

TỈ LỆ VÀ ĐỘ CHÍNH XÁC CỦA BẢN ĐỒ SỐ PHỤC VỤ QUY HOẠCH VÀ THIẾT KẾ CÔNG TRÌNH

Vũ Văn Thặng^{a,*}

^a*Khoa Xây dựng Cầu đường, Trường Đại học Xây dựng,
55 đường Giải Phóng, quận Hai Bà Trưng, Hà Nội, Việt Nam*

Nhận ngày 18/05/2018, Sửa xong 14/06/2018, Chấp nhận đăng 28/09/2018

Tóm tắt

Hiện nay bản đồ giấy dần được thay thế bởi bản đồ số trong quy hoạch thiết kế các khu đô thị, khu công nghiệp và nhiều công tác khác. Bản đồ giấy truyền thống và bản đồ số đều có đặc trưng kỹ thuật cơ bản đó là tỉ lệ của bản đồ. Bài báo khảo sát, phân tích hai đặc trưng cơ bản là độ chính xác và mức độ khái quát hóa địa hình, địa vật phụ thuộc theo tỉ lệ của bản đồ. Khảo sát, phân tích sai số xác định điểm, đoạn thẳng, diện tích, thể tích phụ thuộc theo tỉ lệ bản đồ. Khảo sát, phân tích mật độ điểm theo tỉ lệ của bản đồ, chỉ ra sự khác nhau của bản đồ và sơ đồ được phóng to khi hiển thị trên màn hình. Phân tích, làm rõ các điểm giống nhau, khác nhau trong quá trình thành lập, sử dụng bản đồ giấy và bản đồ số. Thông qua các khảo sát và phân tích, giúp chọn và sử dụng bản đồ số có tỉ lệ cần thiết, theo quy định, để các bài toán thiết kế, quy hoạch đảm bảo các yêu cầu kỹ thuật đặt ra.

Từ khoá: bản đồ số phục vụ quy hoạch; tỉ lệ của bản đồ số; độ chính xác của bản đồ; mật độ điểm và mức độ khái quát hóa trên bản đồ; độ phóng đại của bản đồ số.

SCALE AND ACCURACY OF DIGITAL MAP FOR PLANNING

Abstract

Nowadays, digital maps are gradually replacing paper maps in the planning of urban areas, industrial zones and many other works. Scale is a basic technical feature of both traditional paper maps and digital maps. This article showed the basic technical elements of digital maps depend on the scale. The paper analyzes the two basic characteristics: accuracy and degree of generalization depending on the scale of the map. In the article, the author surveyed, analyzed the precision of point estimate, also line, area, volume and the density of points depend on scale. The difference of the paper maps and the maps which is zoomed when displayed on the screen was indicated. The author compared the process of establishment and using paper maps with digital maps. Through these surveys and analyses, it's easier to select and use the necessary scale for digital maps, according to regulations, so that the problems of design and planning will meet the requirements set.

Keywords: digital map for planning; scale of the digital map; accuracy of map; density of points and degree of generalization of the map; zoom in/out the digital map.

[https://doi.org/10.31814/stce.nuce2018-12\(6\)-08](https://doi.org/10.31814/stce.nuce2018-12(6)-08) © 2018 Trường Đại học Xây dựng (NUCE)

1. Mở đầu

Bản đồ địa hình là tài liệu khảo sát địa hình, sử dụng trong quy hoạch, thiết kế các khu đô thị, khu công nghiệp và nhiều công tác khác. Bản đồ số ngày nay được sử dụng phổ biến hơn và dần thay thế bản đồ giấy truyền thống. Bản đồ giấy cũng như bản đồ số đều được đặc trưng bởi tỉ lệ bản đồ. Các

*Tác giả chính. Địa chỉ e-mail: vvt695@yahoo.com (Thặng, V. V.)

tham số kỹ thuật cơ bản của bản đồ phụ thuộc theo tỉ lệ là độ chính xác và mức độ khái quát hóa của địa hình, địa vật biểu diễn trên bản đồ. Bản đồ giấy và bản đồ số đều có tỉ lệ, các tham số kỹ thuật trên bản đồ đều phụ thuộc theo tỉ lệ. Khi đo vẽ, lưu trữ, sử dụng bản đồ giấy và bản đồ số có những điểm khác nhau phụ thuộc theo tỉ lệ. Độ chính xác của các nội dung cơ bản là điểm, đường thẳng, hướng của đường thẳng, diện tích, thể tích của địa vật biểu diễn trên bản đồ giấy cũng như bản đồ số đều phụ thuộc theo tỉ lệ. Mật độ điểm cần đo vẽ, hay mức độ khái quát hóa địa hình địa vật của bản đồ giấy hay bản đồ số cũng phụ thuộc theo tỉ lệ. Tuy nhiên khi biên vẽ, sử dụng bản đồ số có những điểm đặc trưng khác bản đồ giấy [1].

Nội dung bài báo là khảo sát mật độ điểm, độ chính xác của các yếu tố biểu diễn, phân tích điểm giống và khác nhau của bản đồ giấy cũng như bản đồ số phụ thuộc theo tỉ lệ phục vụ công tác quy hoạch và thiết kế công trình.

2. Mật độ điểm đo vẽ ngoài thực địa phụ thuộc theo tỉ lệ bản đồ

Bản đồ truyền thống được thể hiện trên mặt phẳng tờ giấy và thường gọi là bản đồ giấy. Đặc trưng kỹ thuật cơ bản của bản đồ là tỉ lệ bản đồ. Tỉ lệ bản đồ $1/M$ cơ bản được xác định trên cơ sở tỉ số giữa đoạn thẳng biểu diễn trên bản đồ s và giá trị thực S của nó ngoài thực địa, $1/M = s/S$. Tỉ lệ của bản đồ được đặc trưng bởi hai yếu tố cơ bản là độ chính xác vị trí điểm và mức độ khái quát hóa địa hình, địa vật. Trên bản đồ giấy các kí hiệu, ghi chú được biên vẽ trực quan theo kích thước quy định. Với bản đồ số các kí hiệu, ghi chú được biên vẽ theo đơn vị của phần mềm trên máy sao cho khi in ra theo đúng tỉ lệ của bản đồ, nhận được kết quả trên giấy tương tự như bản đồ giấy [2]. Tuy nhiên bản đồ số hiển thị trên màn hình máy tính có thể phóng to hay thu nhỏ tùy ý, giúp người sử dụng đọc bản đồ rõ hơn, nhưng hai yếu tố cơ bản của bản đồ phụ thuộc theo tỉ lệ là độ chính xác và mức độ khái quát hóa không thay đổi.

Bảng 1. Diện tích và mật độ điểm ngoài thực địa theo tỉ lệ bản đồ

TT	Nội dung	Đơn vị	Số tỉ lệ bản đồ M			
			500	1000	2000	5000
1	1 dm ² trên bản đồ tương ứng diện tích đo vẽ ngoài thực địa theo tỉ lệ	ha	0,25	1	4	25
2	1 dm ² trên bản đồ vẽ 25 điểm tương ứng mật độ điểm đo ngoài thực địa theo tỉ lệ	Điểm/ha	100	25	6	1
3	1 dm ² trên bản đồ vẽ 75 điểm tương ứng mật độ điểm đo ngoài thực địa theo tỉ lệ	Điểm/ha	300	75	19	3

Mức độ khái quát hóa địa hình, địa vật khi lập bản đồ phụ thuộc vào mật độ điểm chi tiết cần đo vẽ. Theo quy phạm, trên 1 dm² bản đồ cần đo vẽ 25 đến 75 điểm chi tiết, tùy thuộc mức độ chia cắt của địa hình và mật độ địa vật ngoài thực địa [3]. Với mật độ điểm ở trên, 1 ha ngoài thực địa số lượng điểm cần đo phụ thuộc theo tỉ lệ bản đồ thể hiện ở Bảng 1. Nếu biên vẽ địa hình, địa vật và ghi chú trên bản đồ có mật độ tương ứng với mật độ điểm đo vẽ theo quy phạm, xác định được mật độ điểm biên vẽ trên bản tương ứng với 1ha ngoài thực địa theo tỉ lệ [3].

Với cùng một mật độ điểm trên 1 dm² bản đồ theo quy định của quy phạm, nhưng mật độ điểm trên 1 ha ngoài thực địa rất khác nhau, phụ thuộc theo tỉ lệ bản đồ cần lập.

3. Độ chính xác của bản đồ theo tỉ lệ

3.1. Độ chính xác vị trí điểm và đoạn thẳng trên bản đồ giấy

Từ khả năng đọc của mắt người bình thường ở trên giấy là $m_{Đọc} = 0,1$ mm [2], sai số đọc bản đồ cho phép lấy là $m_D^{CP} = 2m_{Đọc} = 0,2$ mm. Sai số tương hỗ giữa 2 điểm chi tiết trên bản đồ cho phép là $(0,2 \div 0,4)$ mm [3]. Sai số vị trí điểm tương ứng ngoài thực địa tính theo sai số vị trí điểm cho phép m_D^{CP} và số tỉ lệ bản đồ M, $m_{TB}^{CP} = m_D^{CP} M$.

Nếu lấy độ chính xác vị trí biểu diễn điểm trên bản đồ cho phép là $m_D^{CP} = 0,2$ mm thì tương ứng với bản đồ tỉ lệ 1/500, 1/1000 và 1/2000 và 1/5000 có sai số vị trí điểm ngoài thực địa tương ứng biểu diễn trong Bảng 2. Tương ứng, trường hợp sai số cho phép trên bản đồ là 0,2 mm, 0,4 mm, 0,7 mm suy ra sai số tương ứng ngoài thực địa [3].

Bảng 2. Sai số xác định điểm và đoạn thẳng theo tỉ lệ của bản đồ

TT	Nội dung	Đơn vị	Số tỉ lệ bản đồ M			
			500	1000	2000	5000
1	Sai số 0,2 mm trên bản đồ tương ứng sai số ngoài thực địa theo tỉ lệ	m	0,10	0,20	0,40	1,00
2	Sai số 0,3 mm trên bản đồ tương ứng sai số ngoài thực địa theo tỉ lệ	m	0,15	0,30	0,60	1,50
3	Sai số 0,4 mm trên bản đồ tương ứng sai số ngoài thực địa theo tỉ lệ	m	0,20	0,40	0,80	2,00
4	Sai số 0,7 mm trên bản đồ tương ứng sai số ngoài thực địa theo tỉ lệ	m	0,35	0,70	1,40	3,50
5	Sai số đoạn thẳng 0,2 mm $\sqrt{2}$ tương ứng sai số ngoài thực địa theo tỉ lệ	m	0,14	0,28	0,56	1,40

3.2. Sai số xác định diện tích trên bản đồ giấy

Có nhiều phương pháp tích diện tích trên bản đồ khác nhau. Diện tích P của địa vật trên bản đồ, giới hạn bởi đa giác gồm n điểm, thường được tính theo tọa độ [2] bằng công thức:

$$2P = \sum_1^n Y_i(X_{i-1} - X_{i+1}) \quad (1)$$

trong đó X_i và Y_i là tọa độ điểm i của đa giác trên bản đồ; $i = 1 \div n$. Sai số xác định diện tích m_P tính theo công thức:

$$m_P = \frac{m_D}{2\sqrt{2}} \sqrt{\sum_1^n D_{i,i+2}^2} \quad (2)$$

trong đó $D_{i,i+2}$ là độ dài đường chéo từ một đỉnh, bỏ qua đỉnh gần nhất, nối đỉnh tiếp theo của đa giác. Sai số xác định diện tích có thể tính theo công thức gần đúng [4]:

$$m_P = m_D \sqrt{P'} \sqrt{\frac{1 + K^2}{2K}} \quad (3)$$

trong đó P' là diện tích gần đúng khu vực cần xác định, m_D là sai số xác định đường chéo; K là tỉ số giữa chiều dài và chiều rộng của khu vực.

Trong biểu thức (3) đại lượng $\sqrt{\frac{1+K^2}{2K}}$ nhỏ nhất khi $K = 1$. Do đó diện tích hình vuông hoặc tam giác có đáy bằng chiều cao được xác định diện tích chính xác nhất.

Các công thức tính sai số xác định diện tích cho thấy ngoài phụ thuộc vào độ chính xác vị trí điểm, còn phụ thuộc vào hình dạng khu vực và tỉ lệ bản đồ. Tuy nhiên nếu tính sai số diện tích theo tỉ lệ % thì tỉ lệ này không thay đổi theo tỉ lệ của bản đồ. Bảng 3 là kết quả khảo sát theo công thức (3) hình vuông có diện tích 1 dm² trên bản đồ.

Bảng 3. Sai số xác định diện tích theo tỉ lệ

TT	Nội dung	Đơn vị	Số tỉ lệ của bản đồ M			
			500	1000	2000	5000
1	Diện tích ngoài thực địa /1 dm ² bản đồ	m ²	2500	10000	40000	250000
2	Sai số xác định diện tích ngoài thực địa/1 dm ² bản đồ	m ²	5	20	80	500
3	Sai số xác định diện tích theo tỉ lệ phần trăm	%	0,2	0,2	0,2	0,2
4	Thể tích hình chóp $V_{i,i+1}$ có diện tích 1 dm ² trên bản đồ, độ dốc 2%, khoảng cao đều $h = 1$ m	m ³	1563	6250	25000	156250
5	Sai số tính thể tích hình chóp $V_{i,i+1}$ có diện tích 1 dm ² trên bản đồ, độ dốc 2%, khoảng cao đều $h = 1$ m	m ³	2,5	10	40	250
6	Sai số tính thể tích theo tỉ lệ %	%	0,2	0,20	0,20	0,20

3.3. Sai số xác định thể tích trên bản đồ giấy

Thể tích, hay khối lượng đào đắp có thể tính theo phương pháp lưới ô vuông hoặc đường đồng mức. Địa hình trên bản đồ thường biểu diễn theo 2 phương pháp là đường đồng mức và ghi chú độ cao [1]. Đối với bản đồ số, độ cao điểm bất kỳ trên bản đồ đều được phần mềm chuyên dụng xác định.

Địa hình trên bản đồ được thể hiện theo phương pháp cơ bản là đường đồng mức. Độ chính xác điểm độ cao đọc trên bản đồ phụ thuộc khoảng cao đều cơ bản h được chọn để biểu diễn địa hình. Sai số điểm độ cao m_H phụ thuộc và khoảng cao đều cơ bản h , $m_H = (1/4 \div 1/3)h$ [2]. Với khoảng cao đều cơ bản là 5 m, 2 m và 1 m thường sử dụng trong các bản đồ địa hình tỉ lệ lớn, nếu sai số $m_H = h/4$ thì sai số điểm độ cao tương ứng là 1,25 m, 0,5 m và 0,25 m.

Thể tích giới hạn bởi hai đường đồng mức liên kế thứ i và $i + 1$, tính theo công thức sau [2]:

$$V_i = \frac{(P_i + P_{i+1})}{2} h \quad (4)$$

trong đó P_i và P_{i+1} là diện tích giới hạn bởi đường đồng mức thứ i và $i + 1$, h là khoảng cao đều cơ bản.

Với sai số xác định độ cao theo đường đồng mức là m_H , khoảng cao đều cơ bản h là hằng số, sai số khoảng cao đều cơ bản h là m_h bằng không và sai số xác định diện tích m_P , tính được sai số xác định thể tích giữa đường đồng mức thứ i và $i + 1$ là [5]

$$m_{V_i} = \sqrt{\left(\frac{h}{2}\right)^2 m_{P_i}^2 + \left(\frac{h}{2}\right)^2 m_{P_{i+1}}^2 + \frac{(P_i + P_{i+1})}{2} m_h^2} \quad (5)$$

Cần lưu ý, trong công thức (5) khoảng cao h là hằng số; thể tích giữa hai đường đồng mức dưới cùng của phần đào đắp ảnh hưởng của sai số xác định độ cao bằng đường đồng mức $m_H = h/4$. Để nâng cao độ chính xác tính khối lượng đào đắp cần xác định cao độ đào đắp.

Sai số xác định thể tích phụ thuộc theo tỉ lệ và khoảng cao đều cơ bản, nhưng nếu tính theo tỉ lệ % thì sai số tính thể tích không phụ thuộc vào tỉ lệ bản đồ.

Bảng 4 là kết quả khảo sát khu vực 1 dm² trên bản đồ có độ dốc 2%, khoảng cao đều $h = 1$ m, giới hạn bởi 2 đường đồng mức thứ i và $i + 1$ của phần đào đắp.

Bảng 4. Sai số xác định diện tích theo tỉ lệ

TT	Nội dung	Đơn vị	Số tỉ lệ của bản đồ M			
			500	1000	2000	5000
1	Thể tích hình chóp $V_{i,i+1}$ có diện tích 1 dm ² trên bản đồ, độ dốc 2%, khoảng cao đều $h = 1$ m	m ³	1563	6250	25000	156250
2	Sai số tính thể tích hình chóp $V_{i,i+1}$ có diện tích 1 dm ² trên bản đồ, độ dốc 2%, khoảng cao đều $h = 1$ m	m ³	2,5	10	40	250
3	Sai số tính thể tích theo tỉ lệ %	%	0,2	0,20	0,20	0,20

Khảo sát thực nghiệm cho thấy xác định thể tích theo đường đồng mức ở khu vực địa hình phức tạp, độ dốc lớn phù hợp hơn các phương pháp khác [2].

4. Tỉ lệ và độ chính xác của bản đồ số

4.1. Đảm bảo độ chính xác lập bản đồ số theo tỉ lệ

Bản đồ địa hình tỉ lệ lớn sử dụng trong thiết kế, quy hoạch thường được đo vẽ trực tiếp. Độ chính xác đo khi lập bản đồ giấy và bản đồ số yêu cầu là tương đương nhau, nó phụ thuộc theo tỉ lệ cần lập của bản đồ. Sai số vẽ điểm chi tiết trên bản đồ giấy theo phương pháp truyền thống thường tương đương với sai số đo [1]. Trong vẽ bằng phần mềm chuyên dụng khi lập bản đồ số hầu như không có sai số vẽ bản đồ. Đây là sự khác nhau cơ bản khi lập bản đồ giấy và bản đồ số. Đường đồng mức khi lập bản đồ giấy và bản đồ số, độ chính xác phụ thuộc vào mật độ điểm và phương pháp nội suy là chủ yếu, hầu như không phụ thuộc vào loại bản đồ giấy hay số.

Biên tập bản đồ giấy thực hiện trực quan. Kích thước của kí hiệu, ghi chú là kích thước thực, được quy định trong quy phạm theo tỉ lệ bản đồ [6].

Biên tập bản đồ số rất khác bản đồ giấy, hình ảnh nhìn thấy của kí hiệu và ghi chú phụ thuộc vào độ phóng đại hiện thị trên màn hình. Kích thước biểu diễn của kí hiệu trên bản đồ số ngoài việc phụ thuộc vào kích thước của kí hiệu quy định trong quy phạm, còn phụ thuộc vào đơn vị của máy tính sử dụng và tỉ lệ bản đồ cần lập, để khi in ra giấy theo đúng tỉ lệ, nhận được kết quả như bản đồ giấy. Đây là đặc trưng cơ bản của bản đồ số khi biên vẽ cần lưu ý.

4.2. Sử dụng bản đồ số theo tỉ lệ

Bản đồ giấy và bản đồ số khi sử dụng đều xác định được các yếu tố như nhau, như vị trí điểm, độ dài đoạn thẳng, hướng của đường thẳng, diện tích, thể tích... với độ chính xác theo tỉ lệ lập bản đồ [2].

Bản đồ giấy có nhược điểm lớn khi lưu trữ, bảo quản. Khi sử dụng bản đồ giấy, sai số cơ giãn của giấy phụ thuộc rất nhiều vào chất liệu giấy, độ ẩm lớn môi trường. Sai số đọc trên bản đồ giấy lớn, thường tương đương với sai số lập bản đồ.

Sai số xác định các yếu tố trên bản đồ giấy và bản đồ số đều phụ thuộc vào tỉ lệ lập bản đồ và khoảng cao đều cơ bản, như đã trình bày ở trên.

Tuy nhiên bản đồ số ngoài việc khắc phục được một số nhược điểm của bản đồ giấy ở trên, khi sử dụng bản đồ số còn có các ưu điểm cơ bản khác như đọc các kí hiệu, ghi chú rõ hơn nhờ khả năng phóng to khi hiển thị trên màn hình. Khi xác định các tham số trên bản đồ số không có sai số đọc như khi sử dụng bản đồ giấy truyền thống. Đây có thể được xem là ưu điểm cơ bản của bản đồ số khi sử dụng, ngoài các ưu điểm khác như lưu trữ, làm nền cho các bản đồ chuyên dụng, khả năng tái sử dụng, bổ sung cập nhật biến động. . .

Như vậy không nên nhầm lẫn rằng, khi phóng to hay thu nhỏ bản đồ số trên màn hình máy tính thì độ chính xác và mức độ khái quát hóa biểu diễn các yếu tố trên bản đồ đó cũng tăng hoặc giảm theo. Ví dụ như khi phóng to từ bản đồ số 1/1000 lên gấp hai lần để hiển thị trên màn hình, hoặc in ra ở tỉ lệ 1/500 thì ta không thu được từ bản đồ có độ chính xác và mức độ khái quát hóa của bản đồ 1/500 mà chỉ có sơ đồ ở tỉ lệ 1/500 mà thôi [1].

5. Kết luận

Thông qua các kết quả nghiên cứu, khảo sát trình bày ở trên, bài báo muốn đưa ra nhận thức đúng về độ chính xác và mức độ khái quát hóa của bản đồ số địa hình đều phụ thuộc vào tỉ lệ của bản đồ. Chỉ ra ưu điểm, nhược điểm cũng như các đặc trưng giống nhau và khác nhau của bản đồ giấy truyền thống và bản đồ số thường dùng hiện nay. Khi thực hiện công tác quy hoạch cần chọn và sử dụng bản đồ số có tỉ lệ cần thiết, theo quy định, để các bài toán thiết kế, quy hoạch đảm bảo các yêu cầu kỹ thuật đặt ra.

Tài liệu tham khảo

- [1] Thặng, V. (2016). *Bài giảng cơ sở trắc địa công trình*. Đại học Xây dựng, Hà Nội.
- [2] Thặng, V. (2000). *Trắc địa quy hoạch đường và đô thị*. Nhà xuất bản Xây dựng, Hà Nội.
- [3] TCN 43-90 (1990). *Quy phạm đo vẽ bản đồ địa hình tỉ lệ 1/500, 1/1000, 1/2000 và 1/5000*. Cục đo đạc và bản đồ Nhà nước.
- [4] Thặng, V. (2016). *Trắc địa xây dựng thực hành*. Nhà xuất bản Xây dựng, Hà Nội.
- [5] Thặng, V. (2004). *Sai số và bình sai*. Nhà xuất bản Xây dựng, Hà Nội.
- [6] QCVN: 2012/BTNMT (2012). *Quy chuẩn quốc gia về chuẩn kĩ thuật thông tin địa lý cơ sở*.