

3x3 pravidla

pro jednoduchou fotogrammetrickou dokumentaci architektury

uspořádal
Jindřich Hodač Ph.D.

Praha

září 2004

Obsah

Předmluva

1. Geometrická pravidla.....	2
1.1. Určení kontrolních hodnot.....	2
1.2. Konfigurace snímků při fotografování	3
1.3. Pořízení stereodvojic snímků	3
2. Fotografická pravidla.....	5
2.1. Geometrické parametry snímkování.....	5
2.2. Podmínky při pořizování snímků	5
2.3. Výběr fotografické kamery.....	6
3. Organizační pravidla.....	7
3.1. Vyhotovení kvalitních náčrtů	7
3.2. Zpracování protokolů	7
3.3. Závěrečná kontrola	8
Slovníček hesel	9
Literatura, odkazy	10
Seznam příloh.....	10
Příloha 1 Vzorový projekt – kontrolní hodnoty.....	11
Příloha 2 Vzorový projekt – náčrt situace při fotografování	12
Příloha 3 Vzorový projekt – pořízené snímky	13

3x3 pravidla pro jednoduchou fotogrammetrickou dokumentaci architektury

Následující text je určen všem těm, kteří se zabývají dokumentací architektury. Ať již jde o dokumentaci zhotovovanou profesionály nebo o práci amatérů či nadšenců, vždy bývá nedílnou součástí dokumentačních prací fotodokumentace. Pokud je fotodokumentace provedena určitým způsobem, pak je možné jí v budoucnu využít pro měřické účely a fotogrammetricky jí vyhodnotit. Výsledkem tohoto vyhodnocení mohou být jak klasické stavební plány, tak prostorové modely dokumentovaných objektů. Způsob, jak takovýto typ fotodokumentace vytvořit, popisují dále uvedená pravidla.

Pravidla vznikla na půdě organizace CIPA* a poprvé byla presentována Prof. Peterem Waldhäuselem (Technická univerzita Vídeň) a Cliffem Oglebym (Univerzita Melbourne) na symposiu ISPRS** v Melbourne, v Austrálii, v březnu 1994.

Co o pravidlech říká Prof. Waldhäusl:

„... Jednoduchá pravidla, která musí být dodržena při fotografování amatérskými kamerami, byla formulována, testována a publikována již u příležitosti konference společnosti CIPA v Sofii v roce 1988. Tehdy šlo o první vydání takovýchto pravidel. S novými zkušenostmi bude možná potřeba tato pravidla postupně doplňovat a aktualizovat. Já jsem tato pravidla pro své studenty nazval „**3x3 pravidla**“, protože jsou členěna do tří bodů a každý bod má tři pravidla. Jsou to:

- **3 geometrická pravidla**
- **3 fotografická pravidla**
- **3 organizační pravidla ...“**

* CIPA Mezinárodní komise pro fotogrammetrii v architektuře

** ISPRS Mezinárodní společnost pro fotogrammetrii a dálkový průzkum Země

1. Geometrická pravidla

Dodržením dále uvedených geometrických pravidel máme možnost výrazně ovlivnit především přesnost budoucího fotogrammetrického vyhodnocení (dále vyhodnocení) námi pořizované dokumentace. Geometrická pravidla stanovují – co budeme na objektu měřit, jak budeme objekt fotografovat a jak pořídíme snímky pro stereovyhodnocení.

1.1. Určení kontrolních hodnot

Kontrolními hodnotami jsou míněny délky měřené mezi body na objektu a určené svislé linie. Délky nejčastěji měříme pásmem nebo dvoumetrem. Tyto údaje slouží k udání rozměru a orientace (svislost, vodorovnost) při vyhodnocení objektu.

Měřené délky

Měříme minimálně jednu dostatečně dlouhou vzdálenost mezi dvěma dobře identifikovatelnými body, případně uměle vytvořenými značkami (např. křídou vyznačenými křížky či nalepenými papírovými značkami).



pozn.: změřené délky musí být jasně viditelné jak přímo na objektu, tak na snímcích. Tyto délky udávají při vyhodnocení rozměr objektu.

Definované svislice

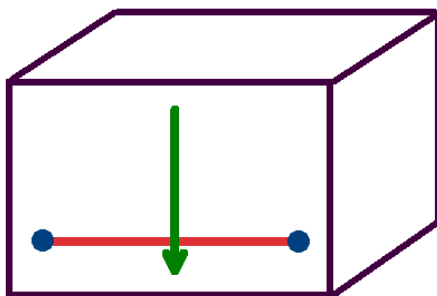
Určíme minimálně jednu svislou linii („svislici“) na objektu, nebo jí uměle provážíme olovnicí (např. z rohu střechy na odpovídající bod svislice na terénu).



pozn.: délky svislic nemusíme měřit, ale musí být opět jasně viditelné jak na objektu, tak na snímcích. Svislice udávají při vyhodnocení orientaci objektu.

Kontrola měření

Měření délek a určení svislic provádíme podle možností pro kontrolu na několika stěnách stavby.



Obrázek 1: Minimální metrické informace

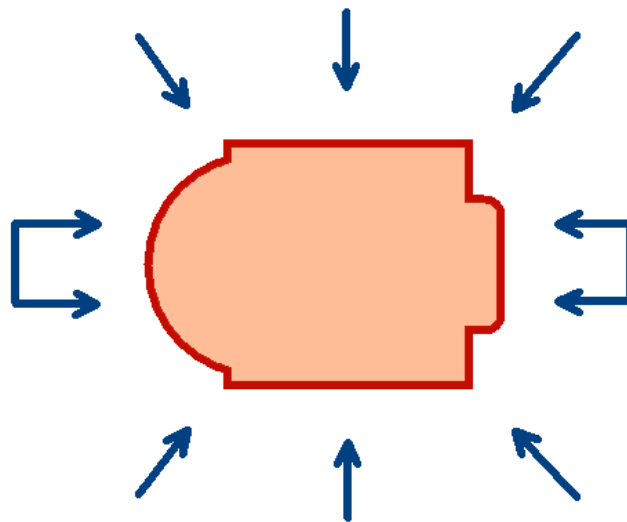
- jedna délka
- jedna svislice

1.2. Konfigurace snímků při fotografování

Způsob jakým dokumentovaný objekt nafotografujeme by neměl být libovolný. Dále uvedená doporučení udávají jak optimálně volit stanoviska fotografování (odkud fotografovat) a jak volit směr osy záběru (jak snímky orientovat vůči objektu).

Měli bychom

- nafotografovat objekt „kolem dokola“, viz obrázek 2. Jednotlivé snímky by se přitom měly vzájemně překrývat o více než z 50%.
- fotografovat snímky z úrovně poloviční výšky objektu, je-li to možné.
- fotografovat snímky s vodorovnou osou záběru, je-li to možné.
- pořídit diagonální snímky, které zachycují dvě stěny objektu.
- pořídit šikmé snímky, které spojují dva sousední snímky.
- pořídit frontální snímky ucelených částí objektu (např. jednotlivých stěn, fasád) pro celkový přehled a pro jednosnímkové fotogrammetrické vyhodnocení.
- zkontrolovat mnohonásobné zobrazení jednoho místa objektu na více snímcích.
- do snímků zahrnout také střechu objektu, pokud je předmětem dokumentace.
- do snímků zahrnout také části ze sousedství objektu.



Obrázek 2: Ideální konfigurace snímků kolem objektu

1.3. Pořízení stereodvojic snímků

Pro fotografickou dokumentaci nepravidelných prostorových tvarů, jako jsou například polokruhové části staveb, výklenky, plastické části fasád či sochy, s výhodou použijeme stereodvojice snímků.

Při pořizování stereodvojic se řídíme těmito doporučeními:

Používané případy stereofotogrammetrie

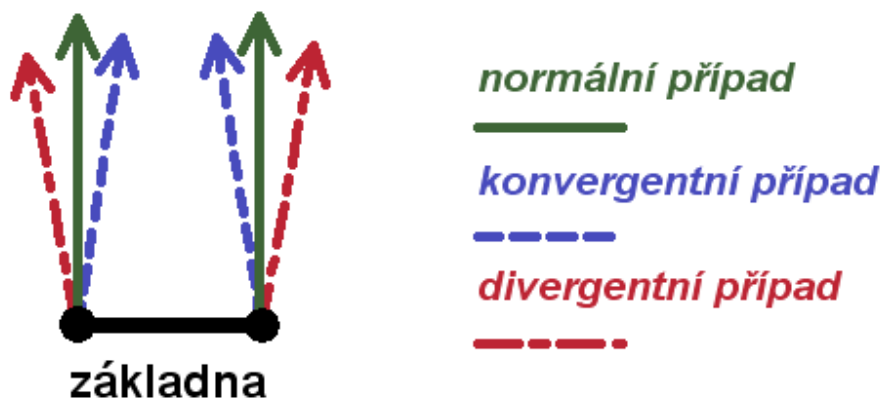
Při pořízení snímků využijeme normální případ nebo konvergentní případ:

- v normálním případě – jsou osy záběru rovnoběžné a kolmé na základnu
- v konvergentním případě – se osy záběru sbíhají (protínají)

Měli bychom se vyvarovat divergentního případu, kdy se osy záběru rozbíhají.



pozn.: u normálního případu stačí rovnoběžnost os záběru a jejich kolmost k základně odhadnout.



Obrázek 3: Případy stereofotogrammetrie

Délka základny fotografování

Délku základny fotografování (fotogrammetrické základny) volíme podle použitého případu v těchto mezích:

- 1/4 až 1/15 průměrné vzdálenosti od objektu u normálního případu
- 1/10 až 1/15 průměrné vzdálenosti od objektu u konvergentního případu



pozn.: délku základny není potřeba měřit, stačí jí odhadnout. Snímky stereodvojice pořizujeme optimálně z jedné výškové úrovně, tj. základna má být vodorovná. Vodorovnost základny opět stačí odhadnout.

Snímkování detailů a kontrola

Pro detaily na objektu přidáváme obvykle další stereodvojice. I pro tyto dvojice změříme kontrolní míry, nebo alespoň postavíme měřickou lať k objektu.

Pečlivě ověříme překryv snímků u všech nasnímaných stereodvojic.

V případě pochyb, přidáme více snímků a doměříme pásmem vše, co zůstává nenafotografované.

2. Fotografická pravidla

Dodržením dále uvedených fotografických pravidel máme možnost výrazně ovlivnit především kvalitu budoucího vyhodnocení. Fotografická pravidla stanovují - jak můžeme zajistit geometrickou kvalitu snímků, za jakých podmínek bychom měli fotografovat a jakou kamerou máme fotografování provést.

2.1. Geometrické parametry snímkování

Při vyhodnocení snímků jsou početně zjištěny geometrické podmínky při snímkování (jsou prováděny tzv. snímkové orientace). Respektováním dále uvedených doporučení usnadníme provedení fotogrammetrických výpočtů.

Geometrické parametry kamery

Vnitřní geometrie kamery musí zůstat neměnná, tzn. že:

- nepoužíváme zoom \Rightarrow použijeme buď kameru bez zoomu, anebo u kamer se zoomem nastavíme objektiv do krajní polohy (značeno obvykle W - širokoúhlé).
- neposunujeme optiku (u tzv. shift objektivů).
- neměníme zaostření \Rightarrow nastavíme zaostření na nekonečno nebo na průměrnou vzdálenost od objektu a použijeme toto zaostření pro všechny fotografie kolem objektu. Pro detaily můžeme použít jiné zaostření.

Geometrické parametry snímku

Snímek je základním zdrojem dat při vyhodnocení, proto:

- obraz rámu snímku musí být ostrý, dobře viditelný s dostatečným kontrastem.
- zachováme originální výřez (formát) snímku \Rightarrow neořezáváme ani jinak neupravujeme film či digitální obrázek.
- nejcennějším dokumentem jsou originální snímky (negativy, diapozitivy, digitální obrázky) \Rightarrow zacházíme s nimi opatrně a pečlivě je uložíme.

2.2. Podmínky při pořizování snímků

Fotografická kvalita snímků je velmi důležitá, neboť jen to co je na snímku zachyceno, může být vyhodnoceno.

Fotografickou kvalitu zlepšíme když:

- fotografujeme za optimálních světelných podmínek \Rightarrow ostré kontrasty (osvětlené v. zastíněné části objektu) jsou nežádoucí. Snímkování plánujeme na nejlepší denní dobu. Lépe, je-li při snímkování zataženo.

- zajistíme ostrost obrazu \Rightarrow při fotografování použijeme stativ a drátěnou spoušť.
- zvolíme vhodný fotografický materiál \Rightarrow můžeme použít jakýkoliv druh filmu. Černobílý materiál je dostačující, barevný poskytuje výhody při interpretaci a dokumentuje také barvy. U diapozitivů je nákladnější zhotovování zvětšenin.
- zvolíme vhodné rozlišení digitálních snímků \Rightarrow nastavíme spíše vyšší hodnoty rozlišení (např. 1600 x 1200 obrazových bodů).



pozn.: snímky pořizujeme tak, aby dokumentovaná část objektu zabírala co největší část snímku. Jdeme k objektu blíž.

2.3. Výběr fotografické kamery

Kvalita snímků je do značné míry dána kamerou použitou při snímkování. Kamera kvalitnější dá také kvalitnější snímky. Obecně však můžeme použít pro snímkování objektu „libovolnou“ kameru tj. klasickou i digitální, profesionální i amatérskou, zrcadlovku i kompaktní fotoaparát.

Platí, že:

- pro fotografování kolem objektu je lepší širokoúhlý objektiv než teleobjektiv.
- velkoformátové a středněformátové kamery (např. 6x9 či 6x6 cm) jsou lepší než kamery maloformátové (např. kinofilmové 24x36 mm).
- kalibrované (nebo měřické) kamery jsou lepší než neměřické amatérské kamery.
- kamery s možností přisátí nebo přitlačení filmu k zadní stěně či reseau kamery, jsou lepší než běžné kamery s prohýbajícím se filmem.

3. Organizační pravidla

Ke kvalitnímu zpracování dokumentace nestačí abychom objekt pouze oměřili a nafotografovali. Pro další práci musíme ještě získaná data vhodně uspořádat. Uspořádání dat a vyhotovené protokoly mohou výrazně usnadnit budoucí vyhodnocení. Kvalitně pořízená data ještě sama o sobě nezaručují, že je bude možné zpracovat. Organizační pravidla stanovují jaké náležitosti by jednotlivé projekty dokumentace měly mít. Těmito náležitostmi jsou především kvalitní náčrty a odpovídající protokoly. Na závěr práce bychom měli provést závěrečnou kontrolu celého projektu dokumentace.

3.1. Vyhotovení kvalitních náčrtů

Kvalitně zpracované náčrty usnadní v budoucnu nejen vyhodnocení, ale mohou se stát zdrojem cenných informací o objektu (např. situace okolí a rozměry objektu aj.).

Základními vyhotovovanými náčrty jsou:

- situace okolí objektu \Rightarrow zachycuje umístění objektu v terénu, vztahy k okolním objektům. Pro tyto účely můžeme použít např. výřez z mapy.
- situace při fotografování \Rightarrow obsahuje označení severního směru, zakres stanovisek fotografování (s číslem filmu a číslem políčka negativu), zakres fotogrammetrických základů a zakres směrů os záběrů při fotografování.
- náčrt kontrolních hodnot \Rightarrow obsahuje nárysy stran objektu se zákresem kontrolních měř, svislic a případně dalších zjištěných rozměrů.
- náčrt pokrytí objektu snímky \Rightarrow obsahuje nárysy stran objektu se zákresem rámců (krajů) pořízených snímků a čísla snímků



pozn.: náčrty není nutné kreslit v měřítku. Stačí schematické přehledné náčrty kreslené od ruky.

3.2. Zpracování protokolů

Některé údaje je vhodné zaznamenat také v písemné podobě ve formě protokolů. Rozsah a konkrétní obsah vyhotovovaných protokolů závisí vždy na účelu zhotovované dokumentace.

Ze základních údajů, které by protokoly měly vždy obsahovat, můžeme uvést:

Údaje o objektu

- základní údaje o objektu \Rightarrow druh, případně jméno objektu (např. Kaple sv. Jiří; sýpka aj.), bližší určení místa umístění objektu (adresa, souřadnice – např. GPS).

- údaje o vlastníkovi objektu ⇒ jméno, adresa.
- podrobné údaje o objektu ⇒ můžeme uvést např. detailní popis místa umístění objektu, popis současného stavu objektu, stručnou historii objektu atp.
- bibliografie ⇒ seznam literatury kde se o tomto objektu pojednává (např. obecní kroniky aj.).
- další údaje ⇒ zvláštnosti, umělci, stavitelé, pověsti apod.

Údaje o dokumentačních pracích

- datum provedení dokumentačních prací.
- údaje o kameře ⇒ značka (druh) kamery a objektivu.
- údaje o snímkování ⇒ můžeme uvést jak parametry snímkování např. ohniskovou vzdálenost, clonu, expoziční dobu a zaostření; tak údaje o snímcích např. počet snímků, použitý fotografický materiál, rozlišení a formát digitálních snímků aj.
- další údaje ⇒ např. kalibrační protokol kamery, je-li k dispozici.

3.3. Závěrečná kontrola

Před ukončením prací na konkrétním objektu je vhodné, když provedeme závěrečnou kontrolu zaznamenaných údajů.

Měli bychom:

- zaznamenat všechny údaje přímo při práci v terénu.
- kontrolovat úplnost a správnost zaznamenaných údajů ještě před opuštěním místa.
- vypracovat zprávu a protokoly co nejdříve, dokud si pamatujeme všechny podrobnosti.
- kontrolovat výsledky doma spolu s odborníkem (památkář, architekt, místní znalec aj.), je-li to zapotřebí.
- zkontrolovaný a uzavřený projekt vhodně archivovat.
- plánovat další projekty, s uvážením všech předchozích chyb. Poučit se z nich.

Slovníček hesel

objekt = dokumentovaný stavební objekt

snímkování = fotografování = pořizování snímků

snímek = fotografie

kamera = fotoaparát = fotografický přístroj ≠ videokamera

kalibrovaná kamera – kamera k níž jsou laboratorně zjištěny parametry jako např.

přesná hodnota ohniskové vzdálenosti (konstanta komory), zkreslení objektivu aj.

reseau kamera – kamera, která má v rovině snímku skleněnou destičku s vyznačenou

sítí křížků. Tato síť je ofotografována na snímek a používá se při vyhodnocení.

shift objektiv – objektiv, který umožňuje posun ve vertikálním směru. Umožňuje měnit

rozsah záběru ve vertikálním směru (např. u výškových objektů).

osa záběru – osa procházející středem objektivu kolmá na rovinu snímku

fotogrammetrie – vědní obor, který pracuje se snímkem jako se základním zdrojem

informací (měřených dat) pro další vyhodnocení

fotogrammetrické vyhodnocení – soubor metod a technologií, které se používají pro

zpracování snímků

jednosnímkové vyhodnocení – základní jednotkou vyhodnocení je jeden snímek

stereovyhodnocení – základní jednotkou vyhodnocení jsou dva snímky = stereodvojice

stereodvojice – dva snímky pořízené z vrcholů fotogrammetrické základny

fotogrammetrická základna – spojnice mezi dvěma stanovisky fotografování jejíž

délka je zvolena podle určitých předem daných kritérií

případy stereofotogrammetrie – udávají různé možnosti orientace os záběru snímků

vůči fotogrammetrické základně a také jejich vzájemnou orientaci (např.

rovnoběžnost os)

snímkové orientace – proces přípravy snímků k vyhodnocení. Početní zjištění

parametrů charakterizujících stav při snímkování tj. polohy kamery, orientace osy

záběru apod. (tzv. prvků vnitřní a vnější orientace).

GPS – globální poziční systém. Umožňuje určit zeměpisné souřadnice jakéhokoliv bodu

na Zemi pomocí signálů přijímaných z družic (družicová navigace).

Literatura, odkazy

Pavelka, K.: *Fotogrammetrie 10*. Praha, ČVUT, 2003, skripta

Pavelka, K.: *Fotogrammetrie 20*. Praha, ČVUT, 2003, skripta

CIPA - Mezinárodní komise pro fotogrammetrii v architektuře

cipa.icomos.org

3x3 pravidla - originální anglická verze pravidel, Institut fotogrammetrie a dálkového průzkumu Země, Technická univerzita ve Vídni

www.univie.ac.at/Luftbildarchiv/wgv/3x3.htm

3x3 pravidla - české stránky věnované pravidlům

lfgm.fsv.cvut.cz/3x3_pravidla

Projekt PhotoPa – databáze drobných památkových objektů s připojenou fotogrammetrickou dokumentací pořízenou podle 3x3 pravidel

lfgm.fsv.cvut.cz/photopa2003

Společnost pro fotogrammetrii a dálkový průzkum ČR

www.sfdp.upol.cz

Laboratoř fotogrammetrie při katedře mapování a kartografie, Fakulta stavební, ČVUT

lfgm.fsv.cvut.cz

Seznam příloh

Příloha 1	Vzorový projekt – kontrolní hodnoty
Příloha 2	Vzorový projekt – náčrt situace při fotografování
Příloha 3	Vzorový projekt – pořízené snímky

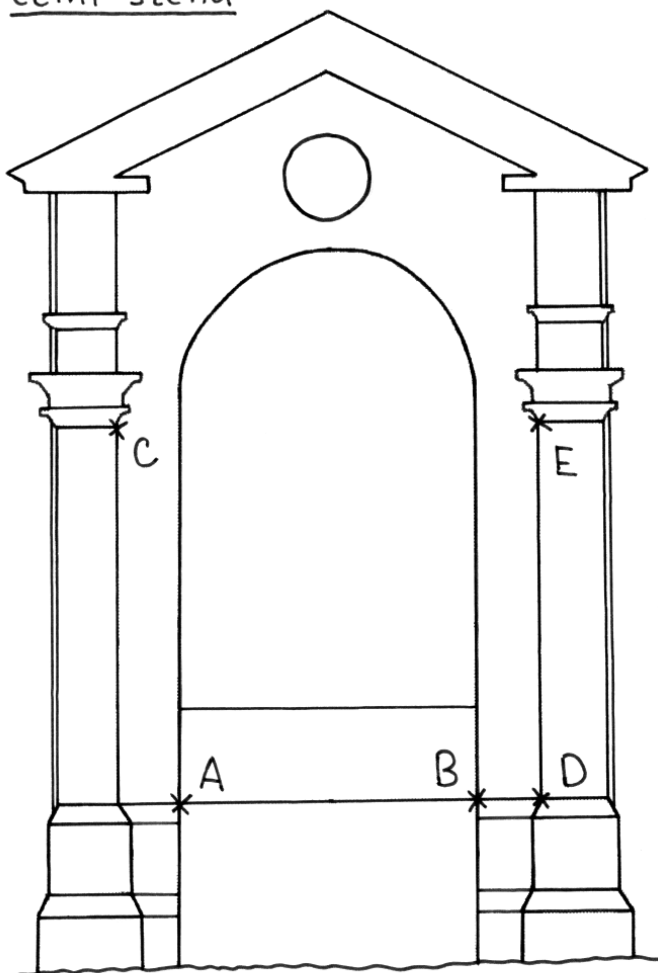
Příloha 1

Vzorový projekt – kontrolní hodnoty

náčrt

reálná situace

Čelní stěna

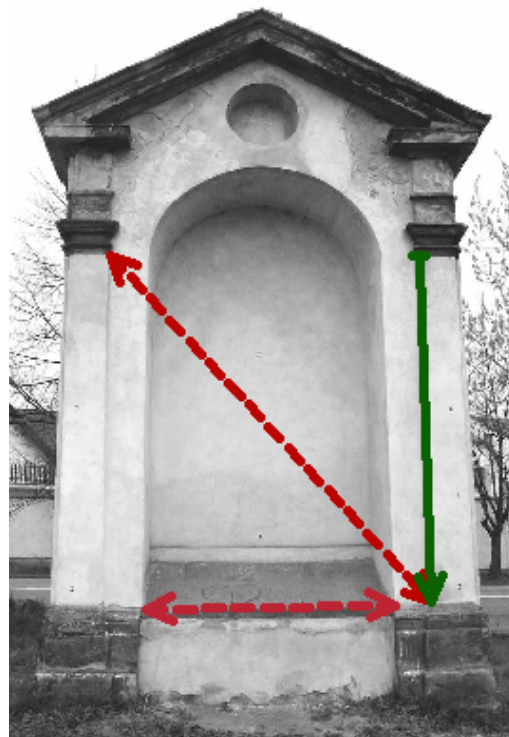


měřeno

$$AB = 1,80 \text{ m}$$

$$CD = 2,86 \text{ m}$$

$$ED = \text{svislice}$$



Je vhodné, když v náčrtu uvedeme také detaily či slovní popis zaměřených bodů.

Jako podklad pro náčrty můžeme použít přímo fotografie.

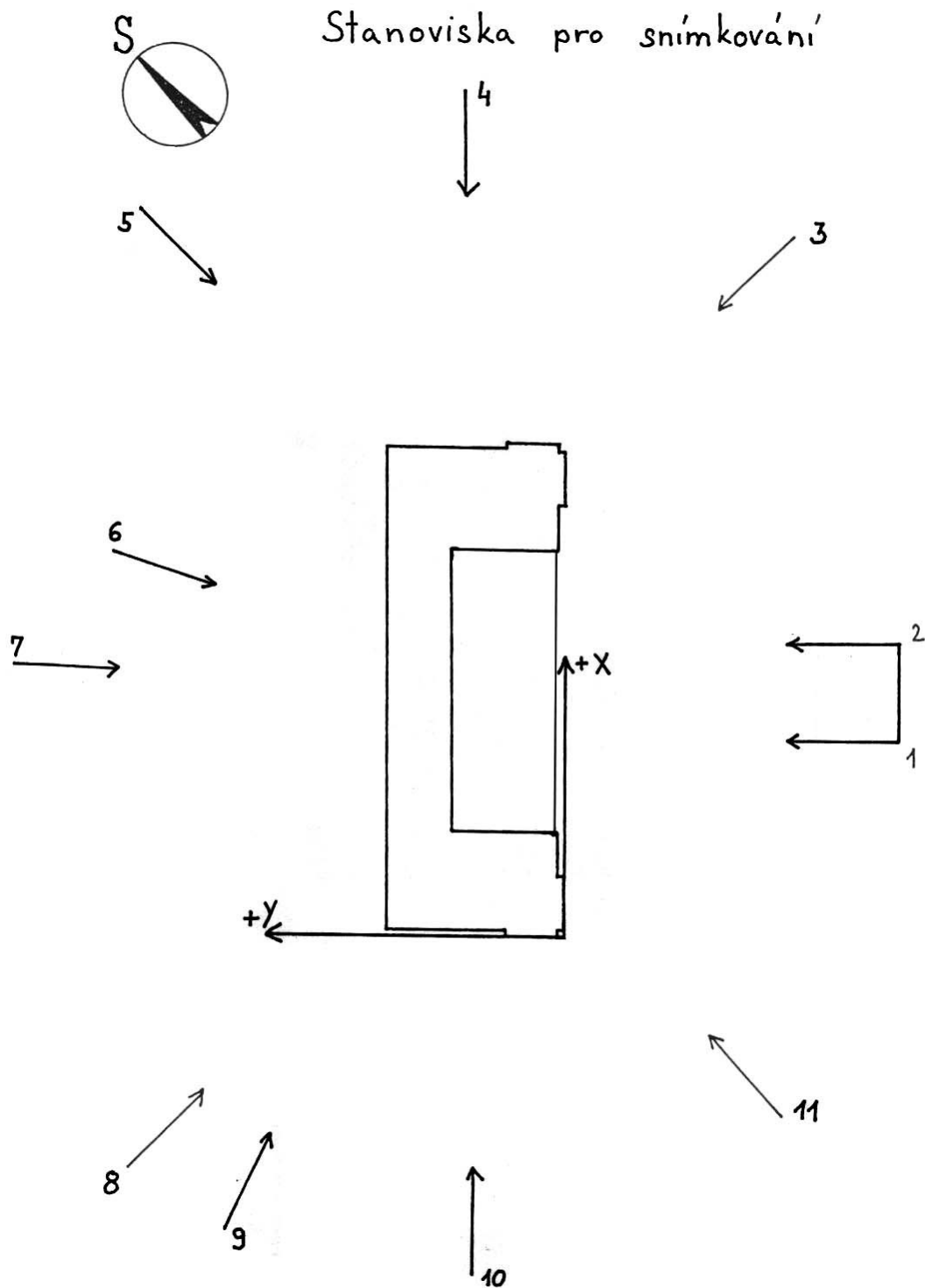


pozn.: vzhledem k velikosti objektu (cca 4,3 m na výšku) byla měřená délka

AB krátká, proto jsme změřili ještě další délku CD. Je doporučováno, aby alespoň jedna měřená délka pokryla minimálně $2/3$ nejdelšího rozměru objektu (zde tedy $2/3$ ze 4,2 m tj. minimálně 2,8 m).

Příloha 2

Vzorový projekt – náčrt situace při fotografování



pozn.: z náčrtu je patrné, že v tomto konkrétním případě bylo pořízeno více snímků, než je nebytně nutné. Snímky 1 a 2 tvoří stereodvojici.

Příloha 3

Vzorový projekt – pořízené snímky



1 – přední část I.



2 - přední část II.



3 – diagonální



4 – bok pravý



5 - diagonální



7 – zadní část



9 – diagonální



10 - bok levý



11 – diagonální

pozn.: jde o výběr snímků