



Получена: 29.12.2022 г.

Приета: 30.03.2023 г.

АВТОМАТИЗИРАНЕ НА ПРОЦЕСА ПРИ ИЗРАБОТВАНЕ НА КАРТОГРАМА НА ЗЕМНИТЕ МАСИ

М. Генчев¹

Ключови думи: картограма, земни маси, количествени сметки, автоматизиране, вертикално планиране

РЕЗЮМЕ

В статията са разгледани общите принципи при изработване на картограма на земните маси, както и обхватът, целите и важността на картограмата в инвестиционното проектиране. Обръща се внимание на количествената сметка, нейното значение и нужди от информацията, която предоставя. Анализирани са различните методи за изработване на картограма на земните маси и техните предимства и недостатъци при различни проекти. Засегната е точността при изработване на картограмата на земните маси. Представен е съвременен, към този момент, метод за автоматизиране на процеса за изработване на картограма на земните маси и количествена сметка.

1. Въведение

Картограмата на земните маси е неизменен елемент от част „геодезическа“ в инвестиционното проектиране. Заедно с количествената сметка, тя носи информация за необходимите изкопно-насипни работи при строително-монтажните дейности. При изработването на картограма на земните маси поради големината на обекта понякога са необходими голям брой еднотипни математически операции за изчисляване на обема земни маси и изработването на количествена сметка.

По тази причина е разгледан метод за автоматизиране на процеса на изработване на картограма на земните маси и съпътстващата я количествена сметка.

¹ Мариян Генчев, ас. инж., кат. „Приложна геодезия“, УАСГ, бул. „Хр. Смирненски“ №1, 1046 София, e-mail: mgenchev_fgs@uacg.bg

2. Общи принципи и методи при изработване на картограма на земните маси

2.1. Общи принципи

Картограмата на земните маси представя земните работи след изработване на проект за вертикално планиране.

Според Наредба № 4 от 21 май 2001 г. за Обхвата и съдържанието на инвестиционните проекти, влязла в сила от 05 юли 2001 г., картограмата на земните маси е един от чертежите, които се изискват в част „геодезическа“ на техническия проект.

След избирането на метода, който ще се използва за изработване на картограмата, от теренната и проектната повърхнина се определят котите на върховете. Връх е всяка чупка на квадрат или фигура. Те получават и номер, като номерата са последователни, не повтарящи се арабски цифри. Изчислява се работната кота по формула (1), като се взима предвид и дебелината на настилката, която ще се положи при изпълнение на строително-монтажните дейности.

$$h_{p_i} = H_i^{\Pi} - H_i^T - h^k, \quad (1)$$

където h_{p_i} е работна кота;

H_i^{Π} – проектна кота;

H_i^T – теренна кота;

h^k – дебелина на настилката.

Определя се нулевата линия, която разделя изкопните и насипните работи. Тя се изобразява с червена пунктирна линия, като при всяка чупка се отбелязва работна кота „0“. Всеки квадрат (или фигура) се номерира и се определя площта му по аналитичен или графичен метод. При втория метод се използват различни графични редактори, което го прави по-бърз, по-практичен и съответно по-популярен. Чрез площта на фигурата и средната работна кота се изчислява обемът земни работи по формула (2)

$$V = S h_{cp}, \quad (2)$$

където V е обемът земни работи в m^3 ;

S – площта на квадрата в m^2 ;

h_{cp} – средна работна кота в m .

Като последна стъпка насипите се щриховат с жълт, а изкопите с червен цвят.

2.2. Методи за изработване на картограма на земните маси

Картограмата на земните маси може да се изработи по три различни метода:

- чрез квадратна мрежа;
- чрез фигури;
- чрез профили.

В тази статия ще се разгледат първите два метода и тяхната автоматизация.

2.2.1. Чрез квадратна мрежа

Този метод е най-често използван за площни обекти с приблизително квадратни или правоъгълни форми, тъй като се изчертава скара с квадрати или правоъгълници, започващи от горния ляв ъгъл на обекта. В източната (дясната) и южната (долната) част на обекта се получават по-малки фигури.

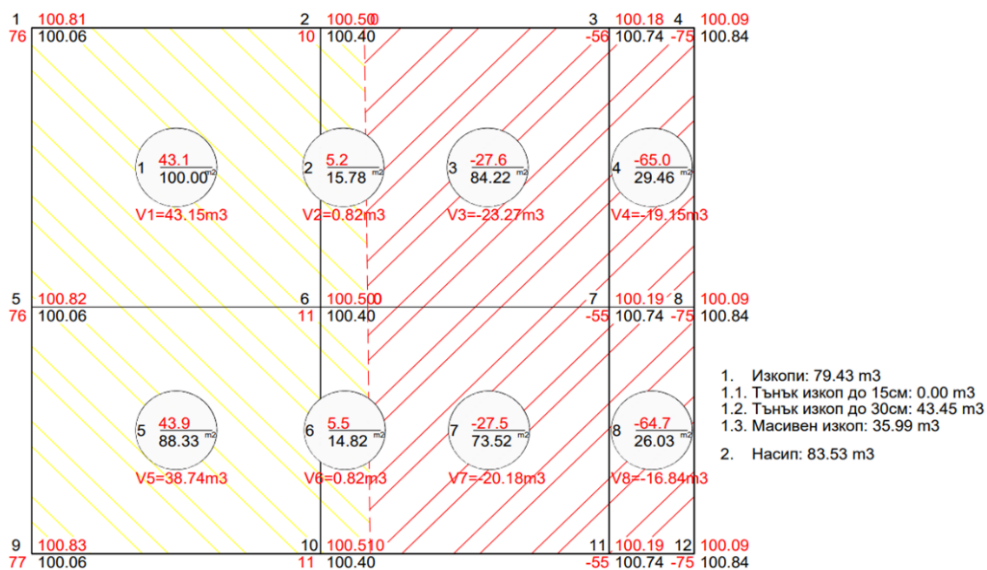
Както е описано в т. 2.1 на всеки връх (точка) се определят и надписват теренна и проектна коти, след което се изчислява работната кота по формула (1).

Всеки квадрат се номерира, а ако е разделен на части, от нулева линия (линии) номерацията се допълва с малки букви (1а, 1б и т.н.). Изчислява се средната работна кота и площта на всяка фигура; при разделение от „нулева линия“ се определят за всяка от подфигурите. След определянето на средната работна кота и площта се изчислява обемът земни работи по формула (2).

Възможно е използването на изкопните земни маси за насип във вътрешно-кварталните пространства, при големи инвестиционни проекти в урбанизирани територии. При по-голямо количество изкопи се налага депониране на материала в специализирани депа.

В легендата или близо до обекта на чертежа се поставя информация за общия обем насип и изкоп, като изкопите се разделят на три категории – тънък изкоп до 15 см, тънък изкоп до 50 см и масивен изкоп. Това категоризиране се прави с цел определяне на необходимата механизация при изкопните работи.

На фиг. 1 е показана картограма на земните маси чрез план-квадратна мрежа.



Фиг. 1. Картограма на земните маси чрез план-квадратна мрежа

2.2.2. Чрез фигури

Този метод се налага поради възможността за по-лесно определяне на обема земни работи на различни по форма и настилка обекти в урбанизирани територии. Използването на този метод нараства поради възможността за графично определяне на площи и изчертаване на фигури чрез различни програмни продукти.

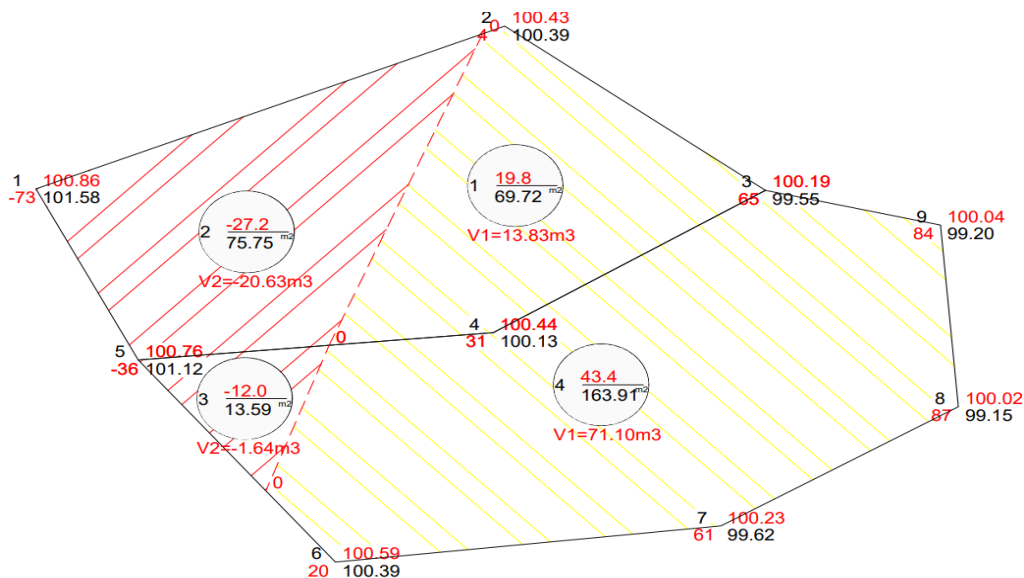
Редът на работа е сходен с метода на квадратната мрежа, с разликата, че тук фигурите са многоъгълници с неправилна форма. Всяка фигура може да е с различна форма, площ и брой върхове, като в някои случаи един връх може да има няколко различни работни коти. Причината за това е дебелината на настилката. Например ако една точка е обща за тротоар, зелена площ и детска площадка, то тя ще има три различни работни коти, отговарящи на трите различни настилки. Задължително се показват всички работни коти на всеки връх от фигурата. Работната кота се изчислява по формула (1).

След изчисляване на работните коти се номерират фигурите, като ако в една фигура има изкопни и насипни работи, то тя се разделя с „нулева линия“, като при наличието на такава в дадена фигура, фигурата се разделя на подфигури.

Определя се площта ѝ, като отново, ако е разделена с „нулева линия“, се определя площта на подфигурите и се изчислява обемът земни работи по формула (2). Щриховат се изкопите и насипите, съответно с червен и жълт цвят.

По сходен начин с метода на план-квадратната мрежа се показва общият обем насипи и изкопи, като отново изкопите се разделят в три категории.

На фиг. 2 е показана картограма на земните маси по фигури.



Фиг. 2. Картограма на земните маси по фигури

3. Количествената сметка

Количествената сметка на земните маси, също наричана „Ведомост“ е неотлъчна част от картограмата на земните маси. Самата количествена сметка носи информация както за самия обект, така и за фигурите – техните номера, средни работни коти, площ и обем земни работи. Количествената сметка се изработва за картограмата на земните маси, без значение от използвания метод. Посредством нея се изчислява и количествено-стойностната сметка. Определя се необходима ли е механизация за земните работи, а при по-големи инфраструктурни обекти количеството механизация за навременното изпълнение (полагане или отнемане) на земните маси.

Изкопите се разделят в три групи, тъй като изкопните работи до 0,15 m могат да се извършват и ръчно, докато тези до 0,50 m се извършват с приблизително съотношение 40 % ръчно и 60 % механизирани. Масивните изкопи с дебелина над 0,50 m се извършват съответно до 15 % ръчно и 85 % механизирани, като тези съотношения са приблизителни и варират според вида на почвата и скалите. Насипите се извършват главно с механизация, по тази причина не се разделят, рядко се извършват ръчни насипи.

Отново с помощта на количествената сметка се изчислява ще има ли нужда от депониране на земни маси или закупуването на такива за насип.

Във ведомостта се отразяват и линейните обекти, като бордюри, скрити бордюри и стъпала, като се показва тяхната дължина в метри.

На фиг. 3 е представена количествена сметка.

Приложение №...
ВЕДОМОСТ
За изчисление на земни маси

№ на фигурата	Средна работна кота [cm]	Площ [m ²]	Обем на насипа [m ³]	Обем на изкопа [m ³]
1	61.7	25	15.43	
2	28.9	25	7.23	
3	6.3	9.55	0.6	
4	-10.1	15.45		1.57
5	-36.7	25		9.17
6	-56.5	5.23		2.95
7	62.1	25	15.52	
8	29.3	25	7.32	
9	6.4	9.83	0.63	
10	-9.9	15.17		1.51
11	-36.3	25		9.07

При изчисленията е взет предвид хумусният слой с дебелина 10 см

Изчислил:.....
/инж. Име Фамилия /

Проверил:.....
/инж. Име Фамилия /

Фиг. 3. Количествена сметка

4. Автоматизиране на процеса

За автоматизиране на процеса на изработване на картограма на земните маси по методите на квадратите и на фигурите, както и за автоматично изчисляване на количествената сметка е използван програмният език LISP, в частност неговите диалектни езици AutoLISP и Visual Lisp. Те са създадени специално за Autodesk CAD package, част от програмните продукти в него са AutoCAD map 3D, AutoCAD Architecture, AutoCAD Civil 3D, AutoCAD LT и др. Чрез тях могат да се извършват различни манипулации на софтуера, като корекция на вече съществуващи команди, създаване на нови команди, блокове, слоеве и други. За автоматизация на процеса за изработване на картограма на земните маси са нужни две повърхнини (surfaces), като едната представлява теренната, а другата проектната повърхнина на обекта.

4.1. Автоматизиране на метода на план-квадратната мрежа

Разработената функция за автоматизиране на процеса съдържа поредица от команди, които се извършват в следната последователност. Задаване на мащаб за оформяне на чертежите, след което се селектира обхватът на обекта. Задават се параметри на фигурите – дължина, ширина и дебелина на хумусния слой.

План-квадратната мрежа се изчертава автоматично с помощта на зададените параметри. На всеки връх се вмъква дефиниран в самия код блок, включващ номер на точка, теренна, проектна и работна кота. Изчертава се нулева линия с червен цвят и пунктирна линия. За всяка фигура се изчислява средна работна кота, площ и обем земни работи, които се визуализират отново чрез дефиниран в кода блок. Блоковете се имплементират автоматично в данните на чертежа. Всяка фигура се шрихова съответно с жълто за насип и с червено за изкоп. Всеки елемент се намира в отредения му слой. На фиг. 1 е представен крайният продукт.

Последната стъпка е посочване на местоположение за вмъкване на информация от общата сума насип и изкоп – разделен по класове.

4.2. Автоматизиране на метода чрез фигури

След стартиране на програмата се задава мащаб и дебелина на хумусния слой. Фигурите се създават от потребителя, който посочва техните върхове. За всеки връх се вмъква блок с номер на точката, теренна, проектна и работна кота. След затваряне на фигура потребителят ръчно въвежда номера ѝ, автоматично се попълват площта, средната работна кота и обемът земни работи.

Финалната стъпка, отново сходна с предходния метод, е посочване на местоположение за вмъкване на информация от общата сума насип и изкоп – разделен по класове.

Крайният резултат е представен на фиг. 2.

4.3. Автоматизиране на процеса за изработване на количествена сметка

Тази команда може да се използва и за двата вида картограми. След стартиране на командата излиза прозорец, в който се посочва местоположението, където потребителят желае да запази файл, който съдържа количествената сметка, оформена съгласно Инструкция за изработване, прилагане и поддържане на планове за вертикално планиране, София, 1998 г. Файлът се запаметява на избраното място с разширение *.csv.

Потребителят има възможност да избере дали във ведомостта да се включат всички фигури или само определени. Крайният резултат е представен на фиг. 3.

5. Заключение

Автоматизирането на работния процес има много положителни страни – спестява време, намаля вероятността за човешка грешка при изчертаването, изчислението или пренасянето на информация. По този начин се повишава продуктивността, което води до възможността за увеличаване на обема работа, която може да се извърши.

ЛИТЕРАТУРА

1. Instruktsia za izrabotvane, prilagane i poddarzhane na planove za vertikalno planirane. Sofia, 1998g.
2. Naredba № 4 ot 21 may 2001g. za obhvata i sadarzhaniето na investitsionnite proekti.
3. *Dimitrova, R.* Vertikalno Planirane. Sofia, 2016, ISBN 978-619-7084-25-2.

AUTOMATING THE EARTHWORK PLAN PROCESS

M. Genchev¹

Keywords: *earthwork plan, earthwork, quantitative account, automating*

ABSTRACT

The paper considers general principles for earthwork plans, as well as the scope, objectives and importance of the earthwork plan in investment projects. Attention is paid to the quantitative account, its meaning and needs for the information it provides. The different methods for creating earthwork plan, their advantages and disadvantages in different projects are analyzed. The accuracy when creating earthwork plan is pointed out. An up-to-date method for automating the process of creating earthwork plan and a quantitative account are presented.

¹ Mariyan Genchev, Assist. Prof. Eng., Dept. "Applied Geodesy", UACEG, 1 H. Smirnenki Blvd., Sofia 1046, e-mail: mgenchev_fgs@uacg.bg