

Публикувана към проекта : Технология за оценка на риска от наводнения за речен участък от р. Росица

## **Геодезически дейности при оценка на риска от наводнения**

Автор : Пламен Малджански

### **Резюме**

Разглеждат се въпроси относно организация и изпълнение на геодезически дейности при създаване и използването на цифров модел на терена за оценка на риска от наводнения. Предлага се методика за изпълнения и изисквания към пълнотата и начина на изпълнение.

### **Abstract**

Issues concerning the organization and execution of geodetic activities for the establishment and usage of digital terrain models to evaluate risks of floodings are being looked through. A methodology for performance and requirements for completeness and ways of implementation are being proposed.

Едно от изискванията за изготвяне и използване на хидроложки модели , необходими при оценка на риска от наводнения е създаването и използването на прецизен цифров модел на терена. Съществуват специфични особености при изготвяне на цифровите модели на релефа, необходими за оценка на риска от наводнения, както по отношение на изискванията за подробност и точност, така и по отношение на създаване и избор на подходяща методика. Накратко ще се бъдат описани възможните технологични схеми за създаване на цифрови модели и особеностите при тяхното прилагане.

Условно територията на речните басейни, за които трябва да бъде създаден цифровия модел може да бъде разделена на две части:

- Сухи територии
- Територии заети от водите в речното корито към момента на създаване на цифровия модел;

В сухите територии се намират и така наречените *заливни зони* (територии, които в момента на създаване на модела са сухи, но при високи водни количества могат да бъдат залети)

По отношение на сухите територии извесните методи за получаване на количествена информация за релефната повърхнина са:

- Дистанционни методи;
- Преки методи.

Към дистанционните се отнасят:

- Лазерното сканиране;
- Фотограметрични методи,
- към преките –геодезическото заснемане.

Съществуват комбинирани технологични схеми, съчетаващи двата основни метода.

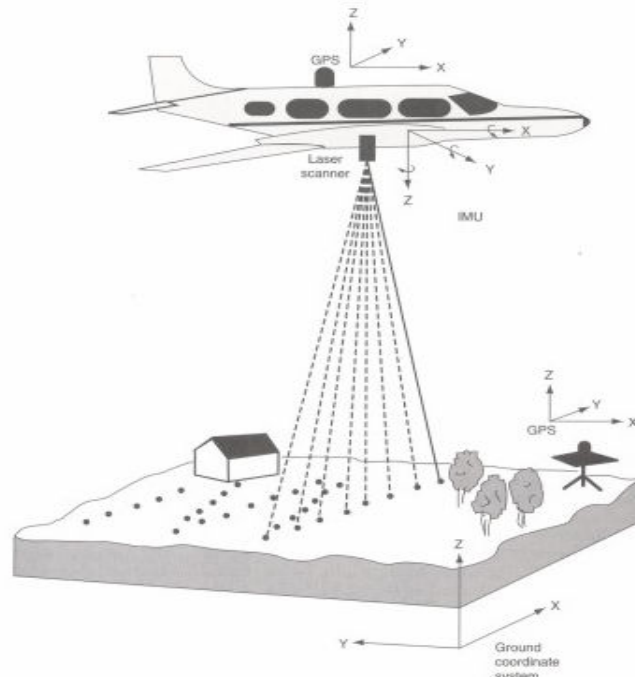
Цифровият модел на релефа (ЦМР) се явява дискретно (чрез ограничен брой елементи) представяне повърхнината на релефа. Като атрибути на елементите (примитивите ) се явяват координатите X,Y,Z на точки от тях. Повърхнината на релефа

се описва чрез елементарни площни елементи, наречени фасетки. Те могат да бъдат образувани от възлите на регулярна или нерегулярна мрежа от точки на моделната повърхнина. Обикновено за аналитичното представяне на точките от повърхнината на терена се използва функция, наречена прогнозна (предсказна). Най-често тя се представя във вида (1) и (2) :

$$Z = F(X, Y) \tag{1}$$

$$Z = a_{00} + a_{10}X + a_{01}Y + a_{20}X^2 + a_{02}Y^2 + a_{11}XY + \dots \tag{2}$$

Лазерното сканиране е един съвременен метод (фиг.1) за получаване на точна и подробна информация за релефната повърхнина в сравнително кратки срокове. Обикновено лазерният скенер се разполага на ниско летящи носители на апаратура (самолети, въртолети) и при сканирането на обекта се регистрира както положението на снимачния лъч за всяка точка от обследвания обект, така и изменението в електромагнитния спектър в резултат на отразения лъч.



(фиг.1)

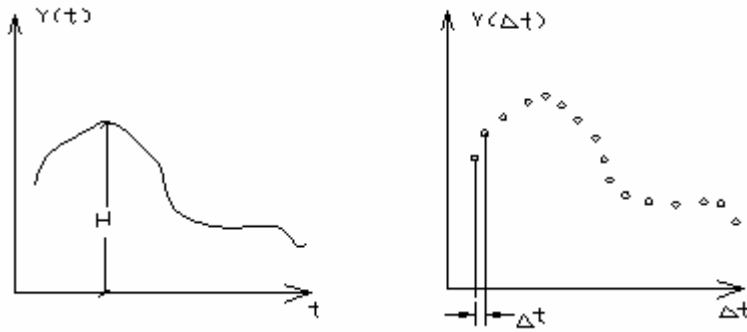
Възможността да се позиционира и контролира попадението на сканиращият лъч на малки разстояния и малката дължина на вълната прави метода прецизен и позволяващ в кратки срокове заснемане на големи територии.

Основна предпоставка за точността на цифровия модел е изискването гъстотата (апертурата) на заснетите точки да изпълнява изискването (3)

$$\Delta t \leq H, \text{ където} \tag{3}$$

$\Delta t$  е гъстотата (апертурата) на заснемане;

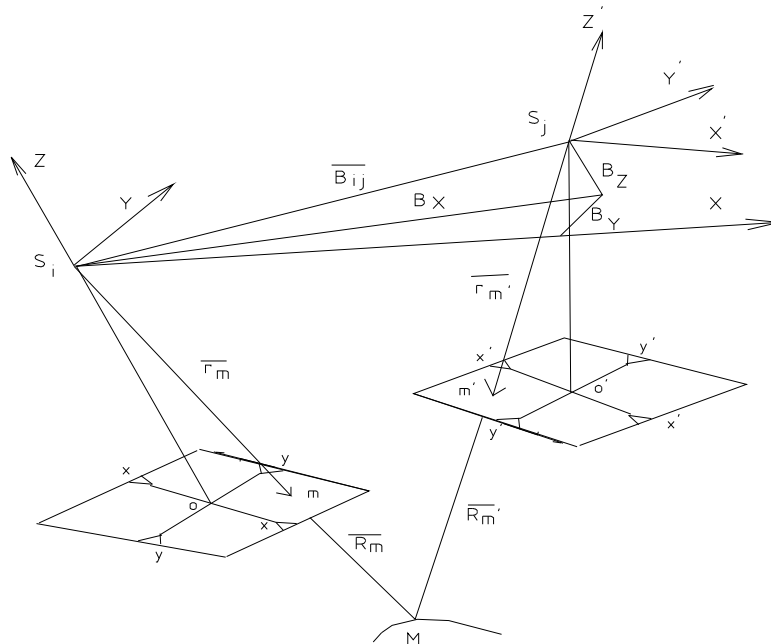
$H$  е относителната височина на релефната форма (фиг.3)



(фиг.2)

Практически при лазерното сканиране изискването (3) се изпълнява сравнително лесно, което осигурява хомогенност на данните, необходими за създаване на цифровия модел на релефа.

Фотограметричните методи използват най-често метода на стереокартиране (фиг.3)



(фиг.3)

От две изображения имаме обща застъпена част (стереомодел), чрез връзката между образни и пространствени координати и ЕВО (елементи на външното ориентитране) могат да се определят пространствените координати на точки от модела (4)

$$x_1 - x_0 = -f \frac{a_1(X - X_{S_1}) + b_1(Y - Y_{S_1}) + c_1(Z - Z_{S_1})}{a_3(X - X_{S_1}) + b_3(Y - Y_{S_1}) + c_3(Z - Z_{S_1})}$$

$$y_1 - y_0 = -f \frac{a_2(X - X_{S_1}) + b_2(Y - Y_{S_1}) + c_2(Z - Z_{S_1})}{a_3(X - X_{S_1}) + b_3(Y - Y_{S_1}) + c_3(Z - Z_{S_1})}, \text{където} \quad (4)$$

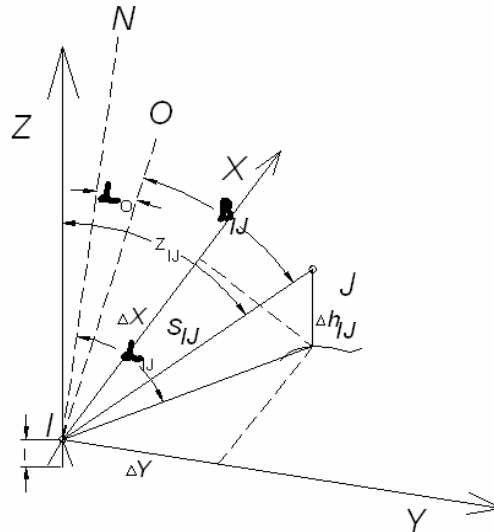
$$x_2 - x_0 = -f \frac{a_1(X - X_{S_2}) + b_1(Y - Y_{S_2}) + c_1(Z - Z_{S_2})}{a_3(X - X_{S_2}) + b_3(Y - Y_{S_2}) + c_3(Z - Z_{S_2})}$$

$$y_2 - y_0 = -f \frac{a_2(X - X_{S_2}) + b_2(Y - Y_{S_2}) + c_2(Z - Z_{S_2})}{a_3(X - X_{S_2}) + b_3(Y - Y_{S_2}) + c_3(Z - Z_{S_2})}$$

$x_1, y_1, x_2, y_2$  са образните координати,  $x_0, y_0, f$  са елементите на вътрешното ориентиране,  $X_{S_1}, Y_{S_1}, Z_{S_1}, X_{S_2}, Y_{S_2}, Z_{S_2}$  координати на проекционните центрове,  $a_1 \rightarrow a_3, b_1 \rightarrow b_3, c_1 \rightarrow c_3$  коефициенти на ротационната матрица, а  $X, Y, Z$  - пространствени координати. Получаването на данни за релефа може да стане по два начина:

- чрез стереонаблюдение и картиране, при което данните за релефа се получават чрез позициониране с мерна марка върху характерни точки от повърхнината;
- чрез автоматично извличане на данни за теренната повърхнина. При този метод се използват така наречените епиполарни изображения (изображения, формирани без вертикален паралакс и използвайки елементи от епиполарната геометрия). Автоматично се извличат данни за повърхнината като чрез корелатор се определя позицията на втория образ при изпълнено взаимно ориентиране и даден първи образ на точка от модела.

Преките методи се състоят в извършване на преки геодезически измервания на хоризонтални посоки, разстояния и зенитни ъгли. (фиг.4)



(фиг.4)

Те се използват за определяне координатите на подробни точки, от които се построява цифровия модел на релефа. Тази технология изисква поддържането на мрежа от опорни точки, от които се извършват преките измервания.

Координатите на подробните точки се получават по формули (5)

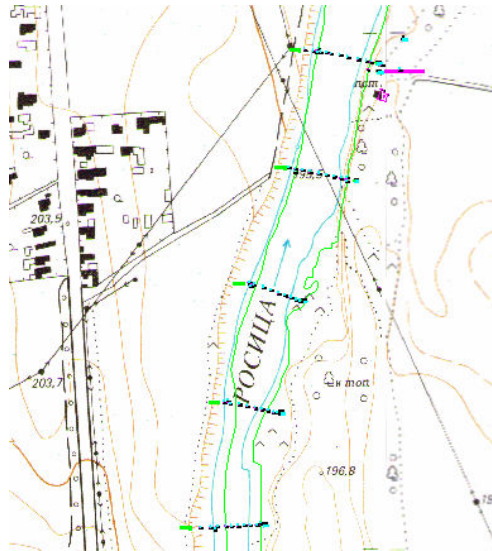
$$X_J = X_I + S_{IJ} \cos \alpha_{IJ} \quad (5)$$

$$Y_J = Y_I + S_{IJ} \sin \alpha_{IJ}$$

$$Z_J = Z_I + \Delta h_{IJ}, \text{ където}$$

$\alpha_{IJ} = \alpha_{IJ}(R, O)$  ( $\alpha_{IJ}$  - посочен ъгъл;  $R$  - измерена хоризонтална посока от  $I$  към  $J$ ;  $O$  - ориентировъчно неизвестно за станцията;  $\Delta h = S_{IJ} c \tan Z + I - T$ ;  $\Delta h$  - превишение;  $Z$  - зенитен ъгъл;  $I$  - височина на инструмента;  $T$  - височина на сигнала.

При заснемане на териториите, заети от водното течение е подходящо да се използва метода на профилите (фиг.5)



(фиг.5)

Той се състои в трасиране на профили, перпендикулярни на течението на реката и чрез пряко геодезическо заснемане определяне на пространствените координати на подробните точки от профила. По течението на реката трябва да бъдат заснети още всички хидротехнически съоръжения. Подходяща методика на кодиране на данните и начините на заснемане са възприети от фирма “ ”. Методиката на заснемане се състои във въвеждане на подходяща структура на номера на заснетата точка от профила, чрез която се проследява както принадлежността на точката към равнината на профила, така и това дали точката е от съоръжение (мост, воден отток и др.) (фиг.6)

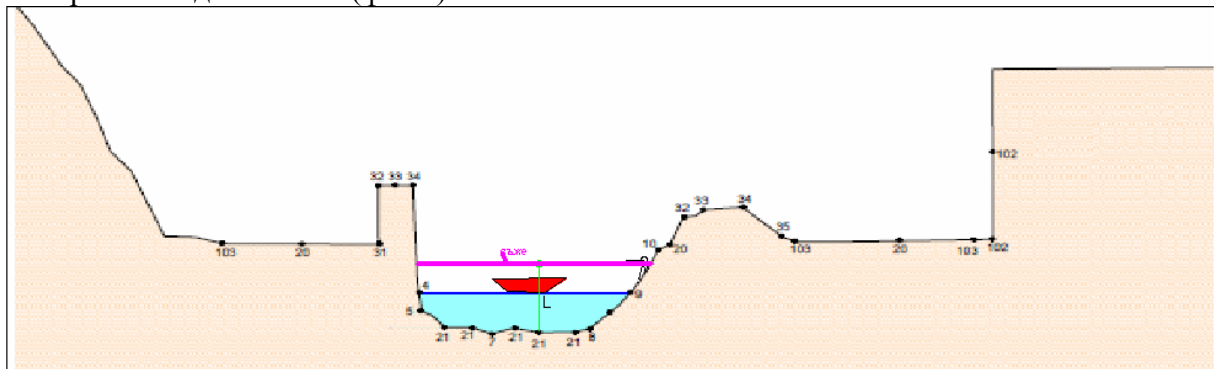
**XXYYZPPP** -структура на номера на точка от заснемане в профила

XX-номер на профил; YY-пореден номер на точка от профила; Z-принадлежност към равнина; PPP-код на точката;

(фиг.6)

Приетият начин на кодиране позволява да се автоматизират процесите по изчертаване на профилите и оттам получаване на данни за речното дъно.

Където има големи дълбочини при измерването на точки от профила за речното дъно се използва лодка и измерването може да се реализира с *ехолот* или друг уред за измерване на дълбочини (фиг.7).



(фиг.7)

Между двата бряга се опъва въже, което гарантира движението на лодката в профила. Измерва се дълбочината от въжето до дъното и тя се явява височина на сигнала при геодезическото заснемане.

Описаните технологични процеси са експериментирани при заснемане на речното корито на р.Росица. За сухите територии са използване ЕТК М 1:5000 (четири картни листа) и кадастрални листове М 1:500 с подробно заснет речен кадастър. Речното дъно е заснето по метода на профилите. Допълнително са заснени част от заливните територии, съоразенията по реката и ХМС станция. Резултатите от 42 профила и всички допълнителни данни за релефа са използвани за създаване на цифров модел на водосборния басейн на р.Росица.

Получените резултати и проведени експерименти позволяват да се направи извода, че предлаганите технологични схеми позволяват да се създаде достатъчно подробен модел на релефа. Той може успешно да се използва за създаване на карти и ортофотопланове на речните басейни, които от своя страна да намерят приложение при визуализации създаване на тематични карти, отразяващи разпространението на наводнения.

#### **Литература:**

**Малджански,Пл.**, Използване на системата Imagine-ERDAS за създаване на Цифров модел на релефа(ЦМР) и мултимедийни приложения, International symposium "Modern technologies, education and professional practice in the globalizing world ",2003.

**Малджански,Пл.**, Организация на данни засъздаване на ЦМР, учебник-записки ,UASG,2000

**Малджански,Пл.**, Методи за кодиране на информацията при контрол и тест на геодезически данни ,from direct survey, Jubilee scientific conference UASG, 2002

**Axel Hildebrand** (1996) A Homogenous Approach from Image Processing in Virtual Reality, Eurographics'96 Tutorial,Fraunhofer IGD, Germany

**Efford N.**, Digital Image Processing: A Practical Introduction Using Java, Pearson Education Limited 2000.