

2. ZÁKLADNÉ POJMY A VZŤAHY

Geometrickým princípom vzniku fotografickej i digitálnej a teda aj fotogrametrickej (meračskej) snímky je centrálna projekcia. Vzťah medzi predmetom a jeho fotogrametrickou snímkou v čase expozície (záznamu) definuje tzv. **fotogrametrický zväzok lúčov** prechádzajúci stredom premietania. Keď poznáme tvar a polohu fotogrametrického zväzku lúčov, môžeme rekonštruovať tvar a veľkosť predmetov zobrazených na snímke.

Tvar fotogrametrického zväzku lúčov určujú prvky **vnútornej** orientácie, zatiaľ čo jeho polohu v priestore určujú prvky **vonkajšej** orientácie. Polohu predmetov zobrazených na snímke vyjadrujú **snímkové súradnice**.

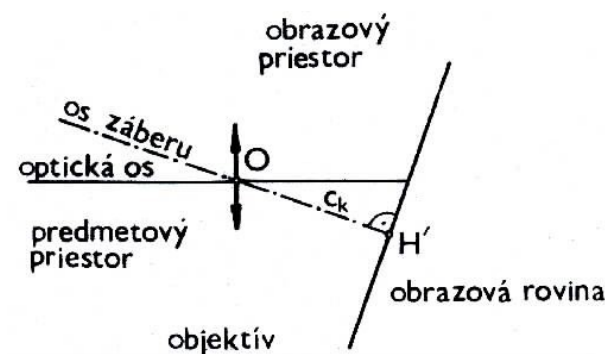
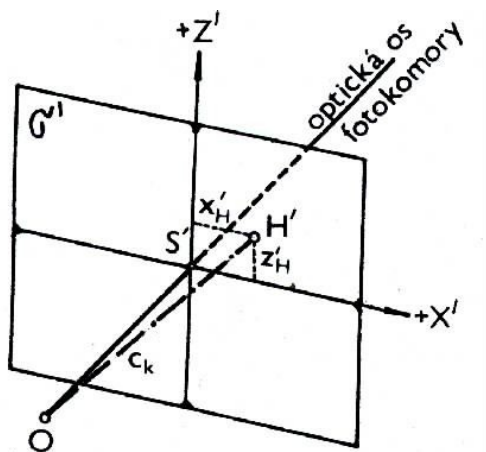
2.1 Vnútoraná orientácia snímky

Fotogrametrickú snímku považujeme za meračskú vtedy, keď poznáme jej prvky vnútornej orientácie a teda môžeme obnoviť fotogrametrický zväzok lúčov, ktorý sa podieľal na vzniku snímky. Tieto prvky vyjadrujú vzťah projekčného centra (streda premietania, je to bod, ktorým prechádzajú všetky lúče spájajúce príslušné predmetové a snímkové body) vzhľadom na obrazovú rovinu (obr. 2.1). Týmito prvkami sú:

- súradnice hlavného snímkového bodu $H' (x'_H, z'_H)$ na pozemných meračských snímkach, resp. (x'_H, y'_H) na leteckých meračských snímkach,
- konštanta komory c_k ,
- skreslenie objektívu.

Hlavný snímkový bod H' je stopníkom kolmice spustenej zo streda premietania na rovinu meračskej snímky (obr. 2.2). Jeho poloha sa vyjadruje v snímkovom súradnicovom systéme. Hlavný snímkový bod H' správne justovanej komory je v medziach presnosti merania zhodný so stredom snímky S' , ktorým je priesečník spojnic protiahlych rámových značiek, teda $x'_H = 0$ a $z'_H = 0$, pritom je aj os záberu totožná s optickou osou.

Konštanta komory c_k je vzdialenosť projekčného centra (zadného projekčného centra, ktorým je výstupná pupila) od hlavného snímkového bodu. Vzhľadom na to, že meračské komory sú trvalo zaostrené na nekonečno, konštanta komory c_k je veľmi blízka ohniskovej vzdialenosti f a často sa s ňou aj zamieňa. Hodnotu konštanty komory zistíme z rámových údajov snímky, kde sa zobrazí jej hodnota pri každej expozícii snímky.



Obr. 2.1. Vnútorná orientácia snímky

Obr. 2.2. Definícia hlavného snímkového bodu

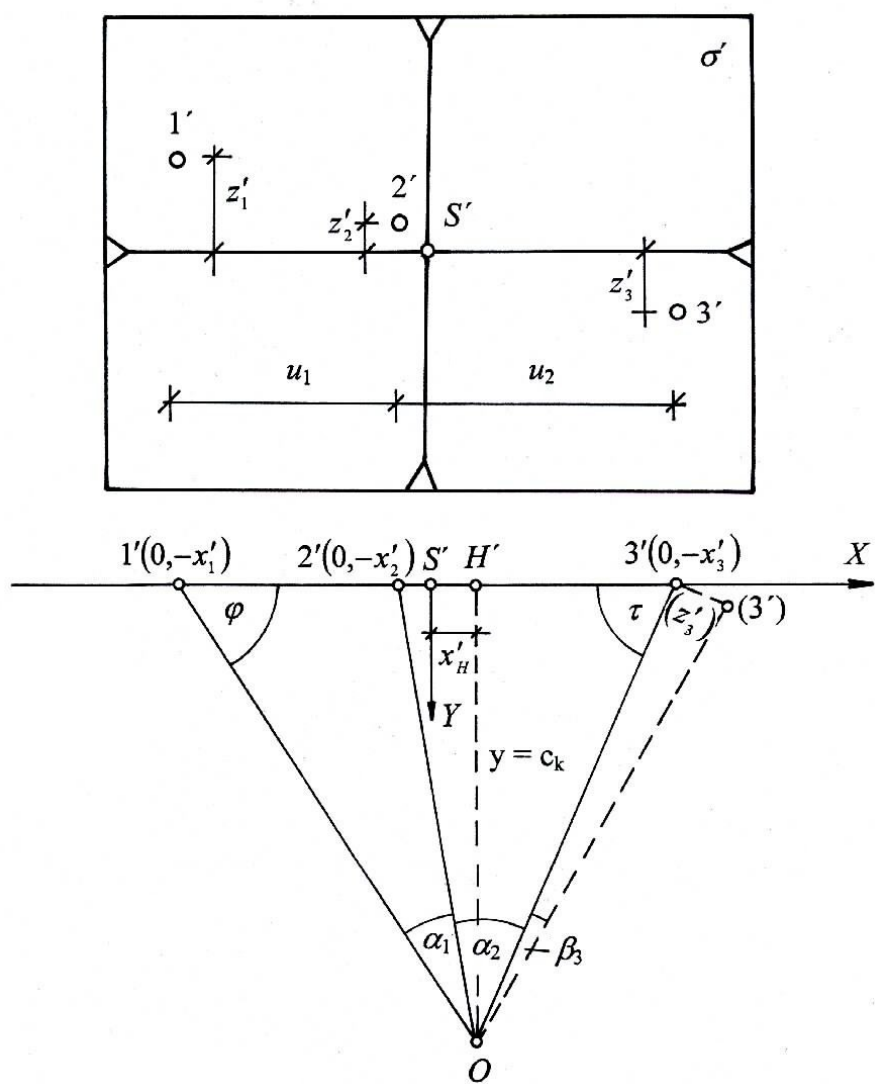
K prvkom vnútornej orientácie patria aj prípadné **skreslenie objektívu**, ktoré je však pri fotogrametrických objektívoch zvyčajne také malé, že ho môžeme zanedbať. Napríklad objektív Orthoprotar u fototeodolitu Photo 19/1318 Zeiss má maximálne skreslenie 5 μm .

Pri vyhodnocovaní, namiesto skutočnej hodnoty konštanty komory c_k , používame hodnotu konštanty snímky f_s , ktorá je úmerná zmene snímkovej mierky, napr. v dôsledku netesného doľahnutia fotografickej platne k obrazovému rámu komory, alebo v dôsledku zrážky fotografického materiálu (pri vyhodnocovaní z kontaktných kópií meračských snímok).

Prvky vnútornej orientácie snímky sa určujú laboratórne alebo experimentálnym meraním.

2.2 Určenie nominálnych hodnôt prvkov vnútornej orientácie snímky

Prvky vnútornej orientácie určil výrobca fototeodolitu. Či sa tieto prvky nezmenili, overujeme experimentálnym meraním.



Obr. 2.3. Určenie prvkov vnútornej orientácie snímky

V blízkosti horizontu prístroja vo vzdialenosti $s > 200$ m umelo signalizujeme najmenej tri body tak (obr. 2.3), aby sa dva zobrazili v blízkosti rámových značiek fototeodolitu a jeden v blízkosti hlavného snímkového bodu. Väčší počet bodov dovoľí určiť H' a c_k s vyrovnaním MNS (obr. 2.4).

Teodolitom odmeriame vodorovné a zenitové uhly medzi bodmi z miesta polohy vstupnej pupily fototeodolitu. Na stereokomparátore odmeriame snímkové súradnice x'_i a z'_i . Ak máme signalizované tri body (obr. 2.2) zo snímkových súradníc bodov $1'$, $2'$, a $3'$ vypočítame úsečky u_1 a u_2 .

$$\begin{aligned} u_1 &= x'_2 - x'_1, \\ u_2 &= x'_3 - x'_2 \end{aligned} \quad (2.1)$$

Uhly φ a ψ určíme podľa postupu výpočtu pretínania nazad

$$\frac{\varphi + \psi}{2} = \frac{200 - (\alpha_1 + \alpha_2)}{2} = a, \quad (2.2)$$

$$\frac{\varphi - \psi}{2} = \arctg \left(\tg \frac{\varphi + \psi}{2} \cotg(\mu + 50^s) \right) = b, \quad (2.3)$$

kde

$$\frac{\sin \varphi}{\sin \psi} = \frac{u_2 \sin \alpha_1}{u_1 \sin \alpha_2} = \cotg \mu, \quad (2.4)$$

uhly φ a ψ vypočítame z rovníc (2.2) a (2.3)

$$\varphi = \frac{a + b}{2},$$

$$\psi = \frac{a - b}{2}.$$

Konštantu komory na obr. 2.3 predstavuje vzdialenosť y výstupnej pupily O od osi X' :

$$c_k = y = s_1 \sin \varphi = s_2 \sin \psi, \quad (2.5)$$

pričom

$$s_1 = u_1 \frac{\sin(\varphi + \alpha_1)}{\sin \alpha_1} \quad \text{a} \quad s_2 = u_2 \frac{\sin(\psi + \alpha_2)}{\sin \alpha_2}. \quad (2.6)$$

Snímkové súradnice hlavného snímkového bodu H' podľa obr. 2.1 budú

$$x'_H = s_1 \cos \varphi + (-x'_1) = x'_3 - s_2 \cos \psi \quad (2.7)$$

$$z'_H = z'_1 - s_1 \tg \beta_1 = z'_2 - s_2 \tg \beta_2 = -z'_3 - (-s_2 \tg \beta_3). \quad (2.8)$$

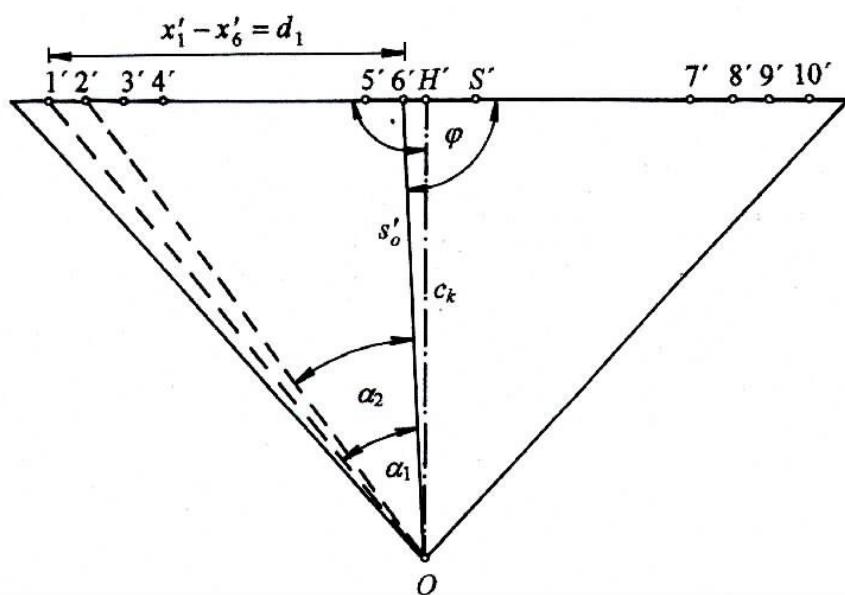
Keď máme signalizovaný nadbytočný počet bodov (obr. 2.4), napr. pre trojuholník $1'$, $6'$, O platí

$$\frac{d_1}{\sin \alpha_1} = \frac{s'_0}{\sin(\varphi - \alpha_1)}. \quad (2.9)$$

Všeobecne platí (pre α_i naľavo so znamienkom -)

$$d_i \sin(\alpha_i + \varphi) = s'_0 \sin \alpha_i, \quad (2.10)$$

kde d_i sú odmerané úsečky medzi stredným a okrajovými bodmi.



Obr. 2.4. Určenie prvkov vnútornej orientácie snímky s vyrovnaním MNŠ

Rovnicu (2.10) upravíme rozpisom goniometrickej funkcie súčtu dvoch uhlov a vydelíme súčinom $\sin \alpha_i \sin \varphi$:

$$d_i \cotg \varphi + d_i \cotg \alpha_i = \frac{s'_0}{\sin \varphi} . \quad (2.11)$$

Po označení:

$$\cotg \varphi = \tau ; \quad \frac{s'_0}{\sin \varphi} = \gamma ,$$

rovniciu (2.11) môžeme prepísať:

$$d_i \tau + d_i \cotg \alpha_i = \gamma . \quad (2.12)$$

Keď považujeme uhly α_i za presné a úsečky d_i za veličiny zaťažené chybami, ktoré je potrebné vyrovnať za podmienky $\sum v^2 = \min.$, určujúce rovnice opráv potom budú:

$$v_i = \gamma - d_i \tau - d_i \cotg \alpha_i . \quad (2.13)$$

Pre n bodov môžeme zostaviť $n - 1$ rovníc opráv, z ktorých prejdeme k normálnym rovniciam. Podľa počtu neznámych veličín budú dve rovnice a ich všeobecný tvar je:

$$\begin{aligned} \gamma \sum aa + \tau \sum ab + \sum ac &= 0 , \\ \gamma \sum ab + \tau \sum aa + \sum bc &= 0 . \end{aligned} \quad (2.14)$$

Po dosadení odvodených výrazov dostaneme:

$$\begin{aligned} \gamma n - \tau \sum d - \sum d \cotg \alpha &= 0 , \\ \tau \sum d + \gamma \sum dd - \sum dd \cotg \alpha &= 0 . \end{aligned} \quad (2.15)$$

Z vypočítaných neznámych určíme φ a s'_0 . Konštanta komory c_k bude určená rovnicou:

$$c_k = s'_0 \sin \varphi . \quad (2.16)$$

Strednú chybu v určení c_k vypočítame aplikovaním zákona prenášania stredných chýb v rovnici (2.16), ktorú upravíme na tvar $c_k = \gamma \frac{\sin \varphi \cos \varphi}{\tau}$,

$$m_{ck} = \frac{c_k}{\gamma} \sqrt{m_\gamma^2 + \frac{\gamma^2}{\tau^2} m_\tau^2}, \quad (2.17)$$

kde

$$m_\gamma = \frac{m_0}{\sqrt{Q_\gamma}}, \quad m_\tau = \frac{m_0}{\sqrt{Q_\tau}},$$

pričom

$$m_0 = \sqrt{\frac{\sum vv}{n-2}} \quad \text{a} \quad Q_\gamma = \sum aa.1, \quad Q_\tau = \sum bb.1,$$

m_0 je jednotková stredná chyba,

m_γ a m_τ sú stredné chyby neznámych,

Q_γ a Q_τ sú váhy neznámych.

Z trojuholníkov $i H'O$ (kde $i = 1', 2' \dots 10'$) môžeme písať

$$(x'_i) = c_k \cotg(\varphi - \alpha_i). \quad (2.18)$$

Zo známych hodnôt: φ , c_k , α_i vypočítame súradnice (x'_i) . Môžeme napísať rovnice opráv:

$$x'_i - (x'_i) = x'_H + v_i, \quad (2.19)$$

kde x'_H je x' -ová súradnica hlavného snímkového bodu.

Od rovníc opráv prejdeme k normálnej rovnici:

$$nx'_H = \sum x'_i - (x'_i),$$

z ktorej vypočítame polohu hlavného bodu v smere osi X' :

$$x'_H = \frac{\sum x'_i - (x'_i)}{n}. \quad (2.20)$$

Podobne ako v rovnici (2.19) napíšeme rovnice opráv pre výpočet polohy hlavného snímkového bodu v smere osi Z' :

$$z'_i - (z'_i) = z'_H + v_i. \quad (2.21)$$

V rovnici (2.21) vypočítame (z'_i) z rovníc:

$$(z'_i) = s'_i \tg \beta_i = \frac{s'_0 \sin \varphi \tg \beta_i}{\sin(\varphi + \alpha_i)}. \quad (2.22)$$

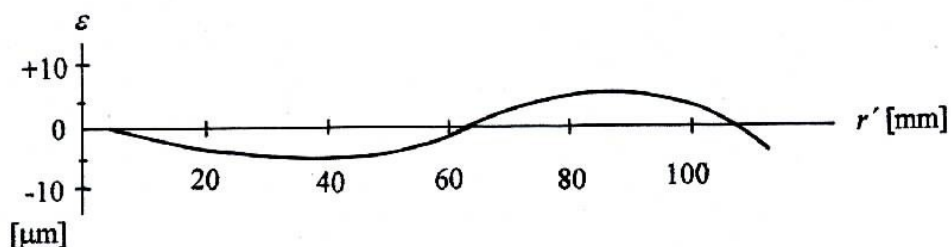
Druhá súradnica hlavného snímkového bodu bude:

$$z'_H = \frac{\sum z'_i - (z'_i)}{n}. \quad (2.23)$$

Strednú chybu v určení polohy hlavného snímkového bodu vypočítame z rovníc:

$$m_{x'H} = \sqrt{\frac{\sum v^2}{n(n-1)}}, m_{z'H} = \sqrt{\frac{\sum v^2}{n(n-1)}}. \quad (2.24)$$

2.3 Skreslenie objektívu

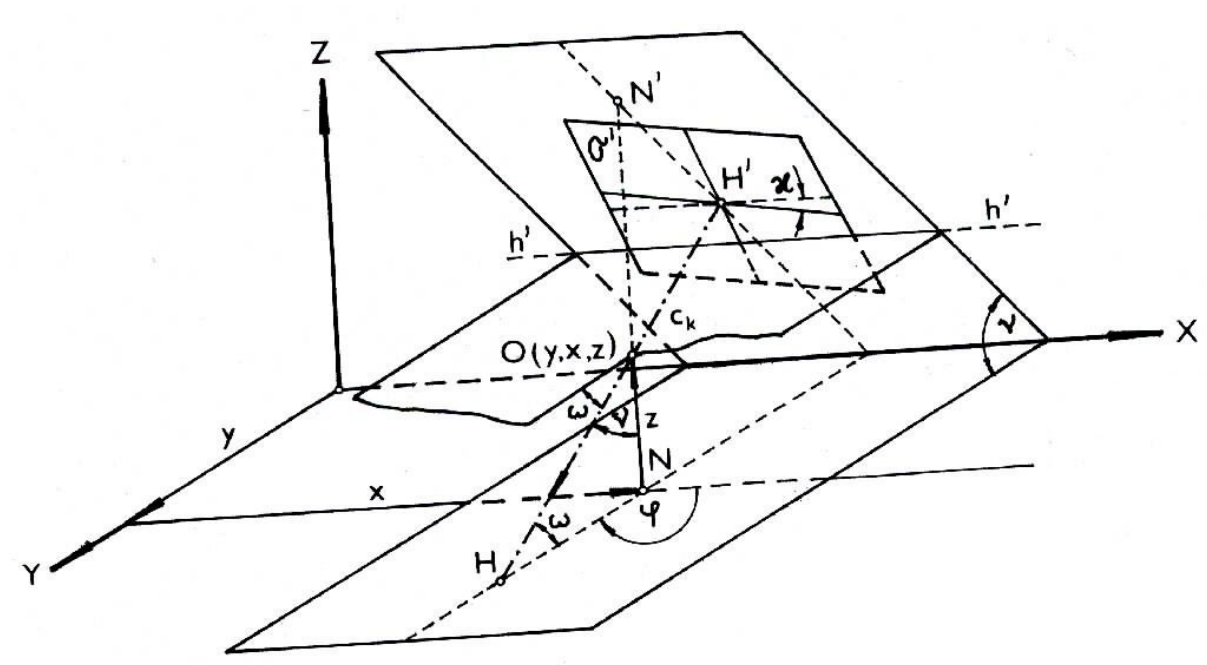


Obr. 2.5. Krivka skreslenia objektívu Orthoprotar

Tretím prvkom vnútornej orientácie snímok je skreslenie objektívu. Výrobca ho pre objektív Orthoprotar 1:25, $c_k \approx 19$ cm uvádza v medziach $\pm 5 \mu\text{m}$ (obr. 2.3). Odchýlky od uvedeného tvaru krivky skreslenia závisia od centrovania optických elementov, odchýlok v indexoch lomov jednotlivých šošoviek v objímkach. Hodnota skreslenia objektívu predstavuje vlastnosť objektívu.

2.4 Vonkajšia orientácia snímky

Ako už bolo uvedené, prvky vnútornej orientácie snímky definujú **tvar** fotogrametrického zväzku lúčov. Jeho **polohu** v priestore vyjadruje šesť prvkov vonkajšej orientácie snímky (obr. 2.6).



Obr. 2.6. Vonkajšia orientácia snímky

V pozemnej fotogrametrii sú to:

- priestorové súradnice fotogrametrického stanoviska, t.j. stredu premietania $O(y, x, z)$,

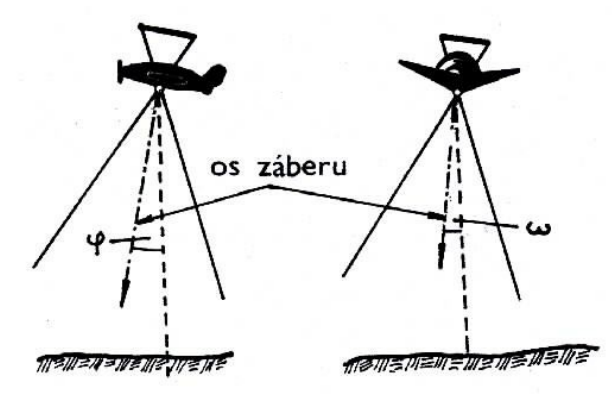
- stočenie snímky φ , predstavuje uhol medzi horizontálnym priemerom osi záberu a daným smerom v horizontálnej rovine (napr. fotogrametrickou základnicou, s kladným smerom osi X -vtedy uhol φ predstavuje smerník osi záberu),

- sklon osi záberu ω , je uhol medzi osou záberu a horizontálnou rovinou,

- pootočenie snímky χ , vyjadruje uhol, ktorý zvierajú spojnice protifaľných rámových značiek s určitým smerom alebo priamkou (v pozemnej fotogrametrii je to snímkový horizont).

Uhly φ a ω určujú smer osi záberu v priestore, pootočenie χ predstavuje otočenie snímky vo vlastnej rovine okolo osi záberu.

V leteckej fotogrametrii pri radových leteckých snímkach namiesto výrazov pre stočenie φ a sklon ω sa používa označenie pozdĺžny a priečny sklon. Odchýlka osi záberu od zvislice v smere letu je pozdĺžny sklon φ a v smere kolmom na neho je priečny sklon ω (obr. 2.7). Označenie ostatných prvkov vonkajšej orientácie sa nemení.



Obr. 2.7. Vonkajšia orientácia leteckej snímky

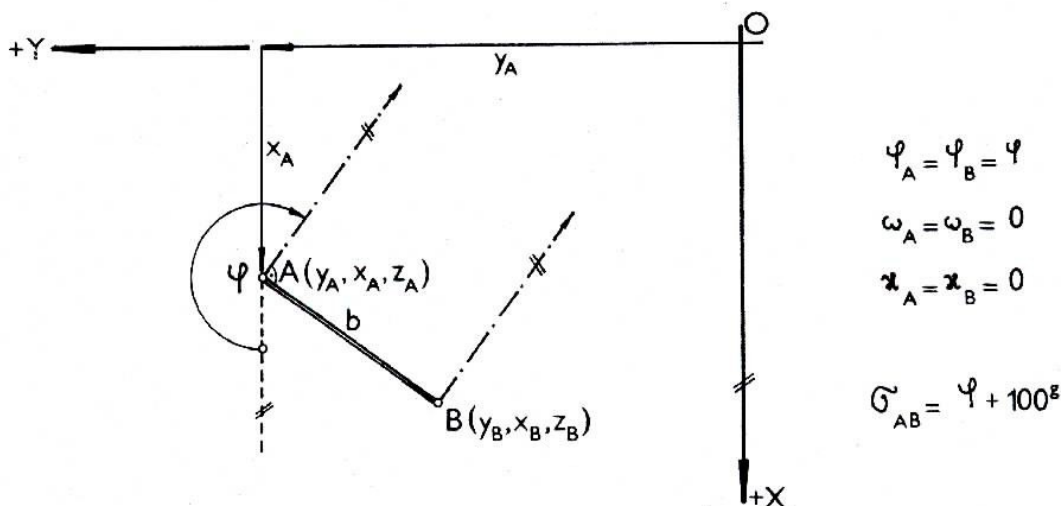
2.5 Určenie prvkov vonkajšej orientácie snímky

Pri pozemných fotogrametrických snímkach sa prvky vonkajšej orientácie určujú geodetickým meraním v teréne.

Priestorové súradnice y , x , z stanoviska, t.j. stredu objektívu komory, sa určia geodetickým pripojením na existujúce polohové a výškové bodové pole. Pozemné fotogrametrické snímky sa zhotovujú fototeodolitom, ktorý je vybavený zariadením umožňujúcim vykonať orientáciu osi záberu v priestore. Urovnaním krížovej libely na fototeodolite dosiahneme, že uhly ω a χ sú rovné nule, t.j. spojnice vodorovných rámových značiek je rovnobežná s horizontom a os záberu sa nachádza v horizontálnej rovine preloženej stredom projekčného centra. Smerník osi záberu vyjadruje stočenie φ , ktoré môžeme zmerať v ľubovoľnej hodnote.

Súhrnne, vonkajšiu orientáciu jednotlivkej snímky určuje 6 prvkov, snímkovú dvojicu definuje 12 prvkov. Pre snímkovú dvojicu však neurčujeme všetkých 12 prvkov. Súradnice pravého stanoviska (stanovisko B – obr. 2.8) môžeme odvodiť z veľkosti fotogrametrickej základnice b , smerníka osi záberu φ , o ktorom platí $\varphi_A = \varphi_B = \varphi$ znalosti vzťahu medzi smerom fotografovania a fotogrametrickou základnicou. Keď si uvedomíme, že $\omega_A = \omega_B = 0$ a $\chi_A = \chi_B = 0$, pre snímkovú dvojicu je dostačujúce, keď určujeme 5 prvkov, t.j.

- súradnice ľavého stanoviska $A(y_A, x_A, z_A)$,
- dĺžku fotogrametrickej základnice b a
- smerník osi záberu φ .



Obr. 2.8. Prvky vonkajšej orientácie snímkovej dvojice

V leteckej fotogrametrii, kde je stanovisko fotografovania pohyblivé, neurčujeme orientačné prvky priamo pri fotografovaní, ale až pri vyhodnocovaní snímok v laboratóriu, pri tzv. vzájomnej a absolútnej orientácii snímkovej dvojice. Pre úplnosť však treba spomenúť, že existujú prostriedky, ktorými v okamihu exponovania snímky môžeme určiť jej polohu a orientáciu v priestore. Poloha je určovaná metódou globálneho určenia polohy (GPS) a orientácia je usmernená gyroskopickou stabilizáciou osi záberu. Relatívnu výšku letu udáva napr. rádiový výškomer, alebo diferenčný barometer – statoskop, sklony φ a ω získame tiež z údajov tzv. horizontálnych snímok a pod.

Dodatočné laboratórne – nepriame určenie prvkov vonkajšej orientácie dostaneme z obsahu snímok na podklade geodeticky zameraných bodov (vlícovacie body), ktoré sa nachádzajú v prekryte snímok. Pri vzájomnej orientácii, ktorej úlohou je vytvoriť bezchybný stereoskopický model, určujeme päť neznámych prvkov (χ_1 , χ_2 , φ_1 , φ_2 a ω_1 alebo ω_2). Ostatných sedem prvkov získame pri absolútnej orientácii, kedy bude optický model mierkovo správny a jeho poloha bude v geodetickom súradnicovom systéme.

K fotogrametrickému vyhodnoteniu snímok vo všeobecnosti môžeme pristupovať aj s predpokladom, že nepoznáme prvky vnútornej a vonkajšej orientácie snímky. Je to v prípadoch analytického vyhodnotenia fotogrametrie a tiež ak na vyhodnotenie používame nefotogrametrické či už analógové alebo digitálne snímky. Vtedy prvky vnútornej a vonkajšej orientácie môžeme určiť metódou kolineárnej transformácie snímkových súradníc na geodetické súradnice vlícovacích bodov. Pri vlastnom vyhodnocovaní zvyčajne prvky vnútornej a vonkajšej orientácie neurčujeme. Ich hodnoty sú obsiahnuté v transformačných koeficientoch, z ktorých sa dajú vypočítať. Postup analytického vyhodnotenia snímok rádože zvyšuje presnosť fotogrametrického vyhodnotenia oproti analógovému vyhodnoteniu. Vtedy v záujme zvýšenia presnosti vyhodnotenia aj k fotogrametrickým meračským snímkam pristupujeme tak, ako keby sme poznali ich prvky orientácie. Uvedený postup vyhodnotenia vyžaduje adekvátny počet vhodne rozmiestnených identických vlícovacích bodov na snímke a na vyhodnocovanom objekte či už pre jednosnímkové alebo dvojsnímkové vyhodnotenie.

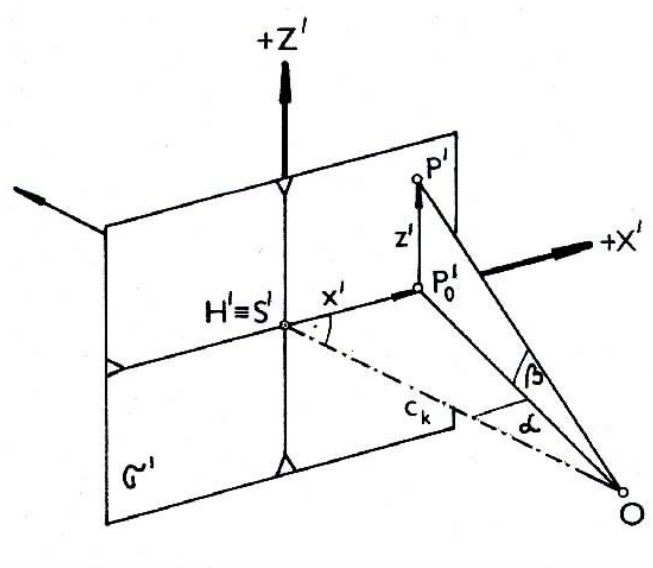
2.6 Vzťah medzi snímkovými súradnicami a uhlami

Polohu jednotlivých určovacích lúčov k optickej osi a ich vzájomnú polohu, teda tvar fotogrametrického zväzku lúčov, definujú snímkové uhly, ktoré pri známej vnútornej orientácii snímky ľahko odvodíme zo snímkových súradníc príslušných bodov zobrazených na snímke. Vzťah medzi snímkovými súradnicami x' , z' a snímkovými uhlami vyplýva z obr. 2.8, pričom počiatkom súradnicového systému je stred snímky S' .

Predpokladajme najjednoduchší prípad, keď snímková súradnicová os X' je vodorovná a os Z' je zvislá, t.j. keď snímková rovina pri expozícii je zvislá a spojnice bočných rámových značiek je vodorovná. Os záberu je v takom prípade horizontálna. Tento prípad je v pozemnej fotogrametrii najčastejší a analytické vyjadrenie vzťahov je najjednoduchšie.

Podľa obr. 2.9, horizontálny uhol α určíme podľa rovnice:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{x'}{c_k}. \quad (2.25)$$



Obr. 2.9. Snímkové súradnice a uhly

Výškový uhol β vypočítame z rovnice

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{z'}{c_k} \cos \alpha = \frac{z'}{\sqrt{c_k^2 + x'^2}}. \quad (2.26)$$

2.7 Fotografická snímka

Fotografická snímka vzniká pôsobením žiarivej energie (najčastejšie svetelnej energie) prostredníctvom prístroja, vybaveného objektívom (fotografickým prístrojom), na fotografickú citlivú vrstvu. Latentný obraz na snímke zviditeľňujeme fotochemickým laboratórnym spracovaním - vyvolaním a ustálením obrazu.

Fotografické materiály rozdeľujeme na snímkové, rozmnožovacie a technické. Vo fotogrametrii sa uplatňujú snímkové materiály čiernobiele i farebné. V záujme zobrazenia a vyhodnotenia najjemnejších detailov na snímke sa využívajú materiály s nízkou citlivosťou (v pozemnej fotogrametrii), ktoré sa vyznačujú zvýšenou rozlišovacou schopnosťou a veľmi jemným zrnom.

Každý fotografický materiál pozostáva z dvoch základných častí – emulzného podkladu a svetlocitlivej vrstvy. Ako emulzný podklad môžu slúžiť najmä sklenené platne, nitrocelulózové filmy a papier. Väzbu svetlocitlivej vrstvy na podklad zaisťuje želatina, na ktorú sa nalieva svetlocitlivá vrstva.

Podstatnú zložku fotografickej emulzie tvoria pevné častice – kryštály haloidu striebra. Spektrálna citlivosť fotografického materiálu sa dosahuje optickou senzibilizáciou fotografického materiálu. Optická senzibilizácia spočíva v tom, že sa do emulzie vmiešavajú rôzne látky, ktoré

scitlivujú fotografickú emulziu pre určitý spektrálny rozsah. Podľa druhu optickej senzibilizácie rozoznávame viac druhov fotografických materiálov (napr. ortochromatické, panchromatické, inframateriály).

Fotogrametrické vyhodnotenie snímok sa vykonáva z negatívov a pozitívov čiernobielych i farebných materiálov na sklenenom, filmovom a papierovom podklade.

2.8 Digitálna snímka

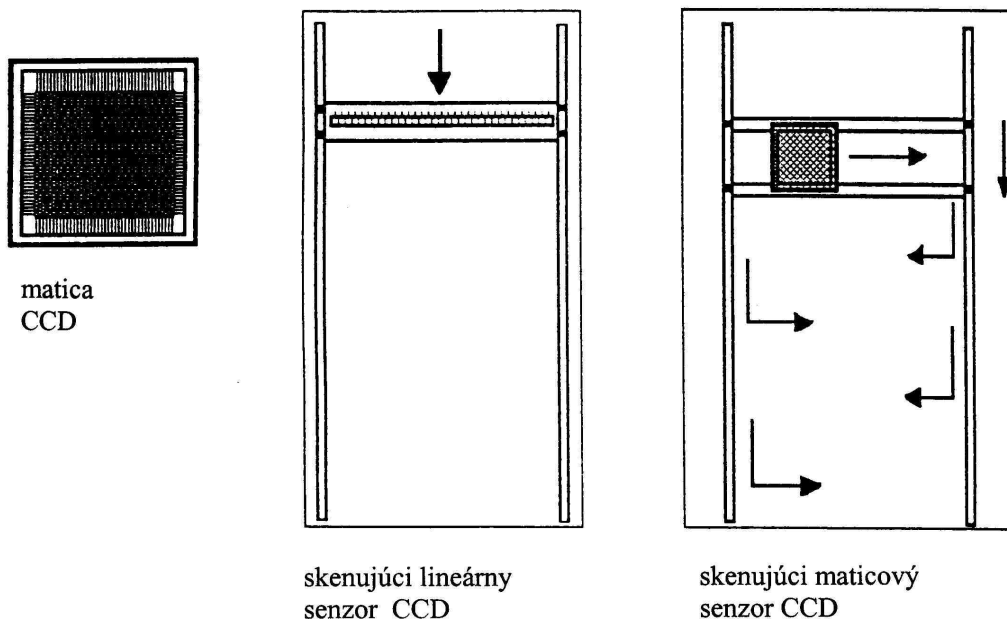
Digitálna snímka (obraz) je záznam elektronických prvkov. Svetlo odrazené od predmetov je usmernené do ohniskovej roviny komory, kde dopadá na mikroelektronické súčiastky, ktoré reagujú na intenzitu povrchového náboja svetlocitlivého elementu. Intenzita náboja sa vyjadruje číselne a zaznamenáva sa v dvojkovej sústave. Kvalita rozlišovacej schopnosti snímky závisí od počtu svetlocitlivých prvkov, ktoré digitálne charakterizujú záznam snímaného objektu. Digitálny záznam nábojov svetlocitlivých prvkov sa vykonáva v tvare zariadenia matice CCD (Charge Coupled Device) alebo zariadenia CMOS (Complementary Metal Oxid Semiconductor).

CCD je senzor (zariadenie, ktoré zachytáva energiu elektromagnetického alebo iného druhu žiarenia a poskytuje ju v číselnej forme na získanie informácie o objekte), ktorý sa skladá z mikroskopických buniek fotodiód, ktoré zvyčajne obsahujú amorfný (beztvarý) svetlocitlivý kremík. Fotodióda po dopade svetla vytvára na svojom povrchu elektrický náboj, ktorý je adekvátny jas elementu na snímke.

CMOS je elektronická súčiastka v tvare tranzistora.

Na záznam obrazu sa najčastejšie používa senzor CCD. Obsahuje množstvo buniek fotodiód o veľkosti 6 – 15 μm . Číselný produkt merania každej bunky, ktorý je úmerný intenzite dopadajúceho svetla, je interpretovaný ako obrazový element – **pixel**. Rozoznávame tri druhy vytvorenia digitálneho obrazu (obr. 2.10):

- použitím matice CCD s jednou expozíciou,
- skenovaním obrazu, ktorý je vytvorený v ohniskovej rovine lineárneho senzora CCD. Lineárny senzor sa pohybuje v ráme rýchlosťou, ktorá je zosúladená s rýchlosťou digitálneho záznamu riadka,
- skenovaním obrazu, ktorý je vytvorený maticovým senzorom CCD.



Obr. 2.10. Metódy vytvorenia obrazu v ohniskovej rovine komory

Senzory sú vo všeobecnosti konštruované pre určitý rozsah vlnových dĺžok svetla, ktoré sú schopné merať. Kremík vo fotodióde sa používa pre vlnové dĺžky v oblasti viditeľného svetla.

Digitálne snímky prešli vývojom od čiernobieleho po farebné snímanie, s výberom určitého spektrálneho rozlíšenia a multispektrálneho snímania. Pri multispektrálnom snímaní sa svetlo od objektívu rozkladá hranolom alebo na mriežke a usmerňuje sa na nezávislé CCD senzory, kde sa digitálne zaznamenáva.

Súčasný vývoj digitálnych snímok smeruje k zmenšovaniu buniek fotodiód a tým ku zväčšovaniu rozlišovacej schopnosti detailov digitálneho obrazu.