	427.8	0.00	427.8
0.00	6.35	0.00	8.76	0.00	8.76	0.00	175.2	0.00	431.2	0.00	431.2
0.00	6.40	0.00	8.83	0.00	8.83	0.00	176.6	0.00	434.6	0.00	434.6
0.00	6.45	0.00	8.90	0.00	8.90	0.00	178.0	0.00	438.0	0.00	438.0
0.00	6.50	0.00	8.97	0.00	8.97	0.00	179.4	0.00	441.4	0.00	441.4
0.00	6.55	0.00	9.04	0.00	9.04	0.00	180.8	0.00	444.8	0.00	444.8
0.00	6.60	0.00	9.11	0.00	9.11	0.00	182.2	0.00	448.2	0.00	448.2
0.00	6.65	0.00	9.18	0.00	9.18	0.00	183.6	0.00	451.6	0.00	451.6
0.00	6.70	0.00	9.25	0.00	9.25	0.00	185.0	0.00	455.0	0.00	455.0
0.00	6.75	0.00	9.32	0.00	9.32	0.00	186.4	0.00	458.4	0.00	458.4
0.00	6.80	0.00	9.39	0.00	9.39	0.00	187.8	0.00	461.8	0.00	461.8
0.00	6.85	0.00	9.46	0.00	9.46	0.00	189.2	0.00	465.2	0.00	465.2
0.00	6.90	0.00	9.53	0.00	9.53	0.00	190.6	0.00	468.6	0.00	468.6
0.00	6.95	0.00	9.60	0.00	9.60	0.00	192.0	0.00	472.0	0.00	472.0
0.00	7.00	0.00	9.67	0.00	9.67	0.00	193.4	0.00	475.4	0.00	475.4
0.00	7.05	0.00	9.74	0.00	9.74	0.00	194.8	0.00	478.8	0.00	478.8
0.00	7.10	0.00	9.81	0.00	9.81	0.00	196.2	0.00	482.2	0.00	482.2
0.00	7.15	0.00	9.88	0.00	9.88	0.00	197.6	0.00	485.6	0.00	485.6
0.00	7.20	0.00	9.95	0.00	9.95	0.00	199.0	0.00	489.0	0.00	489.0
0.00	7.25	0.00	10.02	0.00	10.02	0.00	200.4	0.00	492.4	0.00	492.4
0.00	7.30	0.00	10.09	0.00	10.09	0.00	201.8	0.00	495.8	0.00	495.8
0.00	7.35	0.00	10.16	0.00	10.16	0.00	203.2	0.00	499.2	0.00	499.2
0.00	7.40	0.00	10.23	0.00	10.23	0.00	204.6	0.00	502.6	0.00	502.6
0.00	7.45	0.00	10.30								

4.00	1.40	3.97	1.56	3.71	1.84	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	91.9
4.00	1.45	3.97	2.03	3.71	1.90	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	95.2
4.00	1.50	3.97	2.10	3.71	1.97	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	98.5
4.00	1.55	3.97	2.17	3.71	2.03	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	101.7
4.00	1.60	3.97	2.24	3.71	2.10	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	105.0
4.00	1.65	3.97	2.31	3.71	2.17	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	108.3
4.00	1.70	3.97	2.38	3.71	2.23	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	111.6
4.00	1.75	3.97	2.45	3.71	2.30	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	114.9
4.00	1.80	3.97	2.52	3.71	2.36	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	118.2
4.00	1.85	3.97	2.59	3.71	2.43	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	121.5
4.00	1.90	3.97	2.66	3.71	2.49	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	124.8
4.00	1.95	3.97	2.73	3.71	2.56	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	128.1
4.00	2.00	3.97	2.80	3.71	2.63	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	131.4
4.00	2.05	3.97	2.87	3.71	2.69	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	134.7
4.00	2.10	3.97	2.94	3.71	2.74	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	138.0
4.00	2.15	3.97	3.01	3.71	2.82	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	141.3
4.00	2.20	3.97	3.08	3.71	2.89	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	144.6
4.00	2.25	3.97	3.15	3.71	2.95	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	147.9
4.00	2.30	3.97	3.23	3.71	3.02	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	151.2
4.00	2.35	3.97	3.30	3.71	3.08	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	154.5
4.00	2.40	3.97	3.37	3.71	3.15	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	157.8
4.00	2.45	3.97	3.44	3.71	3.22	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	161.1
4.00	2.50	3.97	3.51	3.71	3.29	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	164.4
4.00	2.55	3.97	3.58	3.71	3.35	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	167.7
4.00	2.60	3.97	3.65	3.71	3.41	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	171.0
4.00	2.65	3.97	3.72	3.71	3.48	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	174.3
4.00	2.70	3.97	3.79	3.71	3.54	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	177.6
4.00	2.75	3.97	3.86	3.71	3.61	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	180.9
4.00	2.80	3.97	3.93	3.71	3.68	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	184.2
4.00	2.85	3.97	4.00	3.71	3.74	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	187.5
4.00	2.90	3.97	4.07	3.71	3.81	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	190.8
4.00	2.95	3.97	4.14	3.71	3.87	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	194.1
4.00	3.00	3.97	4.21	3.71	3.94	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	197.4
4.00	3.05	3.97	4.28	3.71	4.01	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	200.7
4.00	3.10	3.97	4.35	3.71	4.08	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	204.0
4.00	3.15	3.97	4.42	3.71	4.15	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	207.3
4.00	3.20	3.97	4.49	3.71	4.22	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	210.6
4.00	3.25	3.97	4.56	3.71	4.29	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	213.9
4.00	3.30	3.97	4.63	3.71	4.36	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	217.2
4.00	3.35	3.97	4.70	3.71	4.43	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	220.5
4.00	3.40	3.97	4.77	3.71	4.50	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	223.8
4.00	3.45	3.97	4.84	3.71	4.57	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	227.1
4.00	3.50	3.97	4.91	3.71	4.64	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	230.4
4.00	3.55	3.97	4.98	3.71	4.71	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	233.7
4.00	3.60	3.97	5.05	3.71	4.78	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	237.0
4.00	3.65	3.97	5.12	3.71	4.85	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	240.3
4.00	3.70	3.97	5.19	3.71	4.92	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	243.6
4.00	3.75	3.97	5.26	3.71	4.99	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	246.9
4.00	3.80	3.97	5.33	3.71	5.06	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	250.2
4.00	3.85	3.97	5.40	3.71	5.13	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	253.5
4.00	3.90	3.97	5.47	3.71	5.20	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	256.8
4.00	3.95	3.97	5.54	3.71	5.27	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	260.1
4.00	4.00	3.97	5.61	3.71	5.34	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	263.4
4.00	4.05	3.97	5.68	3.71	5.41	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	266.7
4.00	4.10	3.97	5.75	3.71	5.48	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	270.0
4.00	4.15	3.97	5.82	3.71	5.55	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	273.3
4.00	4.20	3.97	5.89	3.71	5.62	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	276.6
4.00	4.25	3.97	5.96	3.71	5.69	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	279.9
4.00	4.30	3.97	6.03	3.71	5.76	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	283.2
4.00	4.35	3.97	6.10	3.71	5.83	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	286.5
4.00	4.40	3.97	6.17	3.71	5.90	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	289.8
4.00	4.45	3.97	6.24	3.71	5.97	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	293.1
4.00	4.50	3.97	6.31	3.71	6.04	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	296.4
4.00	4.55	3.97	6.38	3.71	6.11	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	299.7
4.00	4.60	3.97	6.45	3.71	6.18	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	303.0
4.00	4.65	3.97	6.52	3.71	6.25	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	306.3
4.00	4.70	3.97	6.59	3.71	6.32	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	309.6
4.00	4.75	3.97	6.66	3.71	6.39	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	312.9
4.00	4.80	3.97	6.73	3.71	6.46	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	316.2
4.00	4.85	3.97	6.80	3.71	6.53	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	319.5
4.00	4.90	3.97	6.87	3.71	6.60	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	322.8
4.00	4.95	3.97	6.94	3.71	6.67	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	326.1
4.00	5.00	3.97	7.01	3.71	6.74	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	329.4
4.00	5.05	3.97	7.08	3.71	6.81	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	332.7
4.00	5.10	3.97	7.15	3.71	6.88	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	336.0
4.00	5.15	3.97	7.22	3.71	6.95	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	339.3
4.00	5.20	3.97	7.29	3.71	7.02	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	342.6
4.00	5.25	3.97	7.36	3.71	7.09	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	345.9
4.00	5.30	3.97	7.43	3.71	7.16	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	349.2
4.00	5.35	3.97	7.50	3.71	7.23	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	352.5
4.00	5.40	3.97	7.57	3.71	7.30	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	355.8
4.00	5.45	3.97	7.64	3.71	7.37	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	359.1
4.00	5.50	3.97	7.71	3.71	7.44	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	362.4
4.00	5.55	3.97	7.78	3.71	7.51	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	365.7
4.00	5.60	3.97	7.85	3.71	7.58	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	369.0
4.00	5.65	3.97	7.92	3.71	7.65	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	372.3
4.00	5.70	3.97	7.99	3.71	7.72	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	375.6
4.00	5.75	3.97	8.06	3.71	7.79	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	378.9
4.00	5.80	3.97	8.13	3.71	7.86	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	382.2
4.00	5.85	3.97	8.20	3.71	7.93	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	385.5
4.00	5.90	3.97	8.27	3.71	8.00	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	388.8
4.00	5.95	3.97	8.34	3.71	8.07	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	392.1
4.00	6.00	3.97	8.41	3.71	8.14	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	395.4
4.00	6.05	3.97	8.48	3.71	8.21	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	398.7
4.00	6.10	3.97	8.55	3.71	8.28	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	402.0
4.00	6.15	3.97	8.62	3.71	8.35	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	405.3
4.00	6.20	3.97	8.69	3.71	8.42	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	408.6
4.00	6.25	3.97	8.76	3.71	8.49	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	411.9
4.00	6.30	3.97	8.83	3.71	8.56	79.3	74.3	34.3	18.3	98.2	185.6	415.2
4.00	6.35	3.97	8.90									

8.00	8.21	8.27	7.30	7.30	14.42	17.4	143.9	15.5	410.6	43.6	359.8	39.2
8.00	8.21	8.94	7.20	7.20	14.42	17.9	143.9	16.5	410.6	47.2	359.8	41.9
8.00	8.21	1.02	7.20	7.20	14.42	18.9	143.9	17.6	410.6	50.8	359.8	44.5
8.00	8.21	1.09	7.20	7.20	14.42	19.8	143.9	18.1	410.6	54.4	359.8	47.7
8.00	8.21	1.16	7.20	7.20	14.42	20.8	143.9	20.4	410.6	58.1	359.8	50.9
8.00	8.21	1.23	7.20	7.20	14.42	21.7	143.9	21.6	410.6	61.7	359.8	54.1
8.00	8.21	1.31	7.20	7.20	14.42	22.6	143.9	22.9	410.6	65.3	359.8	57.2
8.00	8.21	1.38	7.20	7.20	14.42	23.6	143.9	24.2	410.6	69.0	359.8	60.4
8.00	8.21	1.45	7.20	7.20	14.42	24.5	143.9	25.4	410.6	72.6	359.8	63.6
8.00	8.21	1.52	7.20	7.20	14.42	25.5	143.9	26.7	410.6	76.3	359.8	66.8
8.00	8.21	1.60	7.20	7.20	14.42	26.4	143.9	28.0	410.6	79.9	359.8	70.0
8.00	8.21	1.67	7.20	7.20	14.42	27.4	143.9	29.3	410.6	83.4	359.8	73.3
8.00	8.21	1.74	7.20	7.20	14.42	28.3	143.9	30.5	410.6	87.1	359.8	76.5
8.00	8.21	1.81	7.20	7.20	14.42	29.3	143.9	31.8	410.6	90.7	359.8	79.7
8.00	8.21	1.89	7.20	7.20	14.42	30.2	143.9	33.1	410.6	94.4	359.8	82.9
8.00	8.21	1.96	7.20	7.20	14.42	31.2	143.9	34.3	410.6	98.0	359.8	86.1
8.00	8.21	2.03	7.20	7.20	14.42	32.1	143.9	35.6	410.6	101.6	359.8	89.3
8.00	8.21	2.10	7.20	7.20	14.42	33.1	143.9	36.9	410.6	105.3	359.8	92.5
8.00	8.21	2.18	7.20	7.20	14.42	34.0	143.9	38.2	410.6	108.9	359.8	95.7
8.00	8.21	2.25	7.20	7.20	14.42	35.0	143.9	39.4	410.6	112.1	359.8	98.9
8.00	8.21	2.32	7.20	7.20	14.42	36.0	143.9	40.7	410.6	115.8	359.8	102.1
8.00	8.21	2.40	7.20	7.20	14.42	37.0	143.9	42.0	410.6	119.4	359.8	105.3
8.00	8.21	2.47	7.20	7.20	14.42	38.0	143.9	43.3	410.6	123.1	359.8	108.5
8.00	8.21	2.54	7.20	7.20	14.42	39.0	143.9	44.5	410.6	126.7	359.8	111.7
8.00	8.21	2.61	7.20	7.20	14.42	40.0	143.9	45.8	410.6	130.4	359.8	114.9
8.00	8.21	2.69	7.20	7.20	14.42	41.0	143.9	47.1	410.6	134.1	359.8	118.1
8.00	8.21	2.76	7.20	7.20	14.42	42.0	143.9	48.3	410.6	137.7	359.8	121.3
8.00	8.21	2.83	7.20	7.20	14.42	43.0	143.9	49.6	410.6	141.4	359.8	124.5
8.00	8.21	2.90	7.20	7.20	14.42	44.0	143.9	50.9	410.6	145.1	359.8	127.7
8.00	8.21	2.97	7.20	7.20	14.42	45.0	143.9	52.2	410.6	148.8	359.8	130.9
8.00	8.21	3.05	7.20	7.20	14.42	46.0	143.9	53.4	410.6	152.5	359.8	134.1
8.00	8.21	3.12	7.20	7.20	14.42	47.0	143.9	54.7	410.6	156.2	359.8	137.3
8.00	8.21	3.19	7.20	7.20	14.42	48.0	143.9	56.0	410.6	159.9	359.8	140.5
8.00	8.21	3.27	7.20	7.20	14.42	49.0	143.9	57.3	410.6	163.6	359.8	143.7
8.00	8.21	3.34	7.20	7.20	14.42	50.0	143.9	58.6	410.6	167.3	359.8	146.9
8.00	8.21	3.41	7.20	7.20	14.42	51.0	143.9	59.9	410.6	171.0	359.8	150.1
8.00	8.21	3.49	7.20	7.20	14.42	52.0	143.9	61.2	410.6	174.7	359.8	153.3
8.00	8.21	3.56	7.20	7.20	14.42	53.0	143.9	62.5	410.6	178.4	359.8	156.5
8.00	8.21	3.63	7.20	7.20	14.42	54.0	143.9	63.8	410.6	182.1	359.8	159.7
8.00	8.21	3.70	7.20	7.20	14.42	55.0	143.9	65.1	410.6	185.8	359.8	162.9
8.00	8.21	3.77	7.20	7.20	14.42	56.0	143.9	66.4	410.6	189.5	359.8	166.1
8.00	8.21	3.85	7.20	7.20	14.42	57.0	143.9	67.7	410.6	193.2	359.8	169.3
8.00	8.21	3.92	7.20	7.20	14.42	58.0	143.9	69.0	410.6	196.9	359.8	172.5
8.00	8.21	4.00	7.20	7.20	14.42	59.0	143.9	70.3	410.6	200.6	359.8	175.7
8.00	8.21	4.06	7.20	7.20	14.42	60.0	143.9	71.6	410.6	204.3	359.8	178.9
8.00	8.21	4.14	7.20	7.20	14.42	61.0	143.9	72.9	410.6	208.0	359.8	182.1
8.00	8.21	4.21	7.20	7.20	14.42	62.0	143.9	74.2	410.6	211.7	359.8	185.3
8.00	8.21	4.28	7.20	7.20	14.42	63.0	143.9	75.5	410.6	215.4	359.8	188.5
8.00	8.21	4.36	7.20	7.20	14.42	64.0	143.9	76.8	410.6	219.1	359.8	191.7
8.00	8.21	4.43	7.20	7.20	14.42	65.0	143.9	78.1	410.6	222.8	359.8	194.9
8.00	8.21	4.50	7.20	7.20	14.42	66.0	143.9	79.4	410.6	226.5	359.8	198.1
8.00	8.21	4.58	7.20	7.20	14.42	67.0	143.9	80.7	410.6	230.2	359.8	201.3
8.00	8.21	4.65	7.20	7.20	14.42	68.0	143.9	82.0	410.6	233.9	359.8	204.5
8.00	8.21	4.73	7.20	7.20	14.42	69.0	143.9	83.3	410.6	237.6	359.8	207.7
8.00	8.21	4.80	7.20	7.20	14.42	70.0	143.9	84.6	410.6	241.3	359.8	210.9
8.00	8.21	4.88	7.20	7.20	14.42	71.0	143.9	85.9	410.6	245.0	359.8	214.1
8.00	8.21	4.95	7.20	7.20	14.42	72.0	143.9	87.2	410.6	248.7	359.8	217.3
8.00	8.21	5.03	7.20	7.20	14.42	73.0	143.9	88.5	410.6	252.4	359.8	220.5
8.00	8.21	5.10	7.20	7.20	14.42	74.0	143.9	89.8	410.6	256.1	359.8	223.7
8.00	8.21	5.18	7.20	7.20	14.42	75.0	143.9	91.1	410.6	259.8	359.8	226.9
8.00	8.21	5.25	7.20	7.20	14.42	76.0	143.9	92.4	410.6	263.5	359.8	230.1
8.00	8.21	5.33	7.20	7.20	14.42	77.0	143.9	93.7	410.6	267.2	359.8	233.3
8.00	8.21	5.40	7.20	7.20	14.42	78.0	143.9	95.0	410.6	270.9	359.8	236.5
8.00	8.21	5.48	7.20	7.20	14.42	79.0	143.9	96.3	410.6	274.6	359.8	239.7
8.00	8.21	5.55	7.20	7.20	14.42	80.0	143.9	97.6	410.6	278.3	359.8	242.9
8.00	8.21	5.63	7.20	7.20	14.42	81.0	143.9	98.9	410.6	282.0	359.8	246.1
8.00	8.21	5.70	7.20	7.20	14.42	82.0	143.9	100.2	410.6	285.7	359.8	249.3
8.00	8.21	5.78	7.20	7.20	14.42	83.0	143.9	101.5	410.6	289.4	359.8	252.5
8.00	8.21	5.85	7.20	7.20	14.42	84.0	143.9	102.8	410.6	293.1	359.8	255.7
8.00	8.21	5.93	7.20	7.20	14.42	85.0	143.9	104.1	410.6	296.8	359.8	258.9
8.00	8.21	6.00	7.20	7.20	14.42	86.0	143.9	105.4	410.6	300.5	359.8	262.1
8.00	8.21	6.08	7.20	7.20	14.42	87.0	143.9	106.7	410.6	304.2	359.8	265.3
8.00	8.21	6.15	7.20	7.20	14.42	88.0	143.9	108.0	410.6	307.9	359.8	268.5
8.00	8.21	6.23	7.20	7.20	14.42	89.0	143.9	109.3	410.6	311.6	359.8	271.7
8.00	8.21	6.30	7.20	7.20	14.42	90.0	143.9	110.6	410.6	315.3	359.8	274.9
8.00	8.21	6.38	7.20	7.20	14.42	91.0	143.9	111.9	410.6	319.0	359.8	278.1
8.00	8.21	6.45	7.20	7.20	14.42	92.0	143.9	113.2	410.6	322.7	359.8	281.3
8.00	8.21	6.53	7.20	7.20	14.42	93.0	143.9	114.5	410.6	326.4	359.8	284.5
8.00	8.21	6.60	7.20	7.20	14.42	94.0	143.9	115.8	410.6	330.1	359.8	287.7
8.00	8.21	6.68	7.20	7.20	14.42	95.0	143.9	117.1	410.6	333.8	359.8	290.9
8.00	8.21	6.75	7.20	7.20	14.42	96.0	143.9	118.4	410.6	337.5	359.8	294.1
8.00	8.21	6.83	7.20	7.20	14.42	97.0	143.9	119.7	410.6	341.2	359.8	297.3
8.00	8.21	6.90	7.20	7.20	14.42	98.0	143.9	121.0	410.6	344.9	359.8	300.5
8.00	8.21	6.98	7.20	7.20	14.42	99.0	143.9	122.3	410.6	348.6	359.8	303.7
8.00	8.21	7.05	7.20	7.20	14.42	100.0	143.9	123.6	410.6	352.3	359.8	306.9
8.00	8.21	7.13	7.20	7.20	14.42	101.0	143.9	124.9	410.6	356.0	359.8	310.1
8.00	8.21	7.20	7.20	7.20	14.42	102.0	143.9	126.2	410.6	359.7	359.8	313.3
8.00	8.21	7.28	7.20	7.20	14.42	103.0	143.9	127.5	410.6	363.4	359.8	316.5
8.00	8.21	7.35	7.20	7.20	14.42	104.0	143.9	128.8	410.6	367.1	359.8	319.7
8.00	8.21	7.43	7.20	7.20	14.42	105.0	143.9	130.1	410.6	370.8	359.8	322.9
8.00	8.21	7.50	7.20	7.20	14.42	106.0	143.9	131.4	410.6	374.5	359.8	326.1
8.00	8.21	7.58	7.20	7.20	14.42	107.0	143.9	132.7	410.6	378.2	359.8	329.3
8.00	8.21	7.65	7.20	7.20	14.42	108.0	143.9	134.0	410.6	381.9	359.8	332.5
8.00	8.21	7.73	7.20	7.20	14.42	109.0	143.9	135.3	410.6	385.6	359.8	335.7
8.00	8.21	7.80	7.20	7.20	14.42	110.0	143.9	136.6	410.6	389.3	359.8	338.9
8.00	8.21	7.88	7.20	7.20	14.42	111.0	143.9	137.9	410.6	393.0	359.8	342.1
8.00	8.21											

