

**BỘ TÀI NGUYÊN
VÀ MÔI TRƯỜNG****CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM
Độc lập - Tự do - Hạnh phúc**

Số: 39/2014/TT-BTNMT

Hà Nội, ngày 03 tháng 7 năm 2014

THÔNG TƯ
Quy định kỹ thuật thành lập mô hình số độ cao
bằng công nghệ bay quét LiDAR

Căn cứ Nghị định số 12/2002/NĐ-CP ngày 22 tháng 01 năm 2002 của Chính phủ về hoạt động đo đạc và bản đồ;

Căn cứ Nghị định số 21/2013/NĐ-CP ngày 04 tháng 3 năm 2013 của Chính phủ quy định chức năng, nhiệm vụ, quyền hạn và cơ cấu tổ chức của Bộ Tài nguyên và Môi trường;

Theo đề nghị của Cục trưởng Cục Đo đạc và Bản đồ Việt Nam, Vụ trưởng Vụ Pháp chế và Vụ trưởng Vụ Khoa học và Công nghệ;

Bộ trưởng Bộ Tài nguyên và Môi trường ban hành Thông tư quy định kỹ thuật thành lập mô hình số độ cao bằng công nghệ bay quét LiDAR.

Chương I
QUY ĐỊNH CHUNG**Điều 1. Phạm vi điều chỉnh**

Thông tư này quy định các yêu cầu kỹ thuật trong việc thành lập mô hình số độ cao bằng công nghệ bay quét LiDAR.

Trường hợp có yêu cầu kết hợp chụp ảnh số trong quá trình bay quét LiDAR, việc thành lập bình đồ ảnh số sẽ thực hiện theo quy định kỹ thuật tại Thông tư này.

Điều 2. Đối tượng áp dụng

Thông tư này áp dụng đối với các cơ quan quản lý nhà nước về đo đạc và bản đồ; các tổ chức, cá nhân hoạt động trong lĩnh vực đo đạc và bản đồ trên lãnh thổ nước Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam.

Điều 3. Giải thích từ ngữ

Trong Thông tư này, các từ ngữ dưới đây được hiểu như sau:

1. Laser (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation): là công nghệ/thiết bị khuếch đại ánh sáng bằng phát xạ kích thích.

2. LiDAR (Light Detection And Ranging): là công nghệ đo khoảng cách bằng tia laser.

3. DEM (Digital Elevation Model): là mô hình số độ cao, thể hiện độ cao của bề mặt địa hình.

4. DSM (Digital Surface Model): là mô hình số bề mặt, thể hiện lớp trên cùng của bề mặt trái đất nhìn được từ trên xuống.

5. Bình đồ ảnh số: là tên gọi chung của sản phẩm ảnh số đã được hiệu chỉnh ảnh hưởng do chênh cao địa hình, được định vị trong hệ tọa độ của bản đồ cần thành lập, được lấy mẫu lại phù hợp với tỷ lệ bản đồ cần thành lập, được cắt, ghép theo mảnh bản đồ và được đặt tên theo phiên hiệu của mảnh bản đồ tương ứng.

6. EGM2008 (Earth Gravitational Model 2008): là mô hình trọng lực Trái đất năm 2008 do Mỹ công bố, thường hay được gọi là mô hình geoid toàn cầu 2008.

7. IMU (Inertial Measurement Unit): là bộ đo quán tính, gồm cụm thiết bị đo gia tốc và góc xoay trong không gian.

8. GNSS (Global Navigation Satellite System): là tên dùng chung cho các hệ thống định vị toàn cầu sử dụng vệ tinh như GPS (Mỹ), hệ thống định vị Galileo (Liên minh châu Âu) và GLONASS (Liên bang Nga), Beidou (Trung Quốc)...

9. PDOP (Position Dilution Of Precision): là chỉ số suy giảm độ chính xác, thể hiện một chỉ số của độ chính xác định vị 3 chiều do kết quả của vị trí tương đối của các vệ tinh GPS/GNSS tương đối với một máy thu GPS/GNSS.

10. WGS-84 (World Geodetic System 1984): là hệ Trắc địa Thế giới 1984, bao gồm các số liệu về khung tham chiếu tọa độ Trái đất, ellipsoid tham chiếu, mặt geoid được Bộ Quốc phòng Mỹ công bố năm 1984.

11. GRID: là định dạng đặc biệt dùng để lưu trữ mô hình số độ cao và mô hình số bề mặt ở dạng lưới ô vuông, có thể ở dạng file mã nhị phân (binary), hoặc file mã ASCII (American Standard Code for Information Interchange - Mã chuẩn Mỹ về trao đổi thông tin).

12. GeoTIFF: là định dạng đặc biệt dùng để lưu trữ dữ liệu ảnh số kèm theo các thông tin định vị địa lý của tấm ảnh.

13. GNSS Base station: là trạm GNSS cơ sở, một máy thu GNSS đặt tại một điểm đã biết tọa độ chính xác, được sử dụng để phân phối thông tin cải chính cho các máy thu GNSS di động xung quanh với phạm vi nhất định trong các phép đo GNSS phân sai xử lý sau (Post Processing Differential GNSS) hoặc đo GNSS phân sai theo thời gian thực (Real Time DGNSS).

14. Point cloud: là đám mây điểm, tập hợp các điểm có tọa độ, độ cao được xác định qua quá trình xử lý dữ liệu quét laser.

15. Ground points: là lớp điểm mặt đất, bao gồm các điểm nằm trên bề mặt địa hình đã được loại bỏ các đối tượng lớp phủ bề mặt như: nhà, các công trình kiến trúc, thực phủ...

16. Non-ground points: là lớp điểm không phải mặt đất, bao gồm các điểm nằm trên bề mặt các đối tượng che phủ mặt đất khi nhìn từ trên xuống.

17. Metadata: là siêu dữ liệu, bao gồm những thông tin mô tả các đặc tính của dữ liệu như nội dung, định dạng, chất lượng, điều kiện và các đặc tính khác nhằm

chỉ dẫn về phương thức tiếp cận, cơ quan quản lý, địa chỉ truy cập, nơi lưu trữ, bảo quản dữ liệu.

18. LAS format: là định dạng thông dụng cho lưu trữ và chuyển đổi dữ liệu đám mây điểm laser.

19. Intensity: là cường độ phản hồi, được định nghĩa như tỷ số của độ mạnh của ánh sáng phản xạ và ánh sáng phát xạ, chịu ảnh hưởng chủ yếu bởi đặc tính phản xạ của các vật thể phản xạ.

20. Intensity image: là ảnh cường độ phản hồi, thể hiện tệp tin ảnh số lưu trữ cường độ của tia laser phản hồi được thu lại và mã hóa theo thang bậc độ xám.

21. First return: là tín hiệu phản hồi đầu tiên.

22. Last return: là tín hiệu phản hồi cuối cùng.

Chương II **QUY ĐỊNH KỸ THUẬT**

Điều 4. Cơ sở toán học của mô hình số độ cao

1. Mô hình số độ cao được thành lập theo Hệ quy chiếu và Hệ tọa độ quốc gia VN-2000, múi chiếu, kinh tuyến trục thực hiện theo quy định tại Thông tư số 973/2001/TT-TCĐC ngày 20 tháng 6 năm 2001 của Tổng cục Địa chính hướng dẫn áp dụng hệ quy chiếu và hệ tọa độ quốc gia VN-2000.

2. Hệ độ cao sử dụng trong việc xây dựng mô hình số độ cao là hệ độ cao quốc gia hiện hành.

3. Mô hình Geoid sử dụng là mô hình Geoid địa phương có độ chính xác cao nhất hiện có. Trường hợp khu đo chưa xây dựng được mô hình Geoid địa phương và phạm vi khu đo hẹp (khoảng 50km x 50km) được phép sử dụng mô hình Geoid toàn cầu EGM2008. Trường hợp khu đo chưa xây dựng được mô hình Geoid địa phương nhưng có phạm vi rộng hoặc ở khu vực vùng núi phải xây dựng mô hình Geoid địa phương chính xác cho khu vực đó. Phương án xây dựng mô hình Geoid địa phương phải được nêu rõ trong Thiết kế Kỹ thuật - Dự toán.

4. Mô hình số độ cao (DEM) được thành lập bằng công nghệ LiDAR được thể hiện dưới dạng lưới ô vuông (GRID) hoặc các định dạng khác tùy theo yêu cầu.

Điều 5. Quy trình thành lập mô hình số độ cao và bình đồ ảnh số bằng công nghệ bay quét LiDAR

Quy trình thành lập mô hình số độ cao và bình đồ ảnh số bằng công nghệ bay quét LiDAR gồm các bước công việc chính như sau:

Bước 1. Công tác chuẩn bị.

Bước 2. Bay quét LiDAR và chụp ảnh số.

Bước 3. Xử lý dữ liệu.

Bước 4. Thành lập mô hình số độ cao và bình đồ ảnh số.

Bước 5. Kiểm tra, nghiệm thu sản phẩm.

Bước 6. Giao nộp dữ liệu, sản phẩm.

Điều 6. Công tác chuẩn bị

1. Lập thiết kế bay quét: thực hiện theo quy định tại Điều 7 Thông tư này.
2. Chuẩn bị đầy đủ về các nguồn lực sẽ được huy động cho thực hiện nhiệm vụ, dự án.
3. Kiểm định, kiểm tra, lắp đặt hệ thống thiết bị:
 - a) Hệ thống thiết bị phải được bay kiểm định theo quy định của nhà sản xuất: chu kỳ thời gian, quy mô khu vực bay kiểm định, số lượng mốc, quy cách mốc, độ chính xác mặt phẳng, độ cao của các điểm mốc phục vụ cho bay kiểm định;
 - b) Công tác bay kiểm tra định kỳ theo mùa vụ, tối thiểu phải thực hiện 1 lần/năm;
 - c) Kiểm tra hệ thống thiết bị dưới mặt đất trước khi lắp đặt lên máy bay;
 - d) Lắp đặt và kiểm tra hệ thống thiết bị trước khi máy bay cất cánh.
4. Bố trí, đo nối các trạm GNSS Base station, các tổ trực thời tiết: thực hiện theo quy định tại Điều 8 Thông tư này.
5. Xây dựng các bãi chuẩn hiệu chỉnh: thực hiện theo quy định tại Điều 9 Thông tư này.

Điều 7. Lập thiết kế bay quét

1. Khu vực thi công của dự án thành lập mô hình số độ cao (gọi tắt là khu đo) được phân chia thành các phân khu để đảm bảo thuận lợi cho việc bố trí các trạm GNSS Base station và cho công tác bay quét LiDAR, chụp ảnh số.
2. Công tác thiết kế tuyến bay quét LiDAR và chụp ảnh số theo nguyên tắc cơ bản là phủ kín khu đo, đảm bảo độ chính xác và tiết kiệm kinh phí nhất.
3. Các thông tin cơ bản cần xác định khi thiết kế tuyến bay bao gồm: xác định ranh giới phân khu, độ cao bay, hướng bay, độ phủ cho các tuyến bay quét, tiêu cự máy ảnh, độ phủ dọc và độ phủ ngang cho công tác chụp ảnh, các tham số cài đặt cho các thiết bị bay quét và chụp ảnh số.
4. Được phép sử dụng các phần mềm chuyên dụng để thiết kế tuyến bay.
5. Việc thiết kế các tuyến bay bao gồm:
 - a) Các tuyến bay chính: độ phủ 2 tuyến quét LiDAR liền kề (phủ ngang) trung bình là 30%. Chụp ảnh số đảm bảo độ phủ dọc trung bình 60%, độ phủ ngang trung bình 30%. Phạm vi bay phải được phủ trùm ra ngoài ranh giới khu đo tối thiểu là 1/5 độ rộng tuyến bay. Hướng bay được lựa chọn phụ thuộc vào hình thể của khu đo, điều kiện địa hình, điều kiện không lưu sao cho thời gian bay là ngắn nhất;
 - b) Các tuyến bay chặn được thiết kế đảm bảo cắt qua các tuyến bay chính (ưu tiên vuông góc với hướng tuyến bay chính) nhằm phát hiện và làm giảm thiểu các sai số hệ thống, các sai số thô; đảm bảo giãn cách tối đa giữa các tuyến bay chặn là 50km.

6. Các thông số khác như độ cao bay, tốc độ bay, góc quét, tần số quét, độ rộng dải quét, mật độ điểm quét, phụ thuộc vào loại thiết bị LiDAR, loại máy bay, độ chính xác của DEM cần thành lập phải được trình bày trong Thiết kế Kỹ thuật - Dự toán.

Điều 8. Bố trí và đo nối trạm GNSS Base station và các tổ trực thời tiết

1. Mỗi phân khu phải được bố trí 2 trạm GNSS Base station. Khoảng cách từ trạm GNSS Base station đến các ranh giới bay quét không vượt quá 30 km, ưu tiên bố trí vị trí trạm GNSS Base station ở giữa khu đo. Các điểm chọn làm trạm GNSS Base station phải có độ chính xác về mặt phẳng và về độ cao cao hơn độ chính xác của DEM cần thành lập là 1,4 lần.

2. Trong quá trình bay quét LiDAR phải tiến hành đặt máy thu GNSS 2 tần số, thu tín hiệu liên tục tại các trạm GNSS Base station với tần suất thu tín hiệu 1 tín hiệu/1 giây trong suốt thời gian bay quét. Máy thu GNSS phải được bật và thu tín hiệu trước thời điểm máy bay nổ máy và chỉ được tắt sau khi máy bay dừng, theo lệnh của người phụ trách tổ trực bay.

3. Bố trí các tổ trực theo dõi thời tiết trong suốt thời gian thi công tại khu đo hoặc tại các phân khu để báo cáo thông tin kịp thời, có độ tin cậy cao về diễn biến thời tiết khu vực đó cho người phụ trách tổ trực bay, đảm bảo hiệu quả cho mỗi ca bay.

Điều 9. Xây dựng bãi chuẩn hiệu chỉnh mặt phẳng và độ cao

1. Số lượng bãi chuẩn hiệu chỉnh: phụ thuộc vào phạm vi bay quét LiDAR, hình dạng phân khu và đặc điểm địa hình đặc trưng có trong phân khu để xây dựng bãi chuẩn hiệu chỉnh. Yêu cầu xây dựng tối thiểu hai (02) bãi chuẩn hiệu chỉnh để phục vụ cho việc hiệu chỉnh mặt phẳng, độ cao và kiểm tra.

2. Bố trí các bãi chuẩn hiệu chỉnh: các bãi chuẩn hiệu chỉnh cần được bố trí phù hợp với đặc điểm, địa hình khu đo, không bố trí các bãi chuẩn hiệu chỉnh gần nhau mà phải ở các vị trí tương đối đều trong khu đo.

3. Lựa chọn khu vực đo đạc bãi chuẩn hiệu chỉnh: các bãi chuẩn hiệu chỉnh phải được lựa chọn ở các khu vực có địa hình bằng phẳng, dễ nhận biết, tối ưu cho khả năng chỉ phản hồi xung laser duy nhất. Khi khảo sát để lựa chọn bãi chuẩn hiệu chỉnh cần ưu tiên chọn tại các khu vực bãi đất trống, sân vận động, quảng trường, đường lớn.

4. Đo đạc bãi chuẩn hiệu chỉnh:

a) Phải xây dựng lưới không chế đo vẽ tại bãi chuẩn hiệu chỉnh trong trường hợp không thể sử dụng trực tiếp các điểm không chế mặt phẳng, độ cao cho đo đạc các điểm chi tiết;

b) Tại mỗi bãi chuẩn hiệu chỉnh, sử dụng các thiết bị đo đạc chính xác như máy toàn đạc điện tử, máy thủy chuẩn, máy thu GNSS xác định tọa độ, độ cao tối thiểu 50 điểm chi tiết trên mặt đất và tối thiểu 5 đồ hình địa vật sắc nét có sự tương phản khác biệt lớn với các địa vật xung quanh như: nhà, sân, bãi cỏ.

5. Sai số xác định tọa độ, độ cao các điểm chi tiết được quy định tại bảng 1.

Bảng 1

Độ chính xác của DEM cần thành lập	Sai số (m)	
	Mặt phẳng	Độ cao
0,2 m - 0,3 m	0,15	0,10
0,4 m - 0,5 m	0,20	0,15
1,0 m	0,30	0,20

6. Trường hợp không đo đồ hình địa vật sắc nét phải tiến hành xây dựng dấu mốc theo quy định như sau:

a) Dấu mốc phải được làm tại khu vực có địa hình tương đối bằng phẳng, không có thực phủ xung quanh. Hình dạng dấu mốc có thể là hình tròn, hình chữ thập có kích thước phụ thuộc mật độ điểm phản xạ xung laser với điều kiện các cánh của hình chữ thập (hoặc đường kính của đường tròn) không được nhỏ hơn hai (02) lần khoảng cách giữa các điểm phản xạ xung laser. Chất liệu phủ bề mặt của dấu mốc phải đảm bảo có độ phản xạ tốt với các xung laser và màu phải có độ tương phản cao với địa hình xung quanh;

b) Trường hợp dấu mốc là hình tròn thì tọa độ và độ cao của tâm dấu mốc phải được xác định chính xác ngoài thực địa. Trường hợp là hình chữ thập còn phải đo thêm vị trí của 8 điểm góc của 4 cánh hình chữ thập. Sai số xác định tọa độ, độ cao các điểm theo quy định tại bảng 1.

Điều 10. Bay quét LiDAR và chụp ảnh số

1. Máy thu GNSS lắp đặt trên máy bay là máy thu GNSS 2 tần số với các tham số được đặt tương tự như trạm GNSS Base station. Việc lựa chọn thời gian bay ngoài việc phụ thuộc thời tiết, xin lệnh bay còn phụ thuộc vào đồ hình của vệ tinh GNSS vào thời điểm bay. Chỉ tiến hành bay quét trong khoảng thời gian đồ hình vệ tinh GNSS có giá trị PDOP < 4,0 và máy thu GNSS đặt trên máy bay cũng như trạm GNSS Base station thu được tín hiệu đồng thời tối thiểu từ 5 vệ tinh khỏe.

2. Khi lắp đặt các thiết bị lên máy bay cần chú ý sao cho góc quét của bộ thu phát laser và góc chụp của máy ảnh số không bị cản trở bởi thân và sàn của máy bay. Sau khi lắp đặt cần đo chính xác khoảng cách offset (dX, dY, dZ) giữa tâm của các thiết bị: ăng-ten GNSS, máy chụp ảnh số, máy thu phát laser và thiết bị đạo hàng IMU với độ chính xác đến cm.

3. Trong quá trình bay quét LiDAR và chụp ảnh số phải luôn theo dõi hoạt động của các thiết bị, diễn biến của quá trình bay quét và chụp ảnh, đặc biệt lưu ý đến hoạt động của bộ quét LiDAR, độ phủ giữa các đường bay, các khu vực không có dữ liệu quét hoặc có dữ liệu nhưng cường độ yếu, các khu vực ngập nước... để quyết định có bay bổ sung trực tiếp hay không.

4. Khi hoàn thành các tuyến bay chính và các tuyến bay chặn phải tiến hành kiểm tra kết quả, trút dữ liệu, sao lưu để phục vụ xử lý và tính toán. Định dạng dữ liệu phụ thuộc vào từng loại thiết bị bay quét cụ thể.

5. Khi kết thúc ca đo phải tiến hành ngay việc kiểm tra chất lượng quét LiDAR và chụp ảnh số tại khu vực bay quét bao gồm các công việc kiểm tra chất lượng bay, tính toán phần diện tích hờ, lỗi để có kế hoạch bay bù.

Điều 11. Xử lý dữ liệu

1. Quá trình xử lý dữ liệu bay quét LiDAR kết hợp chụp ảnh số gồm những công đoạn chính như sau:

Bước 1. Tính toán quỹ đạo đường bay.

Bước 2. Tạo đám mây điểm theo dải bay và ghép thành khối.

Bước 3. Tính chuyển dữ liệu đám mây điểm về hệ tọa độ, độ cao VN-2000 thông qua các thông số tính chuyển và mô hình Geoid.

Bước 4. Kiểm tra và bình sai đám mây điểm theo dữ liệu đo đạc bãi chuẩn hiệu chỉnh.

Bước 5. Phân loại và lọc điểm.

2. Quỹ đạo đường bay được xác định thông qua việc xử lý trị đo GNSS giữa máy thu đặt tại trạm GNSS Base station và máy thu đặt trên máy bay bằng phần mềm kèm theo thiết bị nhằm xác định tọa độ, độ cao tâm ăng-ten, tâm thu phát laser, tâm máy chụp ảnh đặt trên máy bay tại từng thời điểm thu tín hiệu GNSS. Sai số trung phương vị trí điểm về mặt phẳng và độ cao trung bình sau xử lý cho toàn khu đo phải nhỏ hơn 0,1m.

3. Tọa độ và độ cao trong hệ WGS-84 của các điểm thuộc đám mây dữ liệu được xác định thông qua: tọa độ, độ cao tâm thu phát laser, dữ liệu đo laser và dữ liệu đo IMU áp dụng phép lọc Kalman.

4. Sai lệch về độ cao của từng điểm phản hồi xung laser tạo thành đám mây điểm sau xử lý phải nhỏ hơn hoặc bằng 2/3 sai số cho phép của mô hình DEM cần thành lập.

5. Sử dụng trị đo từ các đường bay chặn để bình sai giữa các tuyến bay chính và các đường bay chặn.

6. Xử lý bình sai mặt phẳng và độ cao giữa dữ liệu đám mây điểm và các điểm đo tại các bãi chuẩn hiệu chỉnh được thực hiện theo phần mềm chuyên dụng dựa trên các giá trị độ lệch được xác định như sau:

a) Các giá trị độ lệch về mặt phẳng được xác định thông qua các điểm đo tại các bãi chuẩn hiệu chỉnh và các điểm tương ứng trong đám mây điểm hoặc trên ảnh;

b) Các giá trị độ lệch về độ cao được xác định thông qua các điểm đo tại các bãi chuẩn hiệu chỉnh và các điểm tương đồng trong đám mây điểm.

7. Tiến hành phân loại tự động dữ liệu đám mây điểm thành lớp ground points và non-ground points bằng các phần mềm chuyên dụng trên cơ sở kết hợp ảnh cường độ phản hồi và ảnh số chụp được đồng thời phục vụ thành lập mô hình DEM và DSM.

Điều 12. Thành lập mô hình số độ cao và bình đồ ảnh số

1. Quá trình thành lập mô hình số độ cao và bình đồ ảnh số bao gồm các công đoạn chính như sau:

Bước 1. Tạo mô hình số bề mặt DSM, mô hình số độ cao, ảnh cường độ phản hồi (intensity image) theo mảnh bản đồ.

Bước 2. Tính toán các nguyên tố định hướng ngoài của ảnh.

Bước 3. Chuyển đổi định dạng và tăng cường chất lượng hình ảnh.

Bước 4. Nắn ảnh, thành lập bình đồ ảnh số.

Bước 5. Chuẩn hóa mô hình số độ cao DEM.

2. Mô hình số độ cao (DEM) được xây dựng từ dữ liệu phản hồi cuối cùng (Last return). Mô hình số bề mặt (DSM) được xây dựng từ dữ liệu phản hồi đầu tiên (First return).

3. Ảnh cường độ phản hồi (intensity image) được tạo ra trong hệ tọa độ VN-2000 trên cơ sở sử dụng dữ liệu cường độ phản hồi (intensity) của tia laser và được sử dụng trong việc phân loại dữ liệu điểm. Giá trị ô lưới GRID của ảnh được nội suy từ giá trị cường độ tại các điểm LiDAR rời rạc. Độ phân giải của ảnh cường độ phản hồi được xác định trên cơ sở khoảng cách trung bình giữa các điểm phản hồi xung laser.

4. Xác định tham số định hướng ngoài cho ảnh được thực hiện bằng phần mềm kèm theo thiết bị dựa trên các tham số định hướng ngoài là dữ liệu đo GNSS, IMU và thời điểm chụp ảnh.

5. Chuyển đổi định dạng ảnh (về định dạng GeoTIFF) và tăng cường chất lượng hình ảnh từ ảnh gốc bay chụp bằng các phần mềm chuyên dụng.

6. Bình đồ ảnh số được lập trên cơ sở dữ liệu ảnh số đã được chuyển đổi từ ảnh gốc chụp đồng thời trong quá trình bay quét LiDAR và được sử dụng làm cơ sở để chuẩn hóa mô hình DEM và phục vụ thành lập bản đồ địa hình. Độ phân giải của bình đồ ảnh được xác định trên khoảng cách trung bình giữa các điểm phản hồi xung laser.

7. Chuẩn hóa mô hình DEM cần sử dụng kết quả khảo sát và các nguồn tư liệu khác, đặc biệt lưu ý các khu vực có cường độ LiDAR yếu, các khu vực ngập nước tại thời điểm bay chụp. Trong trường hợp cần thiết phải tiến hành đo đạc bổ sung tại thực địa.

8. Yêu cầu độ chính xác của mô hình DEM cần thành lập như sau:

a) Sai số tiếp biên giữa các mảnh DEM khác phân khu bay quét không được vượt quá 1,5 lần sai số cho phép của DEM theo Thiết kế Kỹ thuật - Dự toán;

b) Sai số tuyệt đối của DEM được đánh giá thông qua các điểm đo kiểm tra ở thực địa. Sai số trung phương về độ cao của tập hợp điểm kiểm tra giữa độ cao đo so với độ cao nội suy từ DEM không được vượt quá độ chính xác của DEM theo Thiết kế Kỹ thuật - Dự toán. Sai số giới hạn không được vượt quá 2 lần sai số trung phương. Các sai lệch của các trị đo kiểm tra không được vượt quá sai số giới hạn, số lượng các trị đo có giá trị nằm trong khoảng (70% - 100%) sai số giới hạn không được vượt quá 10%.

Điều 13. Kiểm tra, nghiệm thu sản phẩm

Công tác kiểm tra, nghiệm thu thực hiện theo quy định tại Thông tư số 02/2007/TT-BTNMT ngày 12 tháng 02 năm 2007 của Bộ trưởng Bộ Tài nguyên và Môi trường hướng dẫn kiểm tra, thẩm định và nghiệm thu công trình, sản phẩm đo đạc và bản đồ.

Điều 14. Giao nộp dữ liệu, sản phẩm

Các dữ liệu, sản phẩm giao nộp gồm:

1. Toàn bộ số liệu gốc từ thiết bị quét laser, IMU, GNSS, ảnh chụp dạng số và các kết quả tính toán trung gian.
2. Mô hình số độ cao DEM được lưu trữ ở 2 định dạng GRID nhị phân và ASCII kèm theo siêu dữ liệu (Metadata).
3. File dữ liệu đám mây điểm ở định dạng LAS (LAS format).
4. Các tệp tin bình đồ ảnh số ở định dạng GeoTIFF.
5. Mô hình số bề mặt DSM được lưu trữ ở 2 định dạng GRID nhị phân và ASCII kèm theo siêu dữ liệu (Metadata) hoặc ở các định dạng khác nếu có yêu cầu.
6. Kết quả đo ngoại nghiệp: xây dựng bãi chuẩn hiệu chỉnh, đo bổ sung (nếu có), đo nối trạm GNSS Base station, xây dựng mô hình Geoid địa phương (nếu có).
7. Báo cáo tổng kết kỹ thuật: nêu chi tiết thông tin về trang thiết bị sử dụng, phần mềm xử lý, các thông số bay quét LiDAR, kết quả bình sai dựa trên dữ liệu từ các tuyến bay chặn và các bãi chuẩn hiệu chỉnh, kết quả lọc phân loại điểm, đánh giá sai số của các bước xử lý, các thông số kỹ thuật của DEM.

Chương III

ĐIỀU KHOẢN THI HÀNH

Điều 15. Hiệu lực thi hành

Thông tư này có hiệu lực thi hành kể từ ngày 18 tháng 8 năm 2014.

Điều 16. Trách nhiệm thi hành

1. Bộ, cơ quan ngang Bộ, cơ quan thuộc Chính phủ, Ủy ban nhân dân các tỉnh, thành phố trực thuộc Trung ương và các tổ chức, cá nhân có liên quan chịu trách nhiệm thi hành Thông tư này.
2. Trong quá trình thực hiện, nếu có vướng mắc thì cơ quan, tổ chức, cá nhân phản ánh kịp thời về Bộ Tài nguyên và Môi trường để xem xét, quyết định./.

KT. BỘ TRƯỞNG
THỨ TRƯỞNG

Nguyễn Linh Ngọc