

TCVN 1845-1:2018

Xuất bản lần 1

**ĐƯỜNG SẮT TỐC ĐỘ CAO -
CÁC THAM SỐ THIẾT KẾ HƯỚNG TUYẾN ĐƯỜNG RAY**
High Speed Railway - Track Alignment Design Parameters

HÀ NỘI – 2020

MỤC LỤC

LỜI NÓI ĐẦU.....	6
1 PHẠM VI ÁP DỤNG	7
2 TÀI LIỆU VIỆN DẪN.....	7
3 THUẬT NGỮ VÀ ĐỊNH NGHĨA.....	8
4 KÍ HIỆU VÀ CÁC TỪ VIẾT TẮT	10
5 TỔNG QUÁT	11
5.1 Khái quát.....	11
5.2 Các đặc điểm của hướng tuyến.....	12
6 CÁC GIỚI HẠN ĐỐI VỚI KHỔ ĐƯỜNG 1.435 mm	14
6.1 Bán kính đường cong ngang R	14
6.2 Siêu cao D	14
6.3 Siêu cao thiếu I	15
6.4 Siêu cao thừa E	16
6.5 Chiều dài chuyển tiếp siêu cao L_D và đường cong chuyển tiếp trên mặt bằng L_K	17
6.5.1 Tổng quát.....	17
6.5.2 Chiều dài của đoạn chuyển tiếp siêu cao tuyến tính và đường clothoids.....	17
6.5.3 Chiều dài của đường cong chuyển tiếp với độ dốc không cố định của độ cong và siêu cao	18
6.6 Độ dốc siêu cao dD/ds	19
6.7 Tốc độ thay đổi siêu cao dD/dt	19
6.8 Tốc độ thay đổi siêu cao thiếu dI/dt	20
6.9 Chiều dài siêu cao không đổi giữa hai chuyển tiếp siêu cao tuyến tính L_i	21
6.10 Thay đổi đột ngột của độ cong ngang.....	21
6.11 Thay đổi đột ngột của siêu cao thiếu ΔI	22
6.12 Chiều dài giữa hai thay đổi đột ngột của độ cong ngang L_c	22
6.13 Chiều dài giữa hai thay đổi đột ngột của siêu cao thiếu L_s	23
6.14 Độ dốc của đường ray p	24
6.15 Bán kính đường cong đứng R_v	25
6.16 Chiều dài đường cong đứng L_v	25
6.17 Thay đổi đột ngột của độ dốc đường ray Δp	25
Phụ lục A (Quy định)	27
QUY TẮC CHUYỂN ĐỔI GIÁ TRỊ CÁC THAM SỐ CHO ĐƯỜNG KHỔ RỘNG HƠN 1.435 mm	27
A.1 Phạm vi.....	27
A.2 Kí hiệu và các chữ viết tắt	27
A.3 Các giả thiết cơ bản và quy tắc tương đương	28
A.3.1 Tổng quát	28
A.3.2 Công thức cơ bản.....	28
A.3.3 Dữ liệu cơ bản.....	29
A.4 Quy tắc chuyển đổi chi tiết	29

A.4.1 Tổng quát	29
A.4.2 Siêu cao D_1 (Điều 6.2 của tiêu chuẩn này)	29
A.4.3 Siêu cao thiếu I_1 (Điều 6.3 của tiêu chuẩn này)	31
A.4.4 Siêu cao thừa E_1 (Điều 6.4 của tiêu chuẩn này)	32
A.4.5 Chiều dài chuyển tiếp siêu cao L_D và đường cong chuyển tiếp trên mặt bằng L_K (Điều 6.5 của tiêu chuẩn này)	32
A.4.6 Độ dốc siêu cao dD_1/ds (Điều 6.6 của tiêu chuẩn này).....	33
A.4.7 Tốc độ thay đổi siêu cao dD_1/dt (Điều 6.7 của tiêu chuẩn này).....	33
A.4.8 Tốc độ thay đổi siêu cao thiếu dI_1/dt (Điều 6.8 của tiêu chuẩn này)	34
A.4.9 Thay đổi đột ngột của độ cong và thay đổi đột ngột của siêu cao thiếu ΔI_1 (các Điều 6.10 và 6.11 của tiêu chuẩn này).....	35
A.4.10 Các tham số khác (Điều 6.1, 6.9, 6.12, 6.13, 6.14, 6.15, 6.16 và 6.17 của tiêu chuẩn này)	35
Phụ lục B (Quy định)	36
GIỚI HẠN THAM SỐ THIẾT KẾ HƯỚNG TUYẾN CHO KHỔ ĐƯỜNG RỘNG HƠN 1.435 mm	36
B.1 Phạm vi.....	36
B.2 Yêu cầu đối với khổ đường 1.520 mm và 1.524 mm	36
B.2.1 Tổng quát	36
B.2.2 Bán kính đường cong ngang R_1	36
B.2.3 Siêu cao D_1	36
B.2.4 Siêu cao thiếu I_1	37
B.2.5 Siêu cao thừa E_1	38
B.2.6 Chiều dài chuyển tiếp siêu cao L_{D1} và đường cong chuyển tiếp trên mặt bằng L_{K1}	38
B.2.7 Độ dốc siêu cao dD_1/ds	39
B.2.8 Tốc độ thay đổi siêu cao dD_1/dt	39
B.2.9 Tốc độ thay đổi siêu cao thiếu dI_1/dt	40
B.2.10 Chiều dài siêu cao không đổi giữa hai chuyển tiếp siêu cao tuyến tính L_{i1}	41
B.2.11 Thay đổi đột ngột của độ cong ngang	41
B.2.12 Thay đổi đột ngột của siêu cao thiếu ΔI_1	41
B.2.13 Chiều dài giữa hai thay đổi đột ngột của độ cong ngang L_{c1}	42
B.2.14 Chiều dài giữa hai thay đổi đột ngột của siêu cao thiếu L_{s1}	42
B.2.15 Độ dốc của đường ray p_1	42
B.2.16 Bán kính đường cong đứng R_{v1}	43
B.2.17 Chiều dài đường cong đứng L_{v1}	43
B.2.18 Thay đổi đột ngột của độ dốc đường ray Δp_1	43
B.3 Yêu cầu đối với khổ đường 1.668 mm	43
B.3.1 Tổng quát	43
B.3.2 Bán kính đường cong ngang R_1	43
B.3.3 Siêu cao D_1	43
B.3.4 Siêu cao thiếu I_1	44
B.3.5 Siêu cao thừa E_1	45
B.3.6 Chiều dài chuyển tiếp siêu cao L_{D1} và đường cong chuyển tiếp trên mặt bằng L_{K1}	45

B.3.7 Độ dốc siêu cao dD_1/ds	46
B.3.8 Tốc độ thay đổi siêu cao dD_1/dt	46
B.3.9 Tốc độ thay đổi siêu cao thiếu dI_1/dt	47
B.3.10 Chiều dài siêu cao không đổi giữa hai chuyển tiếp siêu cao tuyến tính L_{i1}	48
B.3.11 Thay đổi đột ngột của độ cong ngang	48
B.3.12 Thay đổi đột ngột của siêu cao thiếu ΔI_1	48
B.3.13 Chiều dài giữa hai thay đổi đột ngột độ của độ cong bằng L_{c1}	49
B.3.14 Chiều dài giữa hai thay đổi đột ngột độ của siêu cao thiếu L_{s1}	49
B.3.15 Độ dốc của đường ray p_1	49
B.3.16 Bán kính đường cong đứng R_{v1}	50
B.3.17 Chiều dài đường cong đứng L_{v1}	50
B.3.18 Thay đổi đột ngột của độ dốc đường ray Δp_1	50
Phụ lục C (Thông tin)	51
THÔNG TIN BỔ SUNG VỀ HÌNH DẠNG VÀ CHIỀU DÀI ĐƯỜNG CONG CHUYỂN TIẾP	51
C.1 Tổng quát	51
C.2 Định nghĩa và tính chất của các đường cong chuyển tiếp và chuyển tiếp siêu cao khác nhau	51
C.2.1 Định nghĩa	51
C.2.2 Tính chất	52
C.3 Các khía cạnh bổ sung có thể được xem xét đối với thiết kế hướng tuyến lũy tiến của đường ray ...	56
C.3.1 Khái quát	56
C.3.2 Thiết kế hướng tuyến của đường ray tịnh tiến	56
Phụ lục D (Thông tin)	59
CÁC RÀNG BUỘC VÀ RỦI RO PHÙ HỢP VỚI VIỆC SỬ DỤNG CÁC GIỚI HẠN ĐẶC BIỆT	59
Phụ lục E (Thông tin)	60
ĐÁNH GIÁ CÁC ĐIỀU KIỆN Ở MŨI GHI	60
E.1 Tổng quát	60
E.2 Phương pháp dựa trên bán kính có hiệu	60
Phụ lục F (Thông tin)	62
CÁC XEM XÉT THIẾT KẾ ĐỐI VỚI CÁC BỘ GHI VÀ TÂM GHI	62
F.1 Ví dụ về các bộ ghi đơn và tâm ghi	62
F.2 Sử dụng tâm ghi chéo, tâm ghi chéo có trượt và ghi kép	64
F.3 Ghi và tâm ghi trên, hoặc gần, dưới cầu	64
F.4 Giáp nối bộ ghi và tâm ghi	64
F.5 Bộ ghi và tâm ghi trên đường cong ngang	64
F.6 Bộ ghi và tâm ghi trên đường ray có siêu cao	65
F.7 Hướng tuyến theo phương dọc và bộ ghi và tâm ghi	65
Phụ lục G (Thông tin)	68
CÁC VÍ DỤ ÁP DỤNG	68
G.1 Tổng quát	68
G.2 Ví dụ về chỗ giao nhau trên đường cong ngang	68

G.3 Ví dụ về chuyển tiếp siêu cao hai đoạn tuyến tính	69
G.4 Ví dụ trong đó chuyển tiếp siêu cao được thiết kế không có đường cong chuyển tiếp trùng khớp	70
G.5 Ví dụ về đường cong chuyển tiếp dưới chuẩn	70
G.6 Ví dụ trong đó một số bộ phận hướng tuyến tạo thành chiều dài trung gian	71
Phụ lục H (Thông tin).....	73
CÁC VÍ DỤ VỀ CÁC GIỚI HẠN CỤC BỘ ĐỐI VỚI SIÊU CAO THIỂU	73
Phụ lục I (Thông tin)	74
CÁC XEM XÉT LIÊN QUAN ĐẾN SIÊU CAO THIỂU VÀ SIÊU CAO THỪA	74
I.1 Giới thiệu.....	74
I.2 Siêu cao thiếu	74
I.3 Siêu cao thừa	74
I.4 Tiêu chí leo bánh xe.....	74
I.5 Lật xe	74
I.6 Cường độ theo phương ngang của đường ray khi chịu tải (giới hạn Prud'homme).....	75
I.7 Siêu cao thiếu tại ghi và tâm ghi đặt trên đường cong	75
Phụ lục J (Thông tin)	76
SỰ ỀM THUẬN CHO HÀNH KHÁCH TRÊN ĐƯỜNG CONG	76
J.1 Tổng quát	76
J.2 Gia tốc theo phương ngang	76
J.3 Giật ngang	76
J.4 Chuyển động lăn	77
Phụ lục K (Quy định)	78
QUY TẮC KÍ HIỆU CHO TÍNH TOÁN ΔD , ΔI VÀ Δp	78
K.1 Tổng quát liên quan đến quy tắc kí hiệu	78
K.2 Quy tắc kí hiệu cho tính toán ΔD	78
K.3 Quy tắc kí hiệu cho tính toán ΔI	78
K.4 Quy tắc kí hiệu cho tính toán Δp	79
Phụ lục L (Thông tin)	80
CHIỀU DÀI SIÊU CAO KHÔNG ĐỔI GIỮA HAI CHUYỂN TIẾP SIÊU CAO TUYẾN TÍNH L_i	80
Phụ lục M (Thông tin)	81
NGUYÊN TẮC CHUYỂN TIẾP ẢO	81
M.1 Chuyển tiếp ảo tại chỗ thay đổi đột ngột siêu cao thiếu	81
M.2 Chuyển tiếp ảo tại chiều dài trung gian ngắn giữa hai thay đổi đột ngột siêu cao thiếu	82
M.3 Các giới hạn dựa trên nguyên tắc chuyển tiếp ảo.....	83
M.3.1 Tổng quát.....	83
M.3.2 Xe đặc trưng với khoảng cách 20 m giữa các tâm bogie.....	83
M.3.3 Xe đặc trưng với khoảng cách 12,2 m và 10,06 m giữa các tâm bogie.....	83
Phụ lục N (Quy định)	84
CHIỀU DÀI CỦA CÁC BỘ PHẬN TRUNG GIAN L_c ĐỂ NGĂN NGỪA KHÓA VÙNG ĐỆM	84
N.1 Tổng quát	84

N.2 Xe cơ sở và các điều kiện chạy xe	84
N.3 Chiều dài L_c của đường ray thẳng trung gian giữa hai đường cong tròn hướng ngược nhau	84
N.4 Các trường hợp tổng quát đối với sự khác nhau về độ lệch ngang đuôi xe	85
Phụ lục O (Thông tin)	88
CÁC XEM XÉT ĐỘ DỐC ĐƯỜNG RAY	88
O.1 Độ dốc lên dốc	88
O.2 Độ dốc xuống dốc	88
O.3 Độ dốc đối với đường ray đỗ tàu và ở ke ga	88
Phụ lục ZA (Thông tin).....	89
MỐI QUAN HỆ GIỮA TIÊU CHUẨN CHÂU ÂU VÀ YÊU CẦU CƠ BẢN CỦA CHỈ DẪN EU 2008/57/EC	89

Dự thảo lần 1 (30/10/2020)

LỜI NÓI ĐẦU

Tiêu chuẩn [TCVN 1845-1:2018](#) do Cục Đường sắt Việt Nam biên soạn, Bộ Giao thông vận tải đề nghị, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường chất lượng thẩm định, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Tiêu chuẩn [TCVN 1845-1:2018](#) được biên soạn trên cơ sở tham khảo Tiêu chuẩn [DIN EN 13803:2017-09](#) (Railway applications - Track - Track alignment design parameters - Track gauge 1.435 mm and wider).

Dự thảo lần 1 (30/01/2020)

Đường sắt tốc độ cao - Các tham số thiết kế hướng tuyến đường ray

High Speed Railway - Track Alignment Design Parameters

1 PHẠM VI ÁP DỤNG

Tiêu chuẩn này quy định các quy tắc và giới hạn cho các tham số thiết kế hướng tuyến đường ray, bao gồm cả hướng tuyến trong phạm vi ghi và tâm ghi. Một số trong các giới hạn này là hàm số của tốc độ. Ngoài ra, đối với hướng tuyến đường ray đã có, tiêu chuẩn này quy định các quy tắc và giới hạn để xác định tốc độ cho phép.

Tiêu chuẩn này áp dụng cho khổ đường danh định 1.435 mm và khổ rộng hơn, với tốc độ đến 360 km/h. Phụ lục A (quy định) mô tả các quy tắc chuyển đổi phải được áp dụng cho các đường ray có khổ đường danh định rộng hơn 1.435 mm. Phụ lục B (quy định) được áp dụng cho khổ đường danh định 1.520 mm, 1.524 mm và 1.668 mm.

Tiêu chuẩn này cũng có thể áp dụng khi hướng tuyến đường ray có tính đến các phương tiện đã được phê duyệt cho siêu cao thiếu lớn (bao gồm cả tàu tự nghiêng).

Các yêu cầu hạn chế hơn của thông số kỹ thuật về khả năng tương tác liên quan đến hệ thống phụ “cơ sở hạ tầng” của hệ thống đường sắt trong Liên minh châu Âu (TSI INF) và các quy tắc khác (quốc gia, công ty,...) sẽ được áp dụng.

Tiêu chuẩn này không cần áp dụng cho các tuyến, hoặc các phần chuyên dụng của cơ sở hạ tầng đường sắt mà không tương thích với các phương tiện đường sắt được thử nghiệm và phê duyệt theo EN 14363.

2 TÀI LIỆU VIỆN DẪN

Các tài liệu viện dẫn dưới đây là rất cần thiết cho việc áp dụng Tiêu chuẩn này. Các tài liệu viện dẫn được trích dẫn từ những vị trí thích hợp trong văn bản tiêu chuẩn và các ấn phẩm được liệt kê dưới đây. Đối với các tài liệu có đề ngày tháng, những sửa đổi bổ sung sau ngày xuất bản chỉ được áp dụng cho bộ Tiêu chuẩn này khi bộ Tiêu chuẩn này được sửa đổi, bổ sung. Đối với các tài liệu không đề ngày tháng thì áp dụng phiên bản mới nhất.

EN 13848-5 Railway applications - Track - Track geometry quality - Part 5: Geometric quality levels - Plain line (Ứng dụng đường sắt - Đường ray - Chất lượng hình học đường ray - Phần 5: Mức chất lượng hình học - Tuyến đi bằng)

EN 14363 Railway applications - Testing for the acceptance of running characteristics of railway vehicles - Testing of running behaviour and stationary tests (Ứng dụng đường sắt - Thử nghiệm để chấp nhận các đặc tính của đoàn tàu - Thử nghiệm ứng xử chạy tàu và thử nghiệm tĩnh)

EN 15273-1 Railway applications - Gauges - Part 1: General - Common rules for infrastructure and rolling stock (Ứng dụng đường sắt - Khổ đường - Phần 1: Tổng quan - Các quy tắc thông thường cho cơ sở hạ tầng và đầu máy toa xe)

EN 15273-2 Railway applications - Gauges - Part 2: Rolling stock gauge (Ứng dụng đường sắt - Khổ đường - Phần 2: Khổ đầu máy toa xe)

EN ISO 80000-3 Quantities and units - Part 3: Space and time (Số lượng và đơn vị - Phần 3: Không gian và thời gian)

3 THUẬT NGỮ VÀ ĐỊNH NGHĨA

Đối với mục đích của tiêu chuẩn này, áp dụng các thuật ngữ và định nghĩa sau.

3.1

Khổ đường ray (track gauge)

Khoảng cách giữa các mép chạy xe tương ứng của hai ray.

3.2

Khổ đường ray danh định (nominal track gauge)

Giá trị xác định khổ đường ray nhưng có thể khác với khổ đường ray thiết kế, ví dụ: khổ đường ray được sử dụng rộng rãi nhất ở châu Âu có giá trị danh định là 1.435 mm mặc dù đây không phải là khổ đường ray thiết kế thường được quy định.

3.3

Giới hạn (limit)

Giá trị thiết kế không được vượt quá.

CHÚ THÍCH 1:

Các giá trị này đảm bảo chi phí bảo trì của đường ray được giữ ở mức hợp lý, trừ khi điều kiện cụ thể của độ ổn định đường ray không tốt có thể xảy ra, mà không ảnh hưởng đến sự êm thuận cho hành khách. Tuy nhiên, các giá trị thiết kế thực tế cho các tuyến mới thường có số dư đáng kể so với các giới hạn.

CHÚ THÍCH 2:

Đối với một số tham số nhất định, Tiêu chuẩn này quy định cả giới hạn bình thường và giới hạn đặc biệt. Giới hạn đặc biệt thể hiện giới hạn hạn chế tối thiểu được áp dụng bởi bất kỳ tuyến đường sắt châu Âu nào, và chỉ được sử dụng trong các trường hợp đặc biệt và có thể yêu cầu chế độ bảo trì phù hợp.

3.4

Bộ phận hướng tuyến (alignment element)

Đoạn đường ray với cả hướng dọc, hướng ngang hoặc siêu cao tuân theo mô tả toán học duy nhất là hàm số của lý trình.

CHÚ THÍCH:

Trừ khi có quy định khác, các tham số thiết kế hướng tuyến đường ray được xác định cho đường tâm của đường ray và khoảng cách dọc theo đường tâm của đường ray được xác định trong hình chiếu trên mặt phẳng ngang.

3.5

Lý trình (chainage)

Khoảng cách dọc dọc theo hình chiếu trên mặt phẳng ngang của đường tâm đường ray.

3.6

Độ cong (curvature)

Đạo hàm của hướng ngang của đường tâm đường ray theo lý trình.

CHÚ THÍCH 1:

Theo hướng của lý trình, độ cong là dương (+) khi đường cong về bên phải và âm (-) khi đường cong về bên trái. Độ lớn của độ cong tương ứng với nghịch đảo của bán kính cong ngang.

3.7

Đường cong tròn (circular curve)

Bộ phận hướng tuyến có độ cong không đổi.

3.8**Đường cong chuyển tiếp** (transition curve)

Bộ phận hướng tuyến trong đó có sự thay đổi độ cong theo lý trình.

CHÚ THÍCH 1:

Đường xoắn ốc clothoid (đôi khi xấp xỉ là đa thức bậc 3, “parabol khối”) thường được sử dụng cho các đường cong chuyển tiếp, tạo ra thay đổi tuyến tính của độ cong. Trong một số trường hợp, độ cong được làm trơn ở phần cuối của đoạn chuyển tiếp.

CHÚ THÍCH 2:

Có thể sử dụng các dạng đường cong chuyển tiếp khác, mà thể hiện sự thay đổi phi tuyến tính của độ cong. Phụ lục C (thông tin) cung cấp tính toán chi tiết về một số loại chuyển tiếp có thể được sử dụng trong thiết kế hướng tuyến đường ray.

CHÚ THÍCH 3:

Thông thường, đường cong chuyển tiếp không được sử dụng cho hướng tuyến dọc.

3.9**Đường cong hỗn hợp** (compound curve)

Chuỗi các bộ phận hướng tuyến cong, bao gồm hai hoặc nhiều đường cong tròn cùng hướng.

CHÚ THÍCH:

Đường cong hỗn hợp có thể bao gồm đường cong chuyển tiếp giữa đường cong tròn, và/hoặc đường cong tròn và đường thẳng.

3.10**Đường cong ngược** (reverse curve)

Chuỗi các bộ phận hướng tuyến cong, có chứa bộ phận hướng tuyến cong theo hướng ngược lại.

CHÚ THÍCH:

Chuỗi các bộ phận hướng tuyến cong, có thể có cả đường cong hỗn hợp và đường cong ngược.

3.11**Siêu cao** (cant)

Đại lượng mà một ray được nâng lên trên ray khác, trong mặt cắt ngang đường ray.

3.12**Siêu cao cân bằng** (equilibrium cant)

Siêu cao ở tốc độ nhất định mà tại đó xe sẽ có hợp lực vuông góc với mặt phẳng chạy xe.

3.13**Siêu cao thiếu** (cant deficiency)

Chênh lệch giữa siêu cao áp dụng và siêu cao cân bằng cao hơn.

CHÚ THÍCH:

Khi có siêu cao thiếu, sẽ có lực ngang không cân bằng trong mặt phẳng xe chạy. Hợp lực sẽ hướng về phía ray ngoài của đường cong.

3.14**Siêu cao thừa** (cant excess)

Chênh lệch giữa siêu cao áp dụng và siêu cao cân bằng thấp hơn.

CHÚ THÍCH 1:

Khi có siêu cao thừa, sẽ có lực ngang không cân bằng trong mặt phẳng xe chạy. Hợp lực sẽ hướng về phía ray trong của đường cong.

CHÚ THÍCH 2:

Siêu cao trên đường thẳng gây ra siêu cao thừa, tạo ra lực ngang hướng về phía ray thấp.

3.15**Chuyển tiếp siêu cao** (cant transition)

Bộ phận hướng tuyến trong đó siêu cao thay đổi theo lý trình.

CHÚ THÍCH 1:

Thông thường, chuyển tiếp siêu cao trùng với đường cong chuyển tiếp.

CHÚ THÍCH 2:

Chuyển tiếp siêu cao tạo ra sự thay đổi tuyến tính của siêu cao thường được sử dụng. Trong một số trường hợp, siêu cao được làm tròn tru ở phần cuối của chuyển tiếp siêu cao.

CHÚ THÍCH 3:

Có thể sử dụng các dạng chuyển tiếp siêu cao khác, mà thể hiện thay đổi phi tuyến tính của siêu cao. Phụ lục C (thông tin) cung cấp tính toán chi tiết về một số loại chuyển tiếp có thể được sử dụng trong thiết kế hướng tuyến đường ray.

3.16**Độ dốc siêu cao** (cant gradient)

Giá trị tuyệt đối của đạo hàm (đối với lý trình) của siêu cao.

3.17**Tốc độ thay đổi siêu cao** (rate of change of cant)

Giá trị tuyệt đối của đạo hàm theo thời gian của siêu cao.

3.18**Tốc độ thay đổi siêu cao thiếu** (rate of change of cant deficiency)

Giá trị tuyệt đối của đạo hàm theo thời gian của siêu cao thiếu (và/hoặc siêu cao thừa).

3.19**Khoảng cách đường ray** (track distance)

Khoảng cách theo phương ngang giữa hai đường ray, được đo trên hình chiếu bằng của các đường tâm đường ray.

CHÚ THÍCH 1:

Các tiêu chuẩn khác có thể quy định khoảng cách đường ray là chiều dài dốc song song với mặt phẳng đường ray có siêu cao.

4 KÍ HIỆU VÀ CÁC TỪ VIẾT TẮT

TT	Kí hiệu	Định danh	Đơn vị
1	$\frac{dD}{ds}$	độ dốc siêu cao	mm/m
2	$\frac{dD}{dt}$	tốc độ thay đổi siêu cao	mm/s
3	$\frac{dI}{dt}$	tốc độ thay đổi siêu cao thiếu (và/hoặc siêu cao thừa)	mm/s
4	D	siêu cao	mm

5	D_{EQ}	siêu cao cân bằng	mm
6	E	siêu cao thừa	mm
7	g	gia tốc do trọng lượng bản thân theo EN ISO 80000-3	m/s^2
8	I	siêu cao thiếu	mm
9	L_c	chiều dài giữa hai thay đổi đột ngột độ cong	m
10	L_D	chiều dài chuyển tiếp siêu cao	m
11	L_g	chiều dài độ dốc không đổi	m
12	L_K	chiều dài đường cong chuyển tiếp	m
13	L_i	chiều dài của bộ phận hướng tuyến giữa hai chuyển tiếp siêu cao tuyến tính	m
14	L_s	chiều dài giữa hai thay đổi đột ngột siêu cao thiếu	m
15	L_v	chiều dài bán kính đường cong đứng	m
16	p	độ dốc	-
17	q_E	hệ số tính toán siêu cao cân bằng: 11,8	$mm.m.(h/km)^2$
18	q_N	hệ số tính toán chiều dài của chuyển tiếp siêu cao hoặc đường cong chuyển tiếp với độ dốc không đổi của siêu cao và độ cong, tương ứng	-
19	q_R	hệ số tính toán bán kính đường cong đứng	$m.h^2/km^2$
20	q_s	hệ số tính toán chiều dài giữa các thay đổi đột ngột của siêu cao thiếu	-
21	q_V	hệ số chuyển đổi đơn vị cho tốc độ xe: 3,6	$(km/h)/(m/s)$
22	R	bán kính đường cong bằng	m
23	R_v	bán kính đường cong đứng	m
24	s	khoảng cách theo phương dọc	m
25	t	thời gian	s
26	V	tốc độ	km/h
27	CE, \lim	giới hạn có thể chấp nhận tại tâm ghi cố định và thiết bị cơ giã (chỉ số)	-
28	\lim	giới hạn chung (chỉ số)	-
29	R, \lim	giới hạn có thể chấp nhận tại đường cong bán kính nhỏ (chỉ số)	-
30	u, \lim	giới hạn trên đối với tham số mà cũng có giới hạn dưới (chỉ số)	-

5 TỔNG QUÁT

5.1 Khái quát

Tiêu chuẩn này quy định các quy tắc và giới hạn cho thiết kế hướng tuyến đường ray. Các giới hạn này giả thiết rằng các tiêu chuẩn nghiệm thu phương tiện, thi công và bảo trì đường ray được thỏa mãn (các dung sai thi công và khai thác không được quy định trong tiêu chuẩn này). Các yêu cầu kỹ thuật quy định đối với ứng xử cơ học của các bộ phận của ghi và tâm ghi và các hệ thống phụ sẽ được tìm thấy trong các tiêu chuẩn liên quan. Các xem xét thiết kế nhất định đối với bố trí ghi và tâm ghi được trình bày trong các [Phụ lục \(thông tin\)](#).

Tiêu chuẩn này không phải là hướng dẫn thiết kế. Các giới hạn không dự định để áp đặt như các giá trị thiết kế thông thường. Tuy nhiên, các giá trị thiết kế phải nằm trong giới hạn được nêu trong Tiêu chuẩn này.

Các giới hạn trong Tiêu chuẩn này được dựa trên kinh nghiệm thực tế của đường sắt châu Âu. Các giới hạn được áp dụng khi cần thiết để thỏa hiệp giữa tính năng của tàu, mức độ êm thuận, công tác bảo trì phương tiện và đường ray, và chi phí xây dựng.

Nên tránh sử dụng các giá trị thiết kế không cần thiết gần với các giới hạn, nên cung cấp các dự trữ đáng kể cho chúng. Thường có mâu thuẫn giữa mong muốn có dự trữ cho tham số này và tham số khác, những dự trữ này nên được phân bố trên tất cả các tham số thiết kế, có thể bằng cách áp dụng dự trữ liên quan đến tốc độ.

Đối với một số tham số nhất định, Tiêu chuẩn này cũng quy định các giới hạn đặc biệt, ít hạn chế hơn các giới hạn bình thường, mà đại diện cho các giới hạn hạn chế ít nhất được áp dụng bởi bất kỳ tuyến đường sắt châu Âu nào. Các giới hạn như vậy được dự định chỉ sử dụng trong các trường hợp đặc biệt và có thể yêu cầu chế độ bảo trì liên quan. Đặc biệt, nên tránh sử dụng giới hạn đặc biệt (thay vì giới hạn bình thường) cho một số tham số tại cùng một vị trí. [Phụ lục D \(thông tin\)](#) mô tả các ràng buộc và rủi ro kết hợp với việc sử dụng các giá trị thiết kế trong phạm vi giữa giới hạn bình thường và giới hạn đặc biệt tương ứng.

Giới hạn có thể sử dụng đối với tốc độ và siêu cao thiếu phải được áp dụng cho các phương tiện cụ thể theo các tham số phê duyệt của chúng.

Do thiếu kinh nghiệm trong số các tuyến đường sắt châu Âu, không có giới hạn nào được quy định cho tốc độ lớn hơn [360 km/h](#).

Các giới hạn được xác định cho các hoạt động khai thác bình thường. Nếu và khi chạy thử được tiến hành, ví dụ như để xác định ứng xử động của xe (bằng cách quan trắc liên tục đáp ứng của xe), vượt quá các giới hạn (đặc biệt là về siêu cao thiếu) phải được cho phép, và Người quản lý cơ sở hạ tầng quyết định mọi sự sắp xếp thích hợp. Trong bối cảnh này, dự trữ an toàn thường được tăng cường bằng cách thực hiện các bước bổ sung như lèn chặt nền ballast, quan trắc chất lượng hình học đường ray,...

5.2 Các đặc điểm của hướng tuyến

Hướng tuyến xác định vị trí hình học của đường ray. Nó được chia thành hướng tuyến ngang và hướng tuyến dọc.

Hướng tuyến ngang là hình chiếu của đường tâm đường ray trên mặt phẳng ngang. Hướng tuyến ngang bao gồm một chuỗi các bộ phận hướng tuyến, mỗi bộ phận tuân theo một mô tả toán học duy nhất, là hàm số của khoảng cách theo phương dọc, dọc theo hình chiếu bằng (lý trình). Các bộ phận đối với hướng tuyến ngang được kết nối tại các điểm tiếp tuyến, trong đó hai bộ phận được kết nối có cùng tọa độ và cùng hướng. Các bộ phận cho hướng tuyến ngang được quy định trong [Bảng 1](#).

Bảng 1 - Các bộ phận cho hướng tuyến ngang

Bộ phận hướng tuyến	Các đặc điểm
Tuyến thẳng	Không có độ cong
Đường cong tròn	Độ cong không đổi
Đường cong chuyển tiếp, loại Clothoid	Độ cong ngang thay đổi tuyến tính với lý trình
Đường cong chuyển tiếp, các loại khác ^a	Độ cong ngang thay đổi phi tuyến với lý trình
^a Phụ lục C (thông tin) đưa ra tính toán chi tiết của các loại đường cong chuyển tiếp thay thế nhất định, có thể được sử dụng trong thiết kế hướng tuyến đường ray	

Hầu hết các ghi hiện đại có hình học tiếp tuyến, trong đó đường rẽ bắt đầu bằng hướng tuyến mà tiếp tuyến với đường ray thông qua. Tuy nhiên, thiết kế ghi có thể bắt đầu bằng một thay đổi đột

ngột của hướng ngang tại chỗ bắt đầu của ghi. Tiêu chí thiết kế có thể có đối với hướng tuyến trước ghi, có tính đến góc vào, được mô tả trong [Phụ lục E \(thông tin\)](#).

Khi ghi được đặt trên độ dốc đường ray khác "0", đường cong đứng và/hoặc siêu cao, hình học theo phương ngang của đường rẽ sẽ hơi lệch so với các bộ phận trong [Bảng 1](#).

Hướng tuyến dọc xác định cao độ của đường ray là hàm số của lý trình (vị trí theo phương dọc dọc theo hình chiếu ngang của đường tâm đường ray). Các bộ phận cho hướng tuyến dọc được kết nối tại các điểm tiếp tuyến, trong đó hai bộ phận được kết nối có cùng cao độ và cùng độ dốc đường ray p (với một số ngoại lệ nhất định). Các bộ phận cho hướng tuyến dọc được quy định trong [Bảng 2](#).

Bảng 2 - Các bộ phận cho hướng tuyến dọc

Bộ phận hướng tuyến	Các đặc điểm
Độ dốc không đổi	Không có độ cong đứng
Đường cong đứng, parabol	Đạo hàm của độ dốc đối với lý trình là không đổi
Đường cong đứng, tròn	Đạo hàm của góc thẳng đứng đối với chiều dài dọc dọc theo đường ray là không đổi

CHÚ THÍCH:

Đường cong đứng trong đường ray, bắt đầu hoặc kết thúc trong ghi và tâm ghi có siêu cao, có thể là một đa thức bậc cao hơn so với parabol.

Siêu cao áp dụng D trong đường ray là sự chênh lệch về cao độ của hai ray. Siêu cao có thể áp dụng bằng cách nâng một ray lên trên cao độ của trục dọc đường và giữ ray khác ở cùng cao độ với trục dọc, hoặc bằng quan hệ xác định trước, nâng một ray và hạ thấp ray khác. Siêu cao có thể xem là là một chuỗi các bộ phận được kết nối tại các điểm tiếp tuyến, trong đó hai bộ phận có cùng độ lớn của siêu cao áp dụng. (Tại điểm tiếp tuyến với siêu cao, ray giống nhau là ray cao trước và sau điểm tiếp tuyến). Các bộ phận đối với siêu cao được quy định trong [Bảng 3](#).

Bảng 3 - Các bộ phận đối với siêu cao

Bộ phận hướng tuyến	Các đặc điểm
Siêu cao không đổi	Siêu cao là không đổi dọc theo toàn bộ bộ phận
Chuyển tiếp siêu cao, tuyến tính	Siêu cao thay đổi tuyến tính với lý trình
Chuyển tiếp siêu cao, phi tuyến ^a	Siêu cao thay đổi phi tuyến với lý trình
^a Phụ lục C (thông tin) đưa ra tính toán chi tiết của một số loại chuyển tiếp siêu cao thay thế nhất định, có thể được sử dụng trong thiết kế hướng tuyến đường ray.	

Chuyển tiếp siêu cao thường trùng với các đường cong chuyển tiếp, nhưng có thể có ngoại lệ.

Hệ quả hình học của việc đặt ghi trên độ dốc đường ray, đường cong đứng và/hoặc siêu cao áp dụng trong ghi được mô tả trong [Phụ lục F \(thông tin\)](#).

Hướng tuyến của đường ray ballast thường được bảo trì bằng thiết bị thi công và bảo trì đường ray. Việc bảo trì bằng các thiết bị như vậy, được đơn giản hóa nếu không có nhiều hơn một điểm tiếp tuyến trong phạm vi dây cung đo của thiết bị (thường là 10 m đến 20 m).

Tất cả các giới hạn bình thường và giới hạn đặc biệt trong [Điều 6](#) được áp dụng, do đó phạm vi cho phép đối với một tham số, ví dụ bán kính cong ngang R , có thể bị hạn chế hơn nữa do giá trị được chọn của các tham số khác. Ví dụ, tại một vị trí nhất định trong chuỗi hướng tuyến, phạm vi cho phép đối với bán kính cong ngang R có thể bị giới hạn do áp dụng siêu cao D , giới hạn cho siêu cao thiếu I và/hoặc đặc điểm của các bộ phận liền kề. [Phụ lục G \(thông tin\)](#) trình bày các ứng dụng nhất định của các giới hạn.

6 CÁC GIỚI HẠN ĐỐI VỚI KHỔ ĐƯỜNG 1.435 mm

6.1 Bán kính đường cong ngang R

Trong Tiêu chuẩn này, bán kính là dương (+) trên cả đường cong về bên tay phải và đường cong về bên tay trái.

Giới hạn dưới không phụ thuộc vào tốc độ đối với bán kính cong ngang R_{lim} được quy định trong [Bảng 4](#).

Bảng 4 - Giới hạn dưới đối với bán kính cong ngang R_{lim}

Giới hạn bình thường ^a	Giới hạn đặc biệt ^a
150 m	
^a Các yêu cầu bổ sung đối với bán kính dọc theo ke ga được xác định trong TSI INF .	

CHÚ THÍCH:

Không phải tất cả các phương tiện đều được thiết kế và phê duyệt cho bán kính cong ngang nhỏ hơn 150 m (ví dụ, xem [EN 15273-2](#))

Không có giới hạn trên đối với bán kính cong ngang trong Tiêu chuẩn này. Tuy nhiên, các tiêu chuẩn quốc gia có thể có giới hạn trên như vậy, liên quan đến khả năng của phần mềm hướng tuyến để xử lý số lượng rất lớn, hoặc đến các khía cạnh thực tế khác.

6.2 Siêu cao D

Trong Tiêu chuẩn này, siêu cao trên đường cong ngang là dương (+) nếu ray ngoài cao hơn ray trong.

CHÚ THÍCH 1:

Siêu cao âm (-) là không thể tránh được tại ghi và tâm ghi trên tuyến chính có siêu cao, trong đó ghi là cong theo hướng ngược lại với tuyến chính và, trong một số trường hợp nhất định, trên đường thẳng liền kề ngay với ghi có siêu cao. Siêu cao âm cũng có thể được sử dụng trên đường ray tạm.

Giới hạn trên đối với siêu cao D_{lim} , không phụ thuộc vào bán kính cong ngang R , được quy định trong [Bảng 5](#).

Bảng 5 - Giới hạn trên đối với siêu cao D_{lim}

	Giới hạn bình thường	Giới hạn đặc biệt
Tổng quát ^a	160 mm	180 mm ^b
Ghi và tâm ghi ^a	120 mm	160 mm
^a Các yêu cầu bổ sung đối với siêu cao dọc theo ke ga được xác định trong TSI INF .		
^b Siêu cao vượt quá 160 mm có thể gây ra sự dịch chuyển của tải trọng hàng hóa và làm giảm sự êm thuận cho hành khách khi tàu dừng hoặc chạy với tốc độ thấp (giá trị cao của siêu cao thừa). Máy móc và phương tiện trên đường ray có tải trọng đặc biệt với trọng tâm cao có thể trở nên không ổn định. Do đó, chế độ bảo trì liên quan và các biện pháp khác có thể là cần thiết (ví dụ: trừ một số loại vận tải hàng hóa nhất định, tránh dừng tàu thường xuyên trên đường cong như vậy,...).		

Giới hạn trên cho siêu cao $D_{R,lim}$, là hàm số của bán kính cong ngang R , được quy định trong [Bảng 6](#).

Bảng 6 - Giới hạn trên cho siêu cao $D_{R,lim}$, là hàm số của bán kính cong ngang R

Giới hạn bình thường ^a	Giới hạn đặc biệt ^a
-----------------------------------	--------------------------------

$$D_{R,\text{lim}} = \frac{R - 50m}{1,5m / \text{mm}}$$

^a Giới hạn này có thể được nới lỏng, miễn là các biện pháp được thực hiện để đảm bảo an toàn, xem EN 13848-5 hoặc trong trường hợp đường ray rẽ nhánh của ghi có bộ phận dài tối thiểu 10 m với siêu cao không đổi ở cả hai phía của đường cong có bán kính nhỏ.

CHÚ THÍCH 2:

Siêu cao lớn trên đường cong bán kính nhỏ làm tăng nguy cơ trật bánh khi xe đang chạy ở tốc độ thấp. Trong các điều kiện này, lực bánh xe thẳng đứng tác dụng đến ray ngoài giảm đi nhiều, đặc biệt là khi xoắn đường ray (xem EN 13848-1 và EN 13848-5) gây ra giảm lực bổ sung.

CHÚ THÍCH 3:

Giới hạn xoắn đường ray được xác định trong EN 13848-5 là hàm số của siêu cao áp dụng. Sử dụng giá trị siêu cao lớn sẽ áp đặt giá trị xoắn thấp hơn hoặc các biện pháp khác để đảm bảo an toàn.

6.3 Siêu cao thiếu I

Đối với các giá trị đã cho của bán kính R và siêu cao D cục bộ, và tốc độ V , siêu cao thiếu I được xác định theo Công thức (1):

$$I = D_{EQ} - D = q_E \frac{V^2}{R} - D \quad (1)$$

trong đó:

D_{EQ} là siêu cao cân bằng (mm), và

$$q_E = 11,8 \text{ mm.m.h}^2/\text{km}^2$$

CHÚ THÍCH 1:

Với siêu cao âm (-), siêu cao thiếu sẽ cao hơn siêu cao cân bằng.

Giới hạn trên chung đối với siêu cao thiếu I_{lim} được quy định trong Bảng 7.

Bảng 7 - Giới hạn trên đối với siêu cao thiếu I_{lim}

	Giới hạn bình thường ^a	Giới hạn đặc biệt ^a
Tàu không tự nghiêng		
$V \leq 220 \text{ km/h}$	153 mm	180 mm ^b
$220 \text{ km/h} < V \leq 300 \text{ km/h}$	153 mm ^b	
$300 \text{ km/h} < V \leq 360 \text{ km/h}$	100 mm ^b	
Tàu tự nghiêng		
$80 \text{ km/h} \leq V \leq 260 \text{ km/h}^c$	275 mm	300 mm

^a Là thực tế phổ biến để áp dụng các giới hạn khác nhau cho siêu cao thiếu cho các loại tàu khác nhau. Giả thiết rằng mọi xe đã được thử nghiệm và phê duyệt theo các quy trình trong EN 14363 ở các điều kiện bao gồm phạm vi vận hành siêu cao thiếu của chính nó (được ký hiệu là I_{adm} trong EN 14363). Ví dụ về các giới hạn cục bộ được thể hiện trong Phụ lục H (thông tin).

^b Xe tuân thủ EN 14363, được trang bị hệ thống bù siêu cao thiếu khác với hệ thống tự nghiêng, có thể được cho phép bởi Người quản lý cơ sở hạ tầng để chạy với giá trị siêu cao thiếu cao hơn.

^c Hiện tại, không có tuyến nào ở châu Âu được sử dụng hoặc lên kế hoạch trong đó tốc độ tối đa cho tàu tự nghiêng vượt quá 260 km/h.

CHÚ THÍCH 2:

Đối với một xe nhất định, siêu cao thiếu tăng sẽ làm tăng lực giữa bánh xe và ray; xem [Phụ lục I \(thông tin\)](#).

CHÚ THÍCH 3:

Tùy thuộc vào đặc điểm của các tính năng cụ thể trong đường ray, chẳng hạn như cầu có đường ray tẩm bản đặt trực tiếp, đường ray có ray nối, các đoạn tuyến tiếp xúc với gió ngang rất mạnh,... có thể cần phải hạn chế siêu cao thiếu cho phép. Quy tắc liên quan đến các hạn chế này không thể lập thành công thức sẵn trước vì chúng sẽ được quyết định bởi thiết kế các tính năng này.

CHÚ THÍCH 4:

Giá trị cao của siêu cao thiếu liên quan đến sự êm thuận (không êm thuận) cho hành khách, xem [Phụ lục J \(thông tin\)](#).

Đối đường ray có tâm ghi ở ray ngoài và đối với thiết bị co giãn, có giới hạn trên hạn chế hơn $I_{CE,lim}$ phụ thuộc vào tốc độ V , được quy định trong [Bảng 8](#).

Bảng 8 - Giới hạn trên đối với siêu cao thiếu cho đường ray có tâm ghi ở ray ngoài và đối với thiết bị co giãn $I_{CE,lim}$

	Giới hạn bình thường	Giới hạn đặc biệt
Tâm ghi thường cố định		
$V \leq 230$ km/h	110 mm	như giới hạn bình thường trong Bảng 7
230 km/h < $V \leq 360$ km/h	không cho phép	không cho phép
Tâm ghi góc tù cố định		
$V \leq 160$ km/h	100 mm	như giới hạn bình thường trong Bảng 7
160 km/h < $V \leq 230$ km/h	75 mm	như giới hạn bình thường trong Bảng 7
230 km/h < $V \leq 360$ km/h	không cho phép	không cho phép
Tâm ghi có phần di động		
$V \leq 230$ km/h	130 mm	như giới hạn bình thường trong Bảng 7
230 km/h < $V \leq 360$ km/h	80 mm	như giới hạn bình thường trong Bảng 7
Thiết bị co giãn		
$V \leq 160$ km/h	100 mm	như giới hạn bình thường trong Bảng 7
160 km/h < $V \leq 230$ km/h	80 mm	như giới hạn bình thường trong Bảng 7
230 km/h < $V \leq 360$ km/h	60 mm	như giới hạn bình thường trong Bảng 7

6.4 Siêu cao thừa E

Trên đường cong nằm ngang trong đó siêu cao thiếu (xác định trong [Công thức \(2\)](#)) là âm (-), sẽ có siêu cao thừa E xác định theo [Công thức \(3\)](#).

$$E = -I \quad (2)$$

Trên ghi có siêu cao, và trên đường ray đi bằng kết hợp với bộ ghi và tâm ghi có siêu cao, có thể cũng áp dụng siêu cao trên đường thẳng. Siêu cao cũng có thể được áp dụng trên các đường ray thẳng tạm thời. Trên đường ray thẳng có siêu cao, sẽ có siêu cao thừa E được xác định bởi [Công thức \(3\)](#):

$$E = D \quad (3)$$

Giới hạn trên chung đối với siêu cao thừa E_{lim} được quy định trong [Bảng 9](#). Các giới hạn này áp dụng cho tốc độ thường xuyên của tàu chậm nhất trên tuyến.

Bảng 9 - Giới hạn trên cho siêu cao thừa E_{lim}

Giới hạn bình thường	Giới hạn đặc biệt
110 mm	150 mm

CHÚ THÍCH:

Giá trị của E ảnh hưởng đến ứng suất ray trong, gây ra bởi tàu chạy chậm, do lực bánh xe/ ray thẳng đứng bán kính trên ray trong được tăng lên; xem [Phụ lục I \(thông tin\)](#).

Đối với đường ray có tâm ghi ở ray thấp và đối với thiết bị co giãn, có giới hạn trên hạn chế hơn $E_{CE,lim}$, xác định theo [Công thức \(4\)](#) và [Bảng 8](#):

$$E_{CE,lim} = I_{CE,lim} \quad (4)$$

Các yêu cầu liên quan đến thay đổi siêu cao thiếu ([Điều 6.5](#), [6.8](#), [6.11](#) và [6.13](#)) cũng áp dụng cho thay đổi siêu cao thừa.

6.5 Chiều dài chuyển tiếp siêu cao L_D và đường cong chuyển tiếp trên mặt bằng L_K

6.5.1 Tổng quát

Chuyển tiếp siêu cao thường nên trùng với đường cong chuyển tiếp. Tuy nhiên, có thể cần phải cung cấp chuyển tiếp siêu cao trong đường cong tròn và đường thẳng.

Đối với chuyển tiếp siêu cao và đường cong chuyển tiếp, các giới hạn như sau:

- Giới hạn dưới không phụ thuộc tốc độ đối với chiều dài đường cong chuyển tiếp $L_{K,lim}$ được quy định trong [Bảng 10](#);

Bảng 10 - Giới hạn dưới đối với chiều dài đường cong chuyển tiếp $L_{K,lim}$

Giới hạn bình thường	Giới hạn đặc biệt
20 m	0 m

- Giới hạn trên đối với độ dốc siêu cao $\left(\frac{dD}{ds}\right)_{lim}$ được quy định trong [Điều 6.6](#);
- Giới hạn trên đối với tốc độ thay đổi siêu cao $\left(\frac{dD}{dt}\right)_{lim}$ được quy định trong [Điều 6.7](#);
- Giới hạn trên đối với tốc độ thay đổi siêu cao thiếu $\left(\frac{dI}{dt}\right)_{lim}$ được quy định trong [Điều 6.8](#).

6.5.2 Chiều dài của đoạn chuyển tiếp siêu cao tuyến tính và đường clothoids

Đối với chuyển tiếp siêu cao tuyến tính và đường clothoids, độ dốc siêu cao $\left(\frac{dD}{ds}\right)$, tốc độ thay đổi siêu cao $\left(\frac{dD}{dt}\right)$ và tốc độ thay đổi siêu cao thiếu $\left(\frac{dI}{dt}\right)$ có thể được tính toán theo [Công thức \(5\)](#) đến [\(7\)](#):

$$\frac{dD}{ds} = \frac{\Delta D}{L_D} \quad (5)$$

$$\frac{dD}{dt} = \frac{V}{q_V} \times \frac{\Delta D}{L_D} \quad (6)$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{V}{q_V} \times \frac{\Delta I}{L_K} \quad (7)$$

trong đó:

ΔD - thay đổi siêu cao trên chiều dài L_D , như định nghĩa trong [Phụ lục K \(quy định\)](#),

ΔI - thay đổi siêu cao thiếu trên chiều dài L_K , như định nghĩa trong [Phụ lục K \(quy định\)](#),

V - tốc độ (km/h),

$q_V = 3,6$ (km/h)/(m/s).

Công thức (7) giả thiết rằng chuyển tiếp siêu cao bất kỳ trùng với đường cong chuyển tiếp, $L_K = L_D$ và **Công thức (5)** đến **(7)** cho rằng các tính chất toán học là không đổi trên chiều dài này. Mặt khác, đường cong chuyển tiếp và chuyển tiếp siêu cao phải được chia thành các phần (có các tính chất không đổi) mà được đánh giá riêng.

6.5.3 Chiều dài của đường cong chuyển tiếp với độ dốc không cố định của độ cong và siêu cao

Đối với đường cong chuyển tiếp có độ dốc không đổi của độ cong và siêu cao, độ dốc siêu cao $\left(\frac{dD}{ds}\right)$, tốc độ thay đổi siêu cao $\left(\frac{dD}{dt}\right)$ và tốc độ thay đổi siêu cao thiếu $\left(\frac{dI}{dt}\right)$ có thể được tính toán theo **Công thức (8)** đến **(10)**:

$$\frac{dD}{ds} = q_N \times \frac{\Delta D}{L_D} \quad (8)$$

$$\frac{dD}{dt} = q_N \times \frac{V}{q_V} \times \frac{\Delta D}{L_D} \quad (9)$$

$$\frac{dI}{dt} = q_N \times \frac{V}{q_V} \times \frac{\Delta I}{L_K} \quad (10)$$

trong đó:

ΔD - thay đổi siêu cao trên chiều dài L_D , như định nghĩa trong [Phụ lục K \(quy định\)](#),

ΔI - thay đổi siêu cao thiếu trên chiều dài L_K , như định nghĩa trong [Phụ lục K \(quy định\)](#),

V - tốc độ (km/h),

$q_V = 3,6$ (km/h)/(m/s),

hệ số q_N được xác định theo [Bảng 11](#).

Đối với một số loại chuyển tiếp nhất định có độ dốc không đổi của độ cong và siêu cao, giá trị của hệ số hệ số q_N được xác định theo [Bảng 11](#).

Bảng 11 - Hệ số q_N đối với chuyển tiếp có độ dốc không đổi của độ cong và siêu cao

Bloss	Cosine	Helmert (Schramm)	Sine (Klein)
1,5	$\pi/2$	2	2

Công thức (10) giả thiết rằng chuyển tiếp siêu cao bất kỳ trùng với đường cong chuyển tiếp, $L_K = L_D$ và **Công thức (8)** đến **(10)** cho rằng các tính chất toán học là không đổi trên chiều dài này. Mặt

khác, đường cong chuyển tiếp và chuyển tiếp siêu cao phải được chia thành các phần (với các tính chất không đổi) mà được đánh giá riêng.

Tiêu chí đối với tốc độ thay đổi siêu cao $\left(\frac{dD}{dt}\right)$ có thể được thay thế bằng tiêu chí đạo hàm bậc 2

của siêu cao theo thời gian $\left(\frac{d^2D}{dt^2}\right)$, như định nghĩa trong Điều 6.7.

CHÚ THÍCH:

Phụ lục C (thông tin) đưa ra thông tin bổ sung về đường clothoids với chuyển tiếp siêu cao tuyến tính và các loại đường cong chuyển tiếp và chuyển tiếp siêu cao khác.

6.6 Độ dốc siêu cao dD/ds

Giới hạn trên đối với độ dốc siêu cao $\left(\frac{dD}{ds}\right)_{\text{lim}}$ được quy định trong Bảng 12.

Bảng 12 - Giới hạn trên đối với độ dốc siêu cao $\left(\frac{dD}{ds}\right)_{\text{lim}}$

	Giới hạn bình thường	Giới hạn đặc biệt
$V \leq 50$ km/h	2,50 mm/m	3,33 mm/m ^a
$V > 50$ km/h	2,50 mm/m	

^a Theo EN 13848-5, có thể áp dụng giới hạn hạn chế hơn cho siêu cao so với giới hạn trong Bảng 6

6.7 Tốc độ thay đổi siêu cao dD/dt

Giới hạn trên đối với tốc độ thay đổi siêu cao $\left(\frac{dD}{dt}\right)_{\text{lim}}$ cho chuyển tiếp siêu cao tuyến tính và phi tuyến được quy định trong Bảng 13 và Bảng 14, tương ứng.

Bảng 13 - Giới hạn trên cho tốc độ thay đổi siêu cao $\left(\frac{dD}{dt}\right)_{\text{lim}}$ cho chuyển tiếp siêu cao tuyến tính

	Giới hạn bình thường	Giới hạn đặc biệt
Tàu không tự nghiêng $V \leq 200$ km/h		
$I \leq 160$ mm	50 mm/s	70 mm/s ^a
$160 \text{ mm} < I \leq 180$ mm	50 mm/s	60 mm/s
Tàu không tự nghiêng $200 \text{ km/h} < V \leq 360$ km/h		
	50 mm/s	60 mm/s
Tàu tự nghiêng $V \leq 200$ km/h		
	75 mm/s	95 mm/s
Tàu tự nghiêng $200 \text{ km/h} < V \leq 360$ km/h^b		
	60 mm/s	70 mm/s

<p>^a Khi $I \leq 153$ mm và $\frac{dI}{dt} \leq 70$ mm/s, giới hạn đặc biệt đối với $\frac{dD}{ds}$ có thể tăng lên đến 85 mm/s.</p> <p>^b Hiện nay, không có tuyến nào ở châu Âu sử dụng hoặc thiết kế với tốc độ lớn nhất cho tàu tự nghiêng vượt quá 260 km/h.</p>

Bảng 14 - Giới hạn trên cho tốc độ thay đổi siêu cao $\left(\frac{dD}{dt}\right)_{\text{lim}}$ cho chuyển tiếp siêu cao phi tuyến

Giới hạn bình thường	Giới hạn đặc biệt
$V \leq 300$ km/h ^a	
55 mm/s	76 mm/s ^b
<p>^a Hiện nay, không có tuyến nào ở châu Âu sử dụng hoặc thiết kế với tốc độ lớn nhất trên chuyển tiếp siêu cao phi tuyến vượt quá 300 km/h.</p> <p>^b Khi giá trị tuyệt đối của đạo hàm bậc 2 của siêu cao theo thời gian $\frac{d^2D}{dt^2}$ nhỏ hơn 150 mm/s² thì giới hạn này có thể được tăng lên.</p>	

6.8 Tốc độ thay đổi siêu cao thấp dI/dt

Giới hạn trên đối với tốc độ thay đổi siêu cao thấp $\left(\frac{dI}{dt}\right)_{\text{lim}}$ cho đường clothoids và đường cong chuyển tiếp với độ dốc không đổi được quy định trong **Bảng 15** và **Bảng 16**, tương ứng.

Bảng 15 - Giới hạn trên đối với tốc độ thay đổi siêu cao thấp $\left(\frac{dI}{dt}\right)_{\text{lim}}$ cho đường clothoids

	Giới hạn bình thường	Giới hạn đặc biệt
Tàu không tự nghiêng $V \leq 220$ km/h		
$I \leq 160$ mm	55 mm/s	100 mm/s
$160 \text{ mm} < I \leq 180$ mm	55 mm/s	90 mm/s
Tàu không tự nghiêng $220 \text{ km/h} < V \leq 300$ km/h		
	55 mm/s	75 mm/s
Tàu không tự nghiêng $300 \text{ km/h} < V \leq 360$ km/h		
	30 mm/s	55 mm/s
Tàu tự nghiêng $V \leq 225$ km/h		
	100 mm/s	180 mm/s
Tàu không tự nghiêng $225 \text{ km/h} < V \leq 260$ km/h ^a		
	80 mm/s	
<p>^a Hiện nay, không có tuyến nào ở châu Âu sử dụng hoặc thiết kế với tốc độ lớn nhất cho tàu tự nghiêng vượt quá 260 km/h.</p>		

Bảng 16 - Giới hạn trên đối với tốc độ thay đổi siêu cao thấp $\left(\frac{dI}{dt}\right)_{\text{lim}}$ cho đường cong chuyển tiếp với độ dốc không đổi

Giới hạn bình thường	Giới hạn đặc biệt
Tàu không tự nghiêng $V \leq 300$ km/h	
95 mm/s	120 mm/s
Tàu không tự nghiêng 300 km/h < $V \leq 360$ km/h	
30 mm/s	55 mm/s
Tàu tự nghiêng $V \leq 225$ km/h	
100 mm/s	180 mm/s
Tàu không tự nghiêng 225 km/h < $V \leq 260$ km/h^a	
95 mm/s	120 mm/s
^a Hiện nay, không có tuyến nào ở châu Âu sử dụng hoặc thiết kế với tốc độ lớn nhất cho tàu tự nghiêng vượt quá 260 km/h.	

Khi đường cong chuyển tiếp có chiều dài không đạt chuẩn đối với tiêu chí $\frac{dI}{dt}$, thì tiêu chí này sẽ được thay thế bằng tiêu chí mà thay đổi siêu cao thiếu trên chiều dài của nó phải nhỏ hơn giới hạn trên đối với sự thay đổi đột ngột của siêu cao thiếu ΔI , như định nghĩa trong Điều 6.11.

CHÚ THÍCH:

Giá trị cao cho tốc độ thay đổi siêu cao thiếu không liên quan đến sự êm thuận cho hành khách; xem Phụ lục J (thông tin).

Đối với tàu tự nghiêng, cả hệ thống nghiêng chủ động và bị động đều cần thời gian để điều chỉnh góc nghiêng với bán kính đường cong và vì lý do này, đường cong ngang sẽ bao gồm đường cong chuyển tiếp có chiều dài đầy đủ. Đường cong chuyển tiếp phải trùng với chuyển tiếp siêu cao. Nếu không, các thử nghiệm chạy tàu đặc biệt được khuyến nghị để xác định xem có cần phải giảm tốc độ cho phép hay không.

Trên các tuyến có tàu tự nghiêng, đường clothoids thường được sử dụng cho đường cong chuyển tiếp, tạo ra sự biến đổi tuyến tính của độ cong. Khi sử dụng đường cong chuyển tiếp với độ dốc không đổi, chức năng của hệ thống tự nghiêng sẽ được tính đến để phân tích sự tương tác phức tạp giữa xe và đường ray.

6.9 Chiều dài siêu cao không đổi giữa hai chuyển tiếp siêu cao tuyến tính L_i

Giới hạn dưới đối với chiều dài của siêu cao không đổi đặt giữa hai chuyển tiếp siêu cao tuyến tính $L_{i,lim}$ được quy định trong Bảng 17.

Bảng 17 - Giới hạn dưới đối với chiều dài của siêu cao không đổi giữa hai chuyển tiếp siêu cao tuyến tính $L_{i,lim}$

Giới hạn bình thường	Giới hạn đặc biệt ^a
20 m	0 m
^a Nên tránh sử dụng giới hạn đặc biệt giữa hai chuyển tiếp siêu cao tuyến tính với tổng thay đổi độ dốc siêu cao nhiều hơn giới hạn trên trong Bảng 12.	

Đối với phương pháp khác để xác định chiều dài tối thiểu, xem Phụ lục L (thông tin).

6.10 Thay đổi đột ngột của độ cong ngang

Thay đổi đột ngột của độ cong có thể xảy ra ở chỗ tiếp giáp với ghi và tâm ghi, tại hướng tuyến đối với tốc độ thấp (đường tránh,...) hoặc ở chỗ lệch hướng tuyến nhỏ trong phạm vi chiều dài hữu

hạn. Đó là điều không thể tránh khỏi trên ít nhất một đường ray của ghi. Trong hầu hết các trường hợp khác, nên sử dụng đường cong chuyển tiếp.

Đối với thay đổi đột ngột của độ cong, có các giới hạn như sau:

- Giới hạn trên đối với thay đổi đột ngột của siêu cao thiếu ΔI_{lim} được quy định trong Điều 6.11;
- Giới hạn dưới đối với chiều dài giữa hai thay đổi đột ngột của độ cong $L_{c,lim}$ trong Điều 6.12;
- Giới hạn dưới đối với chiều dài giữa hai thay đổi đột ngột của siêu cao thiếu $L_{s,lim}$ trong Điều 6.13.

6.11 Thay đổi đột ngột của siêu cao thiếu ΔI

Thay đổi đột ngột của siêu cao thiếu ΔI xảy ra khi có sự thay đổi đột ngột về độ cong. Điểm tiếp tuyến với thay đổi đột ngột của siêu cao thiếu tạo ra động lực học của xe bị xáo trộn.

Độ lớn thay đổi đột ngột của siêu cao thiếu được xác định bởi các quy tắc ký hiệu nêu trong Phụ lục K (quy định).

Giới hạn trên đối với thay đổi đột ngột của siêu cao thiếu ΔI_{lim} được quy định trong Bảng 18.

Bảng 18 - Giới hạn trên đối với thay đổi đột ngột của siêu cao thiếu ΔI_{lim}

	Giới hạn bình thường	Giới hạn đặc biệt
$V \leq 60$ km/h	110 mm	130 mm ^a
60 km/h < $V \leq 200$ km/h	100 mm	125 mm
200 km/h < $V \leq 230$ km/h	85 mm	
230 km/h < $V \leq 360$ km/h	25 mm ^b	
^a Khi $V \leq 40$ km/h và $ I \leq 75$ mm, cả trước và sau thay đổi đột ngột độ cong, giới hạn đặc biệt đối với ΔI có thể được nâng lên 150 mm. ^b Giới hạn này nhằm mục đích để có thể áp dụng cho đường ray bình thường. Hiện tại, không có ghi nào được thiết kế cho tốc độ cao hơn trong đường ray rẽ hơn 230 km/h.		

Khu vực bên ngoài ghi và tâm ghi, giá trị thiết kế đối với thay đổi đột ngột của siêu cao thiếu (nếu được sử dụng) nên thấp hơn nhiều so với giới hạn trên trong Bảng 18.

Khi có thay đổi đột ngột của siêu cao thiếu, một số đường sắt châu Âu sử dụng nguyên tắc chuyển tiếp ảo được mô tả trong Phụ lục M (thông tin). Giá trị của thay đổi đột ngột của siêu cao thiếu, khi dựa trên nguyên tắc chuyển tiếp ảo, cũng phải tuân theo các giới hạn trên quy định trong Bảng 18.

6.12 Chiều dài giữa hai thay đổi đột ngột của độ cong ngang L_c

Có các giới hạn về độ lệch ngang của đuôi xe (end throw) có thể khác nhau như thế nào giữa hai xe liền kề. Tiêu chí này liên quan đến khóa đệm, nhưng cũng liên quan đến những xe có khớp nối trung tâm có thể có giới hạn tương tự. Độ lệch ngang của đuôi xe là độ lệch ngang hình học (geometrical throw) của phần đuôi xe trong đường cong, như được định nghĩa ở EN 15273-1.

Tiêu chuẩn này dựa trên tiêu chí về sự khác biệt của độ lệch ngang của đuôi xe tĩnh. Giới hạn đề cập đến đường cong tròn dài có bán kính 190 m được kết nối với đường cong tròn dài, cũng có bán kính 190 m, theo hướng ngược lại, với đoạn thẳng trung gian dài 6,0 m. Điều này dẫn đến giá trị lớn nhất đối với độ lệch ngang của đuôi xe là 395 mm đối với hai toa xe khách dài 26,4 m với khoảng cách bogie là 19,0 m, và cho phép đường cong tròn dài bán kính 213 m được kết nối trực tiếp với đường cong tròn dài, cũng có bán kính 213 m, theo hướng ngược lại. Nó cũng cho phép kết hợp bất kỳ đường cong tròn dài nào mà ở đó sự thay đổi độ cong nhỏ hơn $1/106,5$ m⁻¹.

CHÚ THÍCH:

Toa xe khách EUROFIMA với các đặc điểm sau (chiều dài 26,4 m, khoảng cách bogie 19,0 m, chiều rộng đệm 635 mm, độ rơ ngang của xe ± 60 mm) đáp ứng các yêu cầu liên quan đến phục hồi bộ đệm cho tình huống tham chiếu ở trên.

Đối với đường ray vận tải hàng hóa chuyên dụng, tiêu chí này dựa trên sự khác biệt về độ lệch ngang của đuôi xe tính đối với hai xe hàng dài 18,0 m với khoảng cách bogie là 12,0 m, phải được giới hạn tới tối đa là 225 mm. Tiêu chí này cho phép đường cong tròn dài bán kính 200 m được kết nối trực tiếp với đường cong tròn dài, cũng có bán kính 200 m, theo hướng ngược lại. Nó cũng cho phép mọi sự kết hợp của các đường cong tròn trong đó thay đổi độ cong nhỏ hơn $1/100 \text{ m}^{-1}$.

Khi các đường cong ngang có độ cong khác nhau hơn $1/106,5 \text{ m}^{-1}$ hoặc $1/100 \text{ m}^{-1}$, tương ứng, một bộ phận trung gian sẽ được chèn vào để giảm sự khác nhau về độ lệch ngang của đuôi xe, bằng cách sử dụng phương pháp tính trong EN 15273-1, xuống nhỏ hơn hoặc bằng 395 mm hoặc 225 mm, tương ứng. Bộ phận trung gian này có thể là đường thẳng, đường cong chuyển tiếp, hoặc đường cong tròn. Chiều dài cần thiết của bộ phận trung gian phụ thuộc vào bán kính của các đường cong bán kính nhỏ cũng như loại bộ phận trung gian.

Đối với các phương tiện có các đặc điểm khác, người ta giả thiết rằng bánh răng chạy, bộ nối và bộ đệm được thiết kế cho chiều dài tối thiểu của bộ phận trung gian L_c .

Người quản lý cơ sở hạ tầng có thể quy định hạn chế hơn, chiều dài dài hơn trên (các phần chuyên dụng của) mạng của họ để ngăn khóa đệm cho các xe hiện tại không đáp ứng các giả thiết này.

Bảng 19 quy định giới hạn dưới nhất định cho chiều dài của bộ phận trung gian thẳng cho kết hợp nhất định của đường cong tròn dài theo hướng ngược lại. Đường ray có giá trị khổ khai thác tối đa là 1.470 mm (khổ đường danh định 1.435 mm cộng với 35 mm, xem EN 13848-5). Phụ lục N quy định chi tiết hơn và nhiều ví dụ hơn.

Bảng 19 - Giới hạn dưới nhất định cho chiều dài giữa hai thay đổi đột ngột của độ cong $L_{c,lim}$

Trình tự hướng tuyến	Giới hạn đối với đường ray cho tàu khách	Giới hạn đối với đường ray cho tàu hàng chuyên dụng
$R = 150 \text{ m} - \text{thẳng} - R = 150 \text{ m}$	10,78 m	6,79 m
$R = 160 \text{ m} - \text{thẳng} - R = 160 \text{ m}$	9,48 m	6,01 m
$R = 170 \text{ m} - \text{thẳng} - R = 170 \text{ m}$	8,30 m	5,20 m
$R = 180 \text{ m} - \text{thẳng} - R = 180 \text{ m}$	7,20 m	4,25 m
$R = 190 \text{ m} - \text{thẳng} - R = 190 \text{ m}$	6,00 m	3,01 m
$R = 200 \text{ m} - \text{thẳng} - R = 200 \text{ m}$	4,50 m	0
$R = 210 \text{ m} - \text{thẳng} - R = 210 \text{ m}$	2,11 m	0
$R = 213 \text{ m} - \text{thẳng} - R = 213 \text{ m}$	0	0

6.13 Chiều dài giữa hai thay đổi đột ngột của siêu cao thiếu L_s

Động lực học của xe bị xáo trộn được tạo ra bởi sự thay đổi đột ngột của siêu cao thiếu được tắt dần theo hàm số của thời gian.

Giới hạn dưới phụ thuộc tốc độ đối với chiều dài của bộ phận trung gian giữa hai thay đổi đột ngột siêu cao thiếu $L_{s,lim}$ được quy định trong Công thức (11) và Bảng 20:

$$L_{s,lim} = q_{s,lim} \times V \quad (11)$$

trong đó:

$q_{s,lim}$ - hệ số (m.h/km) xác định trong Bảng 20,

V - tốc độ của tàu (km/h).

Bảng 20 - Giới hạn dưới của hệ số $q_{s,lim}$ xác định chiều dài tối thiểu giữa hai điểm tiếp tuyến với thay đổi đột ngột của siêu cao thiếu ($L_{s,lim}$)

	Giới hạn bình thường	Giới hạn đặc biệt
$V \leq 70$ km/h	0,20	0,10 ^a
70 km/h < $V \leq 100$ km/h	0,20	0,15 ^b
100 km/h < $V \leq 360$ km/h	0,25	0,19
^a Khi $\Delta I \leq 110$ mm và $V \leq 50$ km/h, $q_{s,lim}$ có thể giảm đến 0,08 m.h/km. ^b Khi $\Delta I \leq 100$ mm và $V \leq 90$ km/h, $q_{s,lim}$ có thể giảm đến 0,10 m.h/km.		

CHÚ THÍCH:

Đối với ghi và tâm ghi đặt trên đường cong chuyển tiếp, chiều dài giữa hai thay đổi đột ngột của siêu cao thiếu có thể liên quan đến nhiều hơn một bộ phận trung gian.

Bộ phận trung gian thường là một phần tử có siêu cao thiếu không đổi (hoặc siêu cao thừa không đổi). Trong trường hợp siêu cao thiếu không phải là hằng số, tốc độ thay đổi của siêu cao thiếu không được cao hơn giới hạn trên trong Điều 6.8.

Giới hạn dưới $L_{s,lim}$ không áp dụng khi tổng thay đổi siêu cao thiếu qua hai (hoặc nhiều hơn) điểm tiếp tuyến không vượt quá giới hạn trên trong Điều 6.11. Độ lớn của tổng thay đổi siêu cao thiếu được xác định bởi quy tắc ký hiệu nêu trong Phụ lục K (quy định).

Khi có thay đổi đột ngột của siêu cao thiếu, một số đường sắt châu Âu sử dụng nguyên tắc chuyển tiếp ảo mô tả trong Phụ lục M (thông tin). Chiều dài giữa hai điểm tiếp tuyến với thay đổi đột ngột của siêu cao thiếu, khi dựa trên nguyên tắc chuyển tiếp ảo, cũng sẽ tuân theo giới hạn dưới được quy định trong Bảng 20.

6.14 Độ dốc của đường ray p

Giá trị tuyệt đối của độ dốc đường ray p sẽ bị giới hạn do lực kéo có sẵn liên quan đến khối lượng tàu, cũng như tính năng hãm của tàu. Không có giới hạn trên cho độ lớn của độ dốc được quy định trong Tiêu chuẩn này. Đối với những xem xét thiết kế nhất định, xem Phụ lục O (thông tin).

CHÚ THÍCH 1:

Giới hạn trên cho độ dốc đường ray được xác định trong TSI INF.

Giới hạn dưới cho chiều dài của độ dốc đường ray không đổi $L_{g,lim}$ được quy định trong Bảng 21.

Bảng 21 - Giới hạn dưới đối với chiều dài của độ dốc đường ray không đổi $L_{g,lim}$

Giới hạn bình thường	Giới hạn đặc biệt
20 m	0 m

Đối với các tuyến cho đầu máy toa xe nhất định có hệ thống treo bằng khí thứ cấp, giữa đường cong đứng lồi và đường cong đứng lõm, mà đều có bán kính cong đứng gần với giới hạn đặc biệt dưới như định nghĩa trong Điều 6.15, thì nên áp dụng giới hạn dưới $0,5 \text{ m}/(\text{km/h}) \times V$ cho chiều dài độ dốc trung gian không đổi.

Không có giới hạn trên cho chiều dài của độ dốc đường ray không đổi $L_{g,u,lim}$ được quy định trong Tiêu chuẩn này.

CHÚ THÍCH 2:

Các giới hạn trên nhất định đối với chiều dài của độ dốc đường ray được xác định trong TSI INF.

6.15 Bán kính đường cong đứng R_v

Đường cong đứng thường được thiết kế dưới dạng parabol (đa thức bậc 2) hoặc là đường cong tròn. Chúng có thể được thiết kế mà không có đường cong chuyển tiếp.

CHÚ THÍCH:

Đường cong đứng trong đường rẽ của bộ ghi và tâm ghi có thể là đa thức bậc cao hơn so với parabol.

Bộ ghi và tâm ghi nên được lắp đặt ở chỗ đường ray bằng, trên độ dốc không đổi, hoặc ở bán kính cong đứng lớn. Giới hạn dưới không phụ thuộc tốc độ đối với bán kính cong đứng $R_{v,lim}$ được quy định trong **Bảng 22**.

Bảng 22 - Giới hạn dưới đối với bán kính cong đứng $R_{v,lim}$

	Giới hạn bình thường	Giới hạn đặc biệt
Chung	2.000 m	500 m ^a
Ghi và tâm ghi, đường cong lồi	5.000 m	2.000 m
Ghi và tâm ghi, đường cong lõm	3.000 m	2.000 m
Dốc gù cho lập tàu, đường cong lồi		250 m ^a
Dốc gù cho lập tàu, đường cong lõm		300 m ^a
^a Không phải tất cả các xe được thiết kế và phê duyệt cho bán kính cong đứng nhỏ hơn 500 m (xem EN 15273-2).		

Bán kính cong đứng cho cả đường ray thẳng và ghi và tâm ghi cũng phải tuân theo các giới hạn dưới phụ thuộc vào tốc độ được quy định trong **Công thức (12)** và **Bảng 23**.

$$R_v \geq q_{R,lim} \times V^2 \quad (12)$$

Bảng 23 - Giới hạn dưới đối với hệ số cho bán kính cong đứng $q_{R,lim}$

	Giới hạn bình thường	Giới hạn đặc biệt
Đường cong lồi	0,35 m.h ² /km ²	0,15 m.h ² /km ²
Đường cong lõm	0,35 m.h ² /km ²	0,13 m.h ² /km ²

Không có giới hạn trên cho bán kính cong đứng trong Tiêu chuẩn này. Tuy nhiên, các tiêu chuẩn quốc gia có thể có giới hạn trên như vậy, liên quan đến khả năng của phần mềm hướng tuyến để xử lý số lượng rất lớn hoặc các khía cạnh thực tế khác.

6.16 Chiều dài đường cong đứng L_v

Giới hạn dưới đối với chiều dài đường cong đứng $L_{v,lim}$ được quy định trong **Bảng 24**.

Bảng 24 - Giới hạn dưới đối với chiều dài đường cong đứng $L_{v,lim}$

Giới hạn bình thường	Giới hạn đặc biệt
20 m	0 m

6.17 Thay đổi đột ngột của độ dốc đường ray Δp

Hai độ dốc đường ray không đổi thường sẽ không được kết nối với nhau mà không có đường cong đứng trung gian. Trong các trường hợp đặc biệt, có thể có thay đổi đột ngột của độ dốc đường ray Δp . Độ lớn của thay đổi đột ngột của độ dốc đường ray Δp được xác định bởi các quy tắc ký hiệu được đưa ra trong **Phụ lục K (quy định)**.

Giới hạn trên cho thay đổi đột ngột của độ dốc đường ray Δp_{lim} được quy định **Bảng 25**.

Bảng 25 - Giới hạn trên cho thay đổi đột ngột của độ dốc đường ray trong đường thẳng Δp_{lim}

	Giới hạn bình thường	Giới hạn đặc biệt
$0 \text{ km/h} < V \leq 230 \text{ km/h}$	1 mm/m	2 mm/m
$230 \text{ km/h} < V \leq 360 \text{ km/h}$	0,5 mm/m	1 mm/m

Đối với đường tránh, có tốc độ cho phép không vượt quá **40 km/h**, giới hạn đặc biệt có thể được nâng đến **4,5 mm/m**, với điều kiện là thay đổi đột ngột của độ dốc xảy ra bên ngoài ghi và tâm ghi.

Bên trong bộ ghi và tâm ghi đặt qua điểm tiếp tuyến, trong đó có thay đổi đột ngột của độ dốc siêu cao, sẽ có thay đổi đột ngột của độ dốc đường ray đối với đường ray rẽ. Ảnh hưởng này có thể được bỏ qua do nó được tính đến bởi giới hạn trên cho độ dốc siêu cao.

CHÚ THÍCH:

Đối với đường dốc lên phà, giới hạn cho thay đổi đột ngột độ dốc đường ray được quy định trong **EN 15273-3**.

Hai thay đổi đột ngột của độ dốc đường ray không nên bố trí gần sát nhau. Tuy nhiên, sự bố trí có thể được chứng minh là đúng trong đường ray rẽ giữa hai bộ ghi và tâm ghi. Khoảng cách giữa hai thay đổi đột ngột của độ dốc đường ray nên vượt quá chiều dài của đường cong đứng, với bán kính cong theo **Điều 6.15**, tạo ra cùng một thay đổi của độ dốc đường ray.

Phụ lục A (Quy định)

QUY TẮC CHUYỂN ĐỔI GIÁ TRỊ CÁC THAM SỐ CHO ĐƯỜNG KHỔ RỘNG HƠN 1.435 mm

A.1 Phạm vi

Phụ lục này mô tả các quy tắc, sẽ được áp dụng để chuyển đổi các giá trị và giới hạn trong tiêu chuẩn cho các khổ đường rộng hơn 1.435 mm.

Phụ lục B quy định giới hạn của các tham số hướng tuyến đường ray, dựa trên các quy tắc sau, mà phải được áp dụng cho các đường ray có khổ đường 1.520 mm, 1.524 mm và 1.668 mm.

A.2 Kí hiệu và các chữ viết tắt

Trừ khi có quy định khác, các ký hiệu và chữ viết tắt của Bảng A.1 áp dụng cho Phụ lục A.

Bảng A.1 - Kí hiệu và các chữ viết tắt

TT	Kí hiệu	Định danh	Đơn vị
31	a_i, a_{i1}	gia tốc ngang bán tĩnh, ở cao độ đường ray, nhưng song song với sàn xe	m/s ²
32	a_q, a_{q1}	gia tốc ngang không bù trong mặt phẳng chạy xe	m/s ²
33	b	khoảng cách các trục của bánh xe	m
34	B, B_1	khoảng cách giữa các điểm treo đàn hồi trên một bộ bánh xe	mm
35	$\frac{da_i}{dt}, \frac{da_{i1}}{dt}$	tốc độ thay đổi gia tốc ngang bán tĩnh ở cao độ đường ray nhưng song song với sàn xe	m/s ³
36	$\frac{dD}{ds}, \frac{dD_1}{ds}$	độ dốc siêu cao	mm/m
37	$\frac{dD}{dt}, \frac{dD_1}{dt}$	tốc độ thay đổi siêu cao	mm/s
38	$\frac{dI}{dt}, \frac{dI_1}{dt}$	tốc độ thay đổi siêu cao thiếu	mm/s
39	D, D_1	siêu cao	mm
40	e, e_1	khoảng cách giữa các điểm tâm danh định của hai diện tích tiếp xúc của bộ bánh xe (ví dụ: khoảng 1.500 mm đối với khổ đường danh định 1.435 mm)	mm
41	E, E_1	siêu cao thừa	mm
42	H_s	lực ngang bán tĩnh được áp dụng bởi một bộ bánh xe cho đường ray	N
43	h_g	chiều cao trên đỉnh của ray cho tâm khối lượng của xe	m
44	I, I_1	siêu cao thiếu	mm
45	K, K_1	hệ số độ cứng treo	N/m
46	q_E, q_{E1}	hệ số cho tính toán siêu cao cân bằng	mm.m.h ² /km ²
47	Q_N	lực bánh xe/ ray thẳng đứng danh định	N
48	s_r	hệ số uốn lắn, tương đương với hệ số linh hoạt trong EN 15273-1	-

49	s_t	hệ số bù nghiêng của hệ thống tự nghiêng	-
50	u	thay đổi cao độ ngang giữa các bánh xe được liên kết bởi hệ thống treo	m
51	W	tỷ lệ e_1/e ($e_1/1.500$ mm)	-
52	$\Delta a_i, \Delta a_{i1}$	thay đổi đột ngột của gia tốc ngang bán kính Δa_1	m/s^2
53	$\Delta D, \Delta D_1$	thay đổi siêu cao thiếu (và/hoặc siêu cao thừa) trên một chuyển tiếp, hoặc thay đổi đột ngột của siêu cao thiếu ở điểm tiếp tuyến	mm
54	$\Delta I, \Delta I_1$	thay đổi siêu cao đường ray chung dọc theo chuyển tiếp siêu cao	mm
55	$\Delta Q, \Delta Q_1$	số gia lực ngang bán kính của bánh xe/ ray	mm
56	$\dot{\phi}, \dot{\phi}_1$	vận tốc lăn	rad/s

Các tham số được đặt chỉ số 1 liên quan đến các giá trị được chuyển đổi cho các khổ đường danh định rộng hơn 1.435 mm, ngược lại là các giá trị của khổ đường 1.435 mm ban đầu, mà không được đặt chỉ số.

A.3 Các giả thiết cơ bản và quy tắc tương đương

A.3.1 Tổng quát

Các điều kiện dựa trên cùng một tiêu chí cho các khái niệm sau:

- lực và an toàn đường ray;
- khía cạnh kinh tế của bảo trì đường ray;
- sự êm thuận khi xe chạy và hệ số uốn lăn.

Người ta giả thiết rằng:

- hệ thống đường ray và chất lượng đường ray là tương tự đối với các khổ đường rộng hơn;
- thành phần của phương tiện và sắp xếp bánh xe của chúng là tương tự nhau; khối lượng, vị trí của trọng tâm, độ cứng và giảm chấn là tương tự nhau; giới hạn an toàn tương tự được áp dụng đối với trật bánh $\left(\frac{Y}{Q}\right)_{\lim}$;
- các mức an toàn như nhau liên quan đến giới hạn dịch chuyển của đường ray, sẽ thu được bằng cách sử dụng các mức tương tự cho H_s và, trong trường hợp trật bánh và lật, bằng cách sử dụng các giá trị tương tự của lực thẳng đứng giảm, ΔQ , trên các bánh xe (bánh xe dẫn hướng trong trường hợp trật bánh);
- độ mỏi của đường ray như nhau, sẽ thu được nếu các giá trị H_s và Q được duy trì;
- sự êm thuận của hành khách đi xe như nhau, sẽ thu được nếu các giá trị a_i , $\frac{da_i}{dt}$ và Δa_i được giữ nguyên.

A.3.2 Công thức cơ bản

Công thức (A.1) định lượng ảnh hưởng của siêu cao thiếu I đến lực ngang bán kính giữa bánh xe và đường ray H_s :

$$H_s = 2 \times Q_N \times \frac{I}{e} \quad (\text{A.1})$$

Công thức (A.2) định lượng ảnh hưởng của siêu cao thiếu I đến số gia lực bán kính thẳng đứng của bánh xe/ ray ΔQ :

$$\Delta Q = 2 \times Q_N \times I \times \frac{h_g}{e^2} \quad (\text{A.2})$$

Trong trường hợp siêu cao thừa, I được thay thế bằng E trong Công thức (A.1) và (A.2) (xem Điều 6.4).

Công thức (A.3) định lượng ảnh hưởng của biến đổi cao độ ngang u đến số gia lực bán kính thẳng đứng của bánh xe/ ray ΔQ :

$$\Delta Q = K \times \frac{u}{4} \times \left(\frac{B}{e}\right)^2 \quad (\text{A.3})$$

Đối với phương tiện đường sắt thông thường, khoảng cách B có thể giả thiết là dài hơn 500 mm so với khoảng cách e . Đối với khổ đường 1.435 mm, B có thể giả thiết là 2.000 mm.

Công thức (A.4) và (A.5) định lượng ảnh hưởng của siêu cao thiếu I đến gia tốc ngang không bù trên mặt phẳng đường ray và bên trong thân xe (của xe không tự nghiêng), tương ứng:

$$a_q = g \times \frac{I}{e} \quad (\text{A.4})$$

$$a_i = (1 + s_r) \times a_q \quad (\text{A.5})$$

A.3.3 Dữ liệu cơ bản

Giá trị của các tham số đối với khổ đường danh định rộng hơn 1.435 mm sẽ được đặt tên bằng chỉ số 1. Mỗi hệ thống mạng phải tính đến các giá trị của e_1 và B_1 . Nếu không có sẵn, e_1 có thể thu được bằng cách thêm 65 mm vào khổ đường, và B_1 có thể được giả thiết là dài hơn 500 mm so với khoảng cách e_1 .

Hệ số chuyển đổi thông thường W được xác định theo Công thức (A.6):

$$W = \frac{e_1}{e} = \frac{e_1}{1500\text{mm}} \quad (\text{A.6})$$

Đối với các khổ đường rộng hơn 1.435 mm, Công thức (A.7) và (A.8) áp dụng:

$$W > 1 \quad (\text{A.7})$$

$$B_1 > B \quad (\text{A.8})$$

A.4 Quy tắc chuyển đổi chi tiết

A.4.1 Tổng quát

Định nghĩa của các Điều sau đây, đối với mỗi tham số thiết kế hướng tuyến đường ray, quy tắc chuyển đổi sẽ được áp dụng.

A.4.2 Siêu cao D_1 (Điều 6.2 của tiêu chuẩn này)

Bán kính cong ngang có thể được rút ra từ các giá trị của siêu cao D và siêu cao thiếu I theo Công thức (A.9):

$$R = C \times \frac{V^2}{D + I} \quad (\text{A.9})$$

Hệ số để tính toán siêu cao cân bằng C có thể được rút ra bằng Công thức (A.10) và (A.11):

$$C_1 = \frac{e_1}{(q_v)^2 \times g} \quad (\text{A.10})$$

$$C = \frac{e}{(q_v)^2 \times g} \quad (\text{A.11})$$

trong đó:

$$q_v = 3,6 \text{ (km/h)/(m/s)},$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2.$$

Kết hợp các Công thức (A.10) - (A.11) rút ra Công thức (A.12) phải được sử dụng cùng với các giá trị tương ứng cho siêu cao và siêu cao thiếu đối với giá trị khổ đường được sửa đổi, D_1 và I_1 :

$$C_1 = r \times C \quad (\text{A.12})$$

a) An toàn:

1) Giới hạn dịch chuyển của đường ray: không liên quan

2) Trật bánh và lật tàu: lực thẳng đứng giảm ΔQ trên ray cao (trong trường hợp tàu bị dừng hoặc chạy ở tốc độ thấp) có thể được ước tính bằng Công thức (A.13) - (A.14):

$$\Delta Q_1 = 2 \times Q_N \times D_1 \times \frac{h_g}{e_1^2} \quad (\text{A.13})$$

$$\Delta Q = 2 \times Q_N \times D \times \frac{h_g}{e^2} \quad (\text{A.14})$$

Giả sử lượng giảm lực thẳng đứng của bánh xe/ ray giống nhau, $\Delta Q_1 = \Delta Q$, Công thức (A.15) áp dụng:

$$D_1 = W^2 \times D \quad (\text{A.15})$$

Giới hạn siêu cao là hàm số của bán kính cong ngang được quy định bởi Công thức (A.16):

$$D_{1R,\text{lim}} = W^2 \times D_{R,\text{lim}} = W^2 \times \frac{R - 50m}{1,5m / mm} \quad (\text{A.16})$$

b) Tiêu chí mỗi đường ray:

1) Các lực thẳng đứng bổ sung trên ray thấp (tốc độ thấp) ΔQ có thể được ước tính bằng Công thức (A.13) - (A.14). Do đó, Công thức (A.15) áp dụng cho tiêu chí này.

2) Lực ngang bán tĩnh được áp dụng bởi một bánh xe cho đường ray (tốc độ thấp) H_s có thể được ước tính bằng Công thức (A.17) - (A.18):

$$H_{s1} = 2 \times Q_N \times \frac{D_1}{e_1} \quad (\text{A.17})$$

$$H_s = 2 \times Q_N \times \frac{D}{e} \quad (\text{A.18})$$

Giả thiết lực ngang giả tĩnh giống nhau, $H_{s1} = H_s$, Công thức (A.19) áp dụng:

$$D_1 = W \times D \quad (\text{A.19})$$

c) Sự êm thuận cho hành khách:

Gia tốc ngang trong thân xe (tốc độ thấp) a_i có thể được ước tính bằng Công thức (A.20) và (A.21):

$$a_{i1} = (1 + s_{r1}) \times a_{q1} = (1 + s_{r1}) \times g \times \frac{D_1}{e_1} \quad (\text{A.20})$$

$$a_i = (1 + s_r) \times a_q = (1 + s_r) \times g \times \frac{D}{e} \quad (\text{A.21})$$

Giả thiết gia tốc ngang giống nhau, $a_{i1} = a_i$, Công thức (A.22) áp dụng:

$$D_1 = \frac{1 + s_r}{1 + s_{r1}} \times W \times D \quad (\text{A.22})$$

Đối với $s_{r1} = s_r$, Công thức (A.22) có thể được đơn giản hóa thành Công thức (A.23):

$$D_1 = W \times D \quad (\text{A.23})$$

d) Quy tắc cho chuyển đổi giá trị:

Giới hạn bình thường và giới hạn đặc biệt cho siêu cao, không phụ thuộc vào bán kính cong ngang, D_{lim} trong Điều 6.2 phải được nhân với W .

Giới hạn bình thường cho siêu cao là hàm số của bán kính cong ngang, $D_{R,\text{lim}}$ trong Điều 6.2 phải được nhân với W^2 .

Đối với đường ray dọc theo ke ga hành khách, hạn chế siêu cao sẽ là $\frac{1 + s_r}{1 + s_{r1}} \times W \times D$. Nếu $s_r = s_{r1}$ hạn chế này sẽ là $W \times D$.

A.4.3 Siêu cao thiếu I_1 (Điều 6.3 của tiêu chuẩn này)

Siêu cao thiếu đối với khổ đường rộng hơn 1.435 mm, I_1 có thể được ước tính bằng Công thức (A.24):

$$I_1 = \frac{C_1 \times V^2}{R} - D_1 = W \times I \quad (\text{A.24})$$

a) An toàn:

1) Lực ngang bán tĩnh được áp dụng bởi một bánh xe cho đường ray H_s có thể được ước tính bằng Công thức (A.25) - (A.26):

$$H_{s1} = 2 \times Q_N \times \frac{I_1}{e_1} \quad (\text{A.25})$$

$$H_s = 2 \times Q_N \times \frac{I}{e} \quad (\text{A.26})$$

Giả sử lực ngang giả tĩnh giống nhau, $H_{s1} = H_s$, Công thức (A.27a) áp dụng:

$$I_1 = W \times I \quad (\text{A.27a})$$

2) Trật bánh và lật tàu:

Rủi ro đối với trật bánh và lật tàu giả thiết là đã được loại bỏ bởi các tiêu chí tương tự như đối với các lực ngang bán tĩnh, do đó, Công thức (A.24) - (A.26) áp dụng cho tiêu chí này.

b) Tiêu chí mỗi đường ray:

Độ mỗi tương tự áp dụng cho các giá trị giống nhau của H_s , do đó Công thức (A.24) - (A.26) áp dụng cho tiêu chí này.

c) Sự êm thuận cho hành khách:

Gia tốc ngang trong thân xe a_i có thể được ước tính bằng Công thức (A.27b) - (A.28):

$$a_{i1} = (1 + s_{r1}) \times a_{q1} = (1 + s_{r1}) \times g \times \frac{I_1}{e_1} \quad (\text{A.27b})$$

$$a_i = (1 + s_r) \times a_q = (1 + s_r) \times g \times \frac{I}{e} \quad (\text{A.28})$$

Giả thiết gia tốc ngang giống nhau, $a_{i1} = a_i$, Công thức (A.29) áp dụng:

$$I_1 = \frac{1 + s_r}{1 + s_{r1}} \times W \times I \quad (\text{A.29})$$

Đối với $s_{r1} = s_r$, Công thức (A.29) có thể được đơn giản hóa thành Công thức (A.30):

$$I_1 = W \times I \quad (\text{A.30})$$

d) Quy tắc cho chuyển đổi giá trị:

Giới hạn bình thường và giới hạn đặc biệt cho siêu cao thiếu trong Điều 6.3, bao gồm các giá trị liên quan đến chỉ số dưới, phải được nhân với W .

A.4.4 Siêu cao thừa E_1 (Điều 6.4 của tiêu chuẩn này)

Siêu cao thừa được xác định bởi Công thức (A.31) trên các đường cong ngang, và Công thức (A.32) trên đường thẳng:

$$E_1 = -I_1 \quad (\text{A.31})$$

$$E_1 = D_1 \quad (\text{A.32})$$

Tham số này chủ yếu ảnh hưởng đến mỗi của đường ray và đặc biệt là sự gia tăng lực thẳng đứng trên ray thấp hơn ΔQ . Tuy nhiên, nó cũng ảnh hưởng đến các lực ngang H_s và gia tốc ngang trong thân xe a_i .

Quy tắc cho chuyển đổi giá trị:

Giới hạn bình thường và giới hạn đặc biệt cho siêu cao thừa trong Điều 6.4 phải được nhân với W .

A.4.5 Chiều dài chuyển tiếp siêu cao L_D và đường cong chuyển tiếp trên mặt bằng L_K (Điều 6.5 của tiêu chuẩn này)

(Điều này chỉ đúng cho các đường cong chuyển tiếp tuyến tính).

Giới hạn dưới cho chiều dài các chuyển tiếp siêu cao và đường cong chuyển tiếp là 20 m, giới hạn đặc biệt là 0.

Chiều dài của các đường cong chuyển tiếp phải tuân theo các Công thức (A.33), (A.34) và (A.35) và các Điều A.4.6, A.4.7 và A.4.8:

$$L_D \geq \Delta D_1 \times \left(\frac{dD_1}{ds} \right)_{\text{lim}}^{-1} \quad (\text{A.33})$$

$$L_D \geq \frac{V_{\max}}{q_v} \times \Delta D_1 \times \left(\frac{dD_1}{dt} \right)_{\lim}^{-1} \quad (\text{A.34})$$

$$L_K \geq \frac{V_{\max}}{q_v} \times \Delta I_1 \times \left(\frac{dI_1}{dt} \right)_{\lim}^{-1} \quad (\text{A.35})$$

Công thức (A.35) giả thiết rằng mọi đường cong chuyển tiếp siêu cao trùng với đường cong chuyển tiếp, $L_K = L_D$, và **Công thức (A.33) - (A.35)** cho rằng các tính chất toán học là không đổi trên chiều dài này. Nếu không thì, các đường cong chuyển tiếp và chuyển tiếp siêu cao được chia thành các phần (với các tính chất không đổi), sẽ được đánh giá riêng.

A.4.6 Độ dốc siêu cao dD_1/ds (Điều 6.6 của tiêu chuẩn này)

Các giới hạn cho tham số này được kết hợp với sự an toàn từ quan điểm trật bánh của các tàu chạy chậm do sự trườn lên của gờ bánh xe. Mức độ an toàn tương tự liên quan đến trật bánh sẽ đạt được với sự giảm tương tự lực trong thẳng đứng trên bánh xe dẫn hướng. Tỷ lệ $\frac{dD}{ds}$ thể hiện

biến đổi siêu cao trung bình tương ứng với chiều dài cơ sở bánh xe b (là khoảng cách giữa các trục đối với toa xe hai trục, và riêng rẽ là khoảng cách trục của bogie và khoảng cách giữa các trục đứng của bogie đối với xe có bogie). Sự giảm lực thẳng đứng của bánh xe/ ray ΔQ tương ứng với $u = b \times \frac{dD}{ds}$ có thể được tính bằng **Công thức (A.36)** và **(A.37)**:

$$\Delta Q_1 = K_1 \times \frac{b}{4} \times \frac{dD_1}{ds} \times \left(\frac{B_1}{e_1} \right)^2 \quad (\text{A.36})$$

$$\Delta Q = K \times \frac{b}{4} \times \frac{dD}{ds} \times \left(\frac{B}{e} \right)^2 \quad (\text{A.37})$$

Giả thiết sự giảm lực thẳng đứng của bánh xe/ ray giống nhau, $\Delta Q_1 = \Delta Q$, **Công thức (A.38)** áp dụng:

$$\frac{dD_1}{ds} = W^2 \times \left(\frac{B}{B_1} \right)^2 \times \frac{dD}{ds} \quad (\text{A.38})$$

Quy tắc cho chuyển đổi giới hạn:

Giới hạn bình thường và giới hạn đặc biệt cho độ dốc siêu cao trong **Điều 6.6** phải được

nhân với $W^2 \times \left(\frac{B}{B_1} \right)^2$.

A.4.7 Tốc độ thay đổi siêu cao dD_1/dt (Điều 6.7 của tiêu chuẩn này)

Quy tắc chuyển đổi cho các giới hạn về tốc độ thay đổi siêu cao dựa trên sự êm thuận cho hành khách.

Vận tốc lăn của thân xe $\dot{\phi}$, do tốc độ thay đổi siêu cao, có thể được tính bằng **Công thức (A.39)** và **(A.40)**:

$$\phi_1 = \frac{\left(\frac{dD_1}{dt}\right)}{e_1} \quad (\text{A.39})$$

$$\phi = \frac{\left(\frac{dD}{dt}\right)}{e} \quad (\text{A.40})$$

CHÚ THÍCH:

Tốc độ thay đổi siêu cao thiếu $\frac{dI}{dt}$, hệ số uốn lắn s_r và hệ số bù nghiêng của hệ thống tự nghiêng s_{r1} (nếu được sử dụng) cũng ảnh hưởng đến vận tốc lắn. Đóng góp này được tính đến bằng các giới hạn cho tốc độ thay đổi siêu cao thiếu.

Giả thiết tốc độ lắn giống nhau, $\dot{\phi}_1 = \dot{\phi}$, Công thức (A.41) áp dụng:

$$\frac{dD_1}{dt} = W \times \frac{dD}{dt} \quad (\text{A.41})$$

Quy tắc cho chuyển đổi giá trị:

Giới hạn bình thường và giới hạn đặc biệt cho tốc độ thay đổi siêu cao trong Điều 6.7, bao gồm các giá trị liên quan đến chỉ số dưới, phải được nhân với W .

A.4.8 Tốc độ thay đổi siêu cao thiếu dI_1/dt (Điều 6.8 của tiêu chuẩn này)

Quy tắc chuyển đổi cho các giới hạn đối với tốc độ thay đổi siêu cao thiếu dựa trên sự êm thuận cho hành khách.

Tốc độ thay đổi của gia tốc ngang trong thân xe có thể được tính bằng Công thức (A.42) và (A.43):

$$\frac{da_{i1}}{dt} = (1 + s_{r1}) \times \frac{da_{q1}}{dt} = (1 + s_{r1}) \times \frac{\left(\frac{dI_1}{dt}\right)}{e_1} \times g \quad (\text{A.42})$$

$$\frac{da_i}{dt} = (1 + s_r) \times \frac{da_q}{dt} = (1 + s_r) \times \frac{\left(\frac{dI}{dt}\right)}{e} \times g \quad (\text{A.43})$$

Giả thiết tốc độ thay đổi của gia tốc ngang giống nhau, $\frac{da_{i1}}{dt} = \frac{da_i}{dt}$, Công thức (A.44) áp dụng:

$$\frac{dI_1}{dt} = \frac{1 + s_r}{1 + s_{r1}} \times W \times \frac{dI}{dt} \quad (\text{A.44})$$

Đối với $s_{r1} = s_r$, Công thức (A.44) có thể được đơn giản hóa thành Công thức (A.45):

$$\frac{dI_1}{dt} = W \times \frac{dI}{dt} \quad (\text{A.45})$$

Khi đường cong chuyển tiếp có chiều dài dưới chuẩn đối với tiêu chí $\frac{dI_1}{dt}$, tiêu chí này có thể được thay thế bằng tiêu chí thay đổi siêu cao thiếu trên chiều dài của nó, phải nhỏ hơn giới hạn dưới của đối với thay đổi đột ngột của siêu cao thiếu ΔI_1 , như được xác định trong Điều A.4.9.

Quy tắc cho chuyển đổi giá trị:

Giới hạn bình thường và giới hạn đặc biệt cho tốc độ thay đổi siêu cao thiếu trong Điều 6.8, phải được nhân với W .

A.4.9 Thay đổi đột ngột của độ cong và thay đổi đột ngột của siêu cao thiếu ΔI_1 (các Điều 6.10 và 6.11 của tiêu chuẩn này)

Quy tắc chuyển đổi cho các giới hạn đối với thay đổi đột ngột siêu cao thiếu dựa trên sự êm thuận cho hành khách.

Sự êm thuận cho hành khách sẽ giống nhau đối với các giá trị như nhau của các thay đổi đột ngột của gia tốc Δa_i , vì thế:

$$\Delta I_1 = \frac{1 + s_r}{1 + s_{r1}} \times W \times \Delta I \quad (\text{A.46})$$

Đối với $s_{r1} = s_r$, Công thức (A.46) có thể được đơn giản hóa thành Công thức (A.47):

$$\Delta I_1 = W \times \Delta I \quad (\text{A.47})$$

Quy tắc cho chuyển đổi giá trị:

Giới hạn bình thường và giới hạn đặc biệt cho tốc độ thay đổi siêu cao thiếu trong Điều 6.11, bao gồm các giá trị liên quan đến chỉ số dưới, phải được nhân với W .

A.4.10 Các tham số khác (Điều 6.1, 6.9, 6.12, 6.13, 6.14, 6.15, 6.16 và 6.17 của tiêu chuẩn này)

Giới hạn của các tham số này không phụ thuộc vào khổ đường. Giới hạn bình thường và giới hạn đặc biệt được đưa ra trong phần chính của tiêu chuẩn này, các Điều 6.1, 6.9, 6.12, 6.13, 6.14, 6.15, 6.16 và 6.17, cũng được áp dụng cho khổ đường ray rộng hơn 1.435 mm.

Phụ lục B (Quy định)

GIỚI HẠN THAM SỐ THIẾT KẾ HƯỚNG TUYẾN CHO KHỔ ĐƯỜNG RỘNG HƠN 1.435 mm

B.1 Phạm vi

Phụ lục này xác định giới hạn liên quan cho các tham số thiết kế hướng tuyến đường ray được áp dụng cho đường ray đặt khổ đường danh định rộng hơn 1.435 mm.

Giới hạn đã được rút ra, đối với các tham số được đề cập trong phần chính của tiêu chuẩn, bằng cách áp dụng các quy tắc chuyển đổi được quy định trong **Phụ lục A**, được làm tròn (theo hướng bảo toàn hơn) theo bội số của 5 mm.

Một số giới hạn được chuyển đổi từ mạng đường khổ 1.435 mm chưa được sử dụng trong các ứng dụng khổ đường rộng. Do đó, các giá trị hạn chế hơn khác có thể được Người quản lý cơ sở hạ tầng áp dụng theo các đặc điểm mạng đường, đầu máy toa xe chạy trên đó,...

B.2 Yêu cầu đối với khổ đường 1.520 mm và 1.524 mm

B.2.1 Tổng quát

Các giới hạn được xác định trong các **Điều B.2.2 - B.2.18** áp dụng cho các đường ray có khổ đường là 1.520 mm hoặc 1.524 mm.

Các giá trị cơ bản là: $e_1 = 1.585$ mm; $B_1 = 2.085$ mm.

B.2.2 Bán kính đường cong ngang R_1

Giới hạn dưới đối với bán kính đường cong ngang là không phụ thuộc vào khổ đường.

Giới hạn dưới trong **Điều 6.1** cũng áp dụng đối với khổ đường 1.520 mm và 1.524 mm.

B.2.3 Siêu cao D_1

Giới hạn trên đối với siêu cao $D_{1,lim}$ không phụ thuộc vào bán kính đường cong ngang R_1 , được quy định trong **Bảng B.1**.

Bảng B.1 - Giới hạn trên đối với siêu cao $D_{1,lim}$

	Giới hạn bình thường	Giới hạn đặc biệt
Chung	165 mm	190 mm ^a
Ghi và tâm ghi	125 mm	165 mm
^a Siêu cao vượt quá 165 mm có thể gây ra sự dịch chuyển tải trọng hàng hóa và làm giảm sự êm thuận cho hành khách khi tàu dừng hoặc chạy với tốc độ thấp (giá trị cao của siêu cao thừa). Máy móc và xe chạy trên đường ray có tải trọng đặc biệt với trọng tâm cao có thể trở nên không ổn định. Do đó, chế độ bảo trì thích hợp và các biện pháp khác có thể là cần thiết (ví dụ: loại trừ một số loại vận tải hàng hóa nhất định, tránh các tàu thường xuyên dừng trên đường cong như vậy,...).		

Giới hạn trên đối với siêu cao $D_{1R,lim}$ là hàm số của bán kính đường cong ngang R_1 , được quy định trong **Bảng B.2**.

Bảng B.2 - Giới hạn trên đối với siêu cao $D_{1R,lim}$ là hàm số của bán kính đường cong ngang R_1

Giới hạn bình thường ^a	Giới hạn đặc biệt ^a
$D_{1R,lim} = (R - 50 \text{ m}) \times 0,74 \text{ mm/m}$	
^a Giới hạn này có thể được nới lỏng miễn là các biện pháp được thực hiện để đảm bảo an toàn, xem EN 13848-5 hoặc trong trường hợp đường rãnh của ghi có bộ phận dài tối thiểu 10 m với siêu cao không	

đối ở cả hai phía của đường cong có bán kính nhỏ .

B.2.4 Siêu cao thiếu I_1

Giới hạn trên chung đối với siêu cao thiếu $I_{1,lim}$, được quy định trong [Bảng B.3](#).

Bảng B.3 - Giới hạn trên đối với siêu cao thiếu $I_{1,lim}$

	Giới hạn bình thường ^a	Giới hạn đặc biệt ^a
Tàu không tự nghiêng		
$V \leq 220$ km/h	160 mm	190 mm ^b
220 km/h < $V \leq 300$ km/h	160 mm ^b	
300 km/h < $V \leq 360$ km/h	105 mm ^b	
Tàu tự nghiêng		
80 km/h $\leq V \leq 260$ km/h ^c	290 mm	315 mm
^a Đó là thực tế phổ biến để áp dụng các giới hạn khác nhau cho siêu cao thiếu cho các loại tàu khác nhau. Giả thiết rằng mọi xe đã được thử nghiệm và phê duyệt theo các quy trình trong EN 14363 ở các điều kiện bao gồm phạm vi của siêu cao thiếu hoạt động của chính nó (được ký hiệu là I_{adm} trong EN 14363). Ví dụ về các giới hạn cục bộ được thể hiện trong Phụ lục H (thông tin) . ^b Xe tuân thủ EN 14363 , được trang bị hệ thống bù siêu cao thiếu khác với độ tự nghiêng, có thể được cho phép bởi Người quản lý cơ sở hạ tầng để chạy với giá trị siêu cao thiếu cao hơn. ^c Hiện tại, không có tuyến nào ở châu Âu được sử dụng hoặc lên kế hoạch trong đó tốc độ tối đa cho tàu tự nghiêng vượt quá 260 km/h .		

Đối với đường ray có tâm ghi ở ray ngoài và đối với thiết bị cơ giã, có giới hạn trên hạn chế hơn $I_{1CE,lim}$, phụ thuộc vào tốc độ V , được quy định trong [Bảng B.4](#).

Bảng B.4. Giới hạn trên đối với siêu cao thiếu cho đường ray có tâm ghi ở ray ngoài và đối với thiết bị cơ giã $I_{1CE,lim}$

	Giới hạn bình thường	Giới hạn đặc biệt
Tâm ghi thường cố định		
$V \leq 230$ km/h	115 mm	như giới hạn bình thường trong Bảng B.3
230 km/h < $V \leq 360$ km/h	không cho phép	không cho phép
Tâm ghi góc tù cố định		
$V \leq 160$ km/h	105 mm	như giới hạn bình thường trong Bảng B.3
160 km/h < $V \leq 230$ km/h	75 mm	như giới hạn bình thường trong Bảng B.3
230 km/h < $V \leq 360$ km/h	không cho phép	không cho phép
Tâm ghi có phần di động		
$V \leq 230$ km/h	135 mm	như giới hạn bình thường trong Bảng B.3
230 km/h < $V \leq 360$ km/h	80 mm	như giới hạn bình thường trong Bảng B.3
Thiết bị cơ giã		
$V \leq 160$ km/h	105 mm	như giới hạn bình thường trong Bảng B.3
160 km/h < $V \leq 230$ km/h	80 mm	như giới hạn bình thường trong Bảng B.3

230 km/h < $V \leq 360$ km/h	60 mm	như giới hạn bình thường trong Bảng B.3
------------------------------	-------	---

B.2.5 Siêu cao thừa E_1

Giới hạn trên chung đối với siêu cao thừa $E_{1,lim}$ được quy định trong [Bảng B.5](#). Các giới hạn này áp dụng cho tốc độ thường xuyên của tàu chậm nhất trên tuyến.

Bảng B.5 - Giới hạn trên cho siêu cao thừa $E_{1,lim}$

Giới hạn bình thường	Giới hạn đặc biệt
115 mm	155 mm

Đối với đường ray có tâm ghi ở ray thấp và đối với thiết bị co giãn, có giới hạn trên hạn chế hơn $E_{1CE,lim}$, xác định theo [Công thức \(B.1\)](#) và [Bảng B.4](#):

$$E_{1CE,lim} = I_{1CE,lim} \quad (B.1)$$

Các yêu cầu liên quan đến thay đổi siêu cao thiếu ([Điều B.2.6](#), [B.2.9](#), [B.2.12](#) và [B.2.14](#)) cũng áp dụng cho thay đổi siêu cao thừa.

B.2.6 Chiều dài chuyển tiếp siêu cao L_{D1} và đường cong chuyển tiếp trên mặt bằng L_{K1}

Chuyển tiếp siêu cao thường nên trùng với đường cong chuyển tiếp. Tuy nhiên, có thể cần phải cung cấp chuyển tiếp siêu cao trong đường cong tròn và đường thẳng.

Đối với chuyển tiếp siêu cao và đường cong chuyển tiếp, các giới hạn như sau:

- Giới hạn dưới không phụ thuộc tốc độ đối với chiều dài đường cong chuyển tiếp $L_{K1,lim}$ được quy định trong [Bảng B.6](#);
- Giới hạn trên đối với độ dốc siêu cao $\left(\frac{dD_1}{ds}\right)_{lim}$ được quy định trong [Điều B.2.7](#);
- Giới hạn trên đối với tốc độ thay đổi siêu cao $\left(\frac{dD_1}{dt}\right)_{lim}$ được quy định trong [Điều B.2.8](#);
- Giới hạn trên đối với tốc độ thay đổi siêu cao thiếu $\left(\frac{dI_1}{dt}\right)_{lim}$ được quy định trong [Điều B.2.9](#).

Bảng B.6 - Giới hạn dưới đối với chiều dài đường cong chuyển tiếp $L_{K1,lim}$

Giới hạn bình thường	Giới hạn đặc biệt
20 m	0 m

Đối với đoạn chuyển tiếp siêu cao tuyến tính và đường clothoids, độ dốc siêu cao $\left(\frac{dD_1}{ds}\right)$, tốc độ thay đổi siêu cao $\left(\frac{dD_1}{dt}\right)$ và tốc độ thay đổi siêu cao thiếu $\left(\frac{dI_1}{dt}\right)$ có thể được tính toán theo [Công thức \(B.2\) - \(B.4\)](#):

$$\frac{dD_1}{ds} = \frac{\Delta D_1}{L_D} \quad (B.2)$$

$$\frac{dD_1}{dt} = \frac{V}{q_V} \times \frac{\Delta D_1}{L_D} \quad (B.3)$$

$$\frac{dI_1}{dt} = \frac{V}{q_V} \times \frac{\Delta I_1}{L_K} \quad (\text{B.4})$$

trong đó:

ΔD_1 - thay đổi siêu cao trên chiều dài L_D , như định nghĩa trong [Phụ lục K \(quy định\)](#),

ΔI_1 - thay đổi siêu cao thiếu trên chiều dài L_K , như định nghĩa trong [Phụ lục K \(quy định\)](#),

V - tốc độ (km/h),

$q_V = 3,6$ (km/h)/(m/s).

[Công thức \(B.4\)](#) giả thiết rằng chuyển tiếp siêu cao bất kỳ trùng với đường cong chuyển tiếp, $L_K = L_D$ và [Công thức \(B.2\) - \(B.4\)](#) giả thiết rằng các tính chất toán học là không đổi trên chiều dài này. Mặt khác, đường cong chuyển tiếp và chuyển tiếp siêu cao phải được chia thành các phần (với các tính chất không đổi) mà được đánh giá riêng.

B.2.7 Độ dốc siêu cao dD_1/ds

Giới hạn trên đối với độ dốc siêu cao $\left(\frac{dD_1}{ds}\right)_{\text{lim}}$ được quy định trong [Bảng B.7](#).

[Bảng B.7](#) - Giới hạn trên đối với độ dốc siêu cao $\left(\frac{dD_1}{ds}\right)_{\text{lim}}$

	Giới hạn bình thường	Giới hạn đặc biệt
$V \leq 50$ km/h	2,55 mm/m	3,40 mm/m ^a
$V > 50$ km/h	2,55 mm/m	
^a Theo EN 13848-5 , có thể áp dụng giới hạn hạn chế hơn cho siêu cao so với giới hạn trong Bảng B.2		

B.2.8 Tốc độ thay đổi siêu cao dD_1/dt

Giới hạn trên đối với tốc độ thay đổi siêu cao $\left(\frac{dD_1}{dt}\right)_{\text{lim}}$ đối với chuyển tiếp siêu cao tuyến tính và phi tuyến được quy định trong [Bảng B.8](#) và [Bảng B.9](#), tương ứng.

[Bảng B.8](#) - Giới hạn trên cho tốc độ thay đổi siêu cao $\left(\frac{dD_1}{dt}\right)_{\text{lim}}$ cho độ dốc siêu cao không đổi

	Giới hạn bình thường	Giới hạn đặc biệt
Tàu không tự nghiêng $V \leq 200$ km/h		
$I \leq 169$ mm	50 mm/s	70 mm/s ^a
$169 \text{ mm} < I \leq 190$ mm	50 mm/s	60 mm/s
Tàu không tự nghiêng $200 \text{ km/h} < V \leq 360$ km/h		
	50 mm/s	60 mm/s
Tàu tự nghiêng $V \leq 200$ km/h		
	75 mm/s	100 mm/s
Tàu tự nghiêng $200 \text{ km/h} < V \leq 360$ km/h^b		

	60 mm/s	70 mm/s
^a Khi $I \leq 160$ mm và $\frac{dI}{dt} \leq 70$ mm/s, giới hạn đặc biệt đối với $\frac{dD}{ds}$ có thể tăng lên đến 85 mm/s. ^b Hiện nay, không có tuyến nào ở châu Âu sử dụng hoặc thiết kế với tốc độ lớn nhất cho tàu tự nghiêng vượt quá 260 km/h.		

Bảng B.9 - Giới hạn trên cho tốc độ thay đổi siêu cao $\left(\frac{dD_1}{dt}\right)_{\text{lim}}$ cho chuyển tiếp siêu cao phi tuyến

Giới hạn bình thường	Giới hạn đặc biệt
$V \leq 300$ km/h ^a	
55 mm/s	80 mm/s ^b
^a Hiện nay, không có tuyến nào ở châu Âu sử dụng hoặc thiết kế với tốc độ lớn nhất trên chuyển tiếp siêu cao phi tuyến vượt quá 300 km/h. ^b Khi giá trị tuyệt đối của đạo hàm bậc 2 của siêu cao theo thời gian $\frac{d^2D}{dt^2}$ nhỏ hơn 155 mm/s ² thì giới hạn này có thể được tăng lên.	

B.2.9 Tốc độ thay đổi siêu cao thiếu dI_1/dt

Giới hạn trên đối với tốc độ thay đổi siêu cao thiếu $\left(\frac{dI_1}{dt}\right)_{\text{lim}}$ đối với đường clothoids và đường cong chuyển tiếp với độ dốc không là hằng số được quy định trong **Bảng B.10** và **Bảng B.11**, tương ứng.

Bảng B.10 - Giới hạn trên đối với tốc độ thay đổi siêu cao thiếu $\left(\frac{dI_1}{dt}\right)_{\text{lim}}$ cho đường clothoids

	Giới hạn bình thường	Giới hạn đặc biệt
Tàu không tự nghiêng $V \leq 220$ km/h		
$I \leq 165$ mm	55 mm/s	105 mm/s
$165 \text{ mm} < I \leq 190$ mm	55 mm/s	95 mm/s
Tàu không tự nghiêng $220 \text{ km/h} < V \leq 300$ km/h		
	55 mm/s	75 mm/s
Tàu không tự nghiêng $300 \text{ km/h} < V \leq 360$ km/h		
	30 mm/s	55 mm/s
Tàu tự nghiêng $V \leq 225$ km/h		
	105 mm/s	190 mm/s
Tàu không tự nghiêng $225 \text{ km/h} < V \leq 260$ km/h ^a		
	80 mm/s	
^a Hiện nay, không có tuyến nào ở châu Âu sử dụng hoặc thiết kế với tốc độ lớn nhất cho tàu tự nghiêng vượt quá 260 km/h.		

Bảng B.11 - Giới hạn trên đối với tốc độ thay đổi siêu cao thiếu $\left(\frac{dI_1}{dt}\right)_{\text{lim}}$ cho đường cong chuyển tiếp với độ dốc không là hằng số

Giới hạn bình thường	Giới hạn đặc biệt
Tàu không tự nghiêng $V \leq 300$ km/h	
100 mm/s	125 mm/s
Tàu không tự nghiêng 300 km/h < $V \leq 360$ km/h	
30 mm/s	55 mm/s
Tàu tự nghiêng $V \leq 225$ km/h	
105 mm/s	190 mm/s
Tàu không tự nghiêng 225 km/h < $V \leq 260$ km/h^a	
100 mm/s	125 mm/s
^a Hiện nay, không có tuyến nào ở châu Âu sử dụng hoặc thiết kế với tốc độ lớn nhất cho tàu tự nghiêng vượt quá 260 km/h .	

Khi đường cong chuyển tiếp có chiều dài không đạt chuẩn đối với tiêu chí $\frac{dI_1}{dt}$, thì tiêu chí này sẽ được thay thế bằng tiêu chí mà thay đổi siêu cao thiếu trên chiều dài của nó sẽ nhỏ hơn giới hạn trên đối với sự thay đổi đột ngột của siêu cao thiếu ΔI_1 , như định nghĩa trong [Điều B.2.12](#).

B.2.10 Chiều dài siêu cao không đổi giữa hai chuyển tiếp siêu cao tuyến tính L_{i1}

Giới hạn dưới đối với chiều dài của bộ phận hướng tuyến $L_{i1, \text{lim}}$ không phụ thuộc vào khổ đường. Các giới hạn trong [Điều 6.9](#) cũng áp dụng cho khổ đường **1.520 mm** và **1.524 mm**.

B.2.11 Thay đổi đột ngột của độ cong ngang

Thay đổi đột ngột của độ cong có thể xảy ra ở chỗ tiếp giáp với ghi và tâm ghi, tại hướng tuyến đối với tốc độ thấp (đường tránh,...) hoặc ở chỗ lệch hướng tuyến nhỏ trong phạm vi chiều dài hữu hạn. Đó là điều không thể tránh khỏi trên ít nhất một đường ray của ghi. Trong hầu hết các trường hợp khác, nên sử dụng đường cong chuyển tiếp.

Đối với thay đổi đột ngột của độ cong, có các giới hạn như sau:

- Giới hạn trên đối với thay đổi đột ngột của siêu cao thiếu $\Delta I_{1, \text{lim}}$ được quy định trong [Điều B.2.12](#);
- Giới hạn dưới đối với chiều dài giữa hai thay đổi đột ngột của độ cong $L_{c1, \text{lim}}$ trong [Điều B.2.13](#);
- Giới hạn dưới đối với chiều dài giữa hai thay đổi đột ngột của siêu cao thiếu $L_{s1, \text{lim}}$ trong [Điều B.2.14](#).

B.2.12 Thay đổi đột ngột của siêu cao thiếu ΔI_1

Thay đổi đột ngột của siêu cao thiếu ΔI_1 xảy ra khi có sự thay đổi đột ngột về độ cong. Điểm tiếp tuyến với thay đổi đột ngột của siêu cao thiếu tạo ra động lực học của xe bị xáo trộn.

Độ lớn thay đổi đột ngột của siêu cao thiếu được xác định bởi các quy tắc ký hiệu nêu trong [Phụ lục K \(quy định\)](#).

Giới hạn trên đối với thay đổi đột ngột của siêu cao thiếu $\Delta I_{1, \text{lim}}$ được quy định trong [Bảng B.12](#).

Bảng B.12 - Giới hạn trên đối với thay đổi đột ngột của siêu cao thiếu $\Delta I_{1,lim}$

	Giới hạn bình thường	Giới hạn đặc biệt
$V \leq 60$ km/h	115 mm	135 mm ^a
60 km/h < $V \leq 200$ km/h	105 mm	130 mm
200 km/h < $V \leq 230$ km/h	85 mm	
230 km/h < $V \leq 360$ km/h	25 mm ^b	

^a Khi $V \leq 40$ km/h và $|I| \leq 75$ mm, cả trước và sau thay đổi đột ngột độ cong, giới hạn đặc biệt đối với ΔI có thể được nâng lên 150 mm.

^b Giới hạn này nhằm mục đích để có thể áp dụng cho đường ray bình thường. Hiện tại, không có ghi nào được thiết kế cho tốc độ cao hơn trong đường ray rẽ hơn 230 km/h.

Khi có thay đổi đột ngột của siêu cao thiếu, một số đường sắt châu Âu sử dụng nguyên tắc chuyển tiếp ảo được mô tả trong Phụ lục M (thông tin). Giá trị của thay đổi đột ngột của siêu cao thiếu, khi dựa trên nguyên tắc chuyển tiếp ảo, cũng phải tuân theo các giới hạn trên quy định trong Bảng B.12.

B.2.13 Chiều dài giữa hai thay đổi đột ngột của độ cong ngang L_{c1}

Giới hạn dưới đối với chiều dài của bộ phận hướng tuyến $L_{c1,lim}$ không phụ thuộc vào khổ đường. Các giới hạn trong Điều 6.12 cũng áp dụng cho khổ đường 1.520 mm và 1.524 mm.

B.2.14 Chiều dài giữa hai thay đổi đột ngột của siêu cao thiếu L_{s1}

Giới hạn dưới đối với chiều dài của bộ phận hướng tuyến $L_{s1,lim}$ không phụ thuộc vào khổ đường.

Các giới hạn trong Điều 6.13 cũng áp dụng cho khổ đường 1.524 mm và giống với Bảng B.13, tuy nhiên các điều kiện với giá trị ΔI , bên trong Bảng 20, được thay đổi do giá trị ΔI là phụ thuộc khổ đường.

Giới hạn phụ thuộc tốc độ đối với hệ số $q_{s,lim}$ (m.h/km) được quy định trong Bảng B.13.

Bảng B.13 - Giới hạn dưới của hệ số $q_{s,lim}$ xác định chiều dài tối thiểu giữa hai điểm tiếp tuyến với thay đổi đột ngột của siêu cao thiếu ($L_{s1,lim}$)

	Giới hạn bình thường	Giới hạn đặc biệt
$V \leq 70$ km/h	0,20	0,10 ^a
70 km/h < $V \leq 100$ km/h	0,20	0,15 ^b
100 km/h < $V \leq 360$ km/h	0,25	0,19

^a Khi $\Delta I \leq 115$ mm và $V \leq 50$ km/h, $q_{s,lim}$ có thể giảm đến 0,08 m.h/km.

^b Khi $\Delta I \leq 105$ mm và $V \leq 90$ km/h, $q_{s,lim}$ có thể giảm đến 0,10 m.h/km.

B.2.15 Độ dốc của đường ray p_1

Giới hạn đối với độ dốc đường ray không phụ thuộc vào khổ đường.

Các giới hạn trong Điều 6.14 cũng áp dụng cho khổ đường 1.520 mm và 1.524 mm.

B.2.16 Bán kính đường cong đứng R_{v1}

Giới hạn đối với bán kính cong đứng không phụ thuộc vào khổ đường.

Các giới hạn trong Điều 6.15 cũng áp dụng cho khổ đường 1.520 mm và 1.524 mm.

B.2.17 Chiều dài đường cong đứng L_{v1}

Giới hạn đối với chiều dài của bán kính cong đứng không phụ thuộc vào khổ đường.

Các giới hạn trong Điều 6.16 cũng áp dụng cho khổ đường 1.520 mm và 1.524 mm.

B.2.18 Thay đổi đột ngột của độ dốc đường ray Δp_1

Giới hạn đối với thay đổi đột ngột của độ dốc đường ray không phụ thuộc vào khổ đường.

Các giới hạn trong Điều 6.17 cũng áp dụng cho khổ đường 1.520 mm và 1.524 mm.

B.3 Yêu cầu đối với khổ đường 1.668 mm**B.3.1 Tổng quát**

Các giới hạn được xác định trong các Điều B.3.2 - B.3.18 sau đây áp dụng cho các đường ray có khổ đường là 1.668 mm.

Giá trị cơ bản là: $e_1 = 1.733$ mm; $B_1 = 2.233$ mm.

B.3.2 Bán kính đường cong ngang R_1

Giới hạn dưới cho bán kính cong ngang không phụ thuộc vào khổ đường.

Giới hạn dưới trong Điều 6.1 cũng áp dụng cho khổ đường 1.668 mm.

B.3.3 Siêu cao D_1

Giới hạn trên đối với siêu cao $D_{1,lim}$ không phụ thuộc vào bán kính đường cong ngang R_1 , được quy định trong Bảng B.14.

Bảng B.14 - Giới hạn trên đối với siêu cao $D_{1,lim}$

	Giới hạn bình thường	Giới hạn đặc biệt
Chung ^a	180 mm	205 mm ^b
Ghi và tâm ghi ^a	135 mm	185 mm
^a Các yêu cầu bổ sung đối với siêu cao dọc theo ke ga được xác định trong TSI INF. ^b Siêu cao vượt quá 180 mm có thể gây ra sự dịch chuyển tải trọng hàng hóa và làm giảm sự êm thuận cho hành khách khi tàu dừng hoặc chạy với tốc độ thấp (giá trị cao của siêu cao thừa). Máy móc và xe chạy trên đường ray có tải trọng đặc biệt với trọng tâm cao có thể trở nên không ổn định. Do đó, chế độ bảo trì thích hợp và các biện pháp khác có thể là cần thiết (ví dụ: loại trừ một số loại vận tải hàng hóa nhất định, tránh các tàu thường xuyên dừng trên đường cong như vậy,...).		

Giới hạn trên đối với siêu cao $D_{1R,lim}$ là hàm số của bán kính đường cong ngang R_1 , được quy định trong Bảng B.15.

Bảng B.15 - Giới hạn trên đối với siêu cao $D_{1R,lim}$ là hàm số của bán kính đường cong ngang R_1

Giới hạn bình thường ^a	Giới hạn đặc biệt ^a
$D_{1R,lim} = (R - 50 \text{ m}) \times 0,9 \text{ mm/m}$	

^a Giới hạn này có thể được nới lỏng miễn là các biện pháp được thực hiện để đảm bảo an toàn, xem EN 13848-5 hoặc trong trường hợp đường rẽ của ghi có bộ phận dài tối thiểu 10 m với siêu cao không đối ở cả hai phía của đường cong có bán kính nhỏ.

B.3.4 Siêu cao thiếu I_1

Giới hạn trên chung đối với siêu cao thiếu $I_{1,lim}$ được quy định trong Bảng B.16.

Bảng B.16. Giới hạn trên đối với siêu cao thiếu $I_{1,lim}$

	Giới hạn bình thường ^a	Giới hạn đặc biệt ^a
Tàu không tự nghiêng		
$V \leq 220$ km/h	175 mm	205 mm ^b
220 km/h < $V \leq 300$ km/h	175 mm ^b	
300 km/h < $V \leq 360$ km/h	115 mm ^b	
Tàu tự nghiêng		
80 km/h $\leq V \leq 260$ km/h ^c	315 mm	345 mm
^a Đó là thực tế phổ biến để áp dụng các giới hạn khác nhau cho siêu cao thiếu cho các loại tàu khác nhau. Giả thiết rằng mọi xe đã được thử nghiệm và phê duyệt theo các quy trình trong EN 14363 ở các điều kiện bao gồm phạm vi của siêu cao thiếu hoạt động của chính nó (được ký hiệu là I_{adm} trong EN 14363). Ví dụ về các giới hạn cục bộ được thể hiện trong Phụ lục H (thông tin). ^b Xe tuân thủ EN 14363, được trang bị hệ thống bù siêu cao thiếu khác với độ tự nghiêng, có thể được cho phép bởi Người quản lý cơ sở hạ tầng để chạy với giá trị siêu cao thiếu cao hơn. ^c Hiện tại, không có tuyến nào ở châu Âu được sử dụng hoặc lên kế hoạch trong đó tốc độ tối đa cho tàu tự nghiêng vượt quá 260 km/h.		

Đối với đường ray có tâm ghi ở ray ngoài và đối với thiết bị co giãn, có giới hạn trên hạn chế hơn $I_{ICE,lim}$, phụ thuộc vào tốc độ V , được quy định trong Bảng B.17.

Bảng B.17- Giới hạn trên đối với siêu cao thiếu cho đường ray có tâm ghi ở ray ngoài và đối với thiết bị co giãn $I_{ICE,lim}$

	Giới hạn bình thường	Giới hạn đặc biệt
Tâm ghi thường cố định		
$V \leq 230$ km/h	125 mm	như giới hạn bình thường trong Bảng B.16
230 km/h < $V \leq 360$ km/h	không cho phép	không cho phép
Tâm ghi góc tù cố định		
$V \leq 160$ km/h	115 mm	như giới hạn bình thường trong Bảng B.16
160 km/h < $V \leq 230$ km/h	85 mm	như giới hạn bình thường trong Bảng B.16
230 km/h < $V \leq 360$ km/h	không cho phép	không cho phép
Tâm ghi có phần di động		
$V \leq 230$ km/h	150 mm	như giới hạn bình thường trong Bảng B.16
230 km/h < $V \leq 360$ km/h	90 mm	như giới hạn bình thường trong Bảng B.16
Thiết bị co giãn		
$V \leq 160$ km/h	115 mm	như giới hạn bình thường trong Bảng B.16

$160 \text{ km/h} < V \leq 230 \text{ km/h}$	90 mm	như giới hạn bình thường trong Bảng B.16
$230 \text{ km/h} < V \leq 360 \text{ km/h}$	65 mm	như giới hạn bình thường trong Bảng B.16

B.3.5 Siêu cao thừa E_1

Giới hạn trên chung đối với siêu cao thừa $E_{1,\text{lim}}$ được quy định trong [Bảng B.18](#). Các giới hạn này áp dụng cho tốc độ thường xuyên của tàu chậm nhất trên tuyến.

[Bảng B.18](#) - Giới hạn trên cho siêu cao thừa $E_{1,\text{lim}}$

Giới hạn bình thường	Giới hạn đặc biệt
125 mm	170 mm

Đối với đường ray có tâm ghi ở ray thấp và đối với thiết bị cơ giã, có giới hạn trên hạn chế hơn $E_{1\text{CE},\text{lim}}$, xác định theo [Công thức \(B.5\)](#) và [Bảng B.16](#):

$$E_{1\text{CE},\text{lim}} = I_{1\text{CE},\text{lim}} \quad (\text{B.5})$$

Các yêu cầu liên quan đến thay đổi siêu cao thiếu ([Điều B.3.6](#), [B.3.9](#), [B.3.12](#) và [B.3.14](#)) cũng áp dụng cho thay đổi siêu cao thừa.

B.3.6 Chiều dài chuyển tiếp siêu cao L_{D1} và đường cong chuyển tiếp trên mặt bằng L_{K1}

Chuyển tiếp siêu cao thường nên trùng với đường cong chuyển tiếp. Tuy nhiên, có thể cần phải cung cấp chuyển tiếp siêu cao trong đường cong tròn và đường thẳng.

Đối với chuyển tiếp siêu cao và đường cong chuyển tiếp, các giới hạn như sau:

- Giới hạn dưới không phụ thuộc tốc độ đối với chiều dài đường cong chuyển tiếp $L_{K1,\text{lim}}$ được quy định trong [Bảng B.19](#);
- Giới hạn trên đối với độ dốc siêu cao $\left(\frac{dD_1}{ds}\right)_{\text{lim}}$ được quy định trong [Điều B.3.7](#);
- Giới hạn trên đối với tốc độ thay đổi siêu cao $\left(\frac{dD_1}{dt}\right)_{\text{lim}}$ được quy định trong [Điều B.3.8](#);
- Giới hạn trên đối với tốc độ thay đổi siêu cao thiếu $\left(\frac{dI_1}{dt}\right)_{\text{lim}}$ được quy định trong [Điều B.3.9](#).

[Bảng B.19](#) - Giới hạn dưới đối với chiều dài đường cong chuyển tiếp $L_{K1,\text{lim}}$

Giới hạn bình thường	Giới hạn đặc biệt
20 m	0 m

Đối với đoạn chuyển tiếp siêu cao tuyến tính và đường clothoids, độ dốc siêu cao $\left(\frac{dD_1}{ds}\right)$, tốc độ thay đổi siêu cao $\left(\frac{dD_1}{dt}\right)$ và tốc độ thay đổi siêu cao thiếu $\left(\frac{dI_1}{dt}\right)$ có thể được tính toán theo [Công thức \(B.6\) - \(B.8\)](#):

$$\frac{dD_1}{ds} = \frac{\Delta D_1}{L_D} \quad (\text{B.6})$$

$$\frac{dD_1}{dt} = \frac{V}{q_V} \times \frac{\Delta D_1}{L_D} \quad (\text{B.7})$$

$$\frac{dI_1}{dt} = \frac{V}{q_V} \times \frac{\Delta I_1}{L_K} \quad (\text{B.8})$$

trong đó:

ΔD_1 - thay đổi siêu cao trên chiều dài L_D , như định nghĩa trong Phụ lục K (quy định),

ΔI_1 - thay đổi siêu cao thiếu trên chiều dài L_K , như định nghĩa trong Phụ lục K (quy định),

V - tốc độ (km/h),

$q_V = 3,6$ (km/h)/(m/s).

Công thức (B.8) giả thiết rằng chuyển tiếp siêu cao bất kỳ trùng với đường cong chuyển tiếp, $L_K = L_D$ và Công thức (B.6) - (B.8) giả thiết rằng các tính chất toán học là không đổi trên chiều dài này. Mặt khác, đường cong chuyển tiếp và chuyển tiếp siêu cao phải được chia thành các phần (với các tính chất không đổi) mà được đánh giá riêng.

B.3.7 Độ dốc siêu cao dD_1/ds

Giới hạn trên đối với độ dốc siêu cao $\left(\frac{dD_1}{ds}\right)_{\text{lim}}$ được quy định trong Bảng B.20.

Bảng B.20. Giới hạn trên đối với độ dốc siêu cao $\left(\frac{dD_1}{ds}\right)_{\text{lim}}$

	Giới hạn bình thường	Giới hạn đặc biệt ^a
$V \leq 50$ km/h	2,65 mm/m	3,55 mm/m
$V > 50$ km/h	2,65 mm/m	

^a Theo EN 13848-5, có thể áp dụng giới hạn hạn chế hơn cho siêu cao so với giới hạn trong Bảng B.15

B.3.8 Tốc độ thay đổi siêu cao dD_1/dt

Giới hạn trên đối với tốc độ thay đổi siêu cao $\left(\frac{dD_1}{dt}\right)_{\text{lim}}$ đối với chuyển tiếp siêu cao tuyến tính và phi tuyến được quy định trong Bảng B.21 và Bảng B.22, tương ứng.

Bảng B.21 - Giới hạn trên cho tốc độ thay đổi siêu cao $\left(\frac{dD_1}{dt}\right)_{\text{lim}}$ cho độ dốc siêu cao không đổi

	Giới hạn bình thường	Giới hạn đặc biệt
Tàu không tự nghiêng $V \leq 200$ km/h		
$I \leq 185$ mm	55 mm/s	80 mm/s ^a
$185 \text{ mm} < I \leq 208$ mm	55 mm/s	65 mm/s
Tàu không tự nghiêng $200 \text{ km/h} < V \leq 360$ km/h		
	55 mm/s	65 mm/s
Tàu tự nghiêng $V \leq 200$ km/h		

	85 mm/s	105 mm/s
Tàu tự nghiêng 200 km/h < V ≤ 360 km/h^b		
	65 mm/s	80 mm/s
^a Khi $I \leq 175$ mm và $\frac{dI}{dt} \leq 80$ mm/s, giới hạn đặc biệt đối với $\frac{dD}{ds}$ có thể tăng lên đến 95 mm/s. ^b Hiện nay, không có tuyến nào ở châu Âu sử dụng hoặc thiết kế với tốc độ lớn nhất cho tàu tự nghiêng vượt quá 260 km/h.		

Bảng B.22 - Giới hạn trên cho tốc độ thay đổi siêu cao $\left(\frac{dD_1}{dt}\right)_{\text{lim}}$ cho chuyển tiếp siêu cao phi tuyến

Giới hạn bình thường	Giới hạn đặc biệt
$V \leq 300$ km/h ^a	
60 mm/s	85 mm/s ^b
^a Hiện nay, không có tuyến nào ở châu Âu sử dụng hoặc thiết kế với tốc độ lớn nhất trên chuyển tiếp siêu cao phi tuyến vượt quá 300 km/h. ^b Khi giá trị tuyệt đối của đạo hàm bậc 2 của siêu cao theo thời gian $\frac{d^2D}{dt^2}$ nhỏ hơn 170 mm/s ² thì giới hạn này có thể được tăng lên.	

B.3.9 Tốc độ thay đổi siêu cao thiếu dI_1/dt

Giới hạn trên đối với tốc độ thay đổi siêu cao thiếu $\left(\frac{dI_1}{dt}\right)_{\text{lim}}$ đối với đường clothoids và đường cong chuyển tiếp với độ dốc không là hằng số được quy định trong **Bảng B.23** và **Bảng B.24**, tương ứng.

Bảng B.23 - Giới hạn trên đối với tốc độ thay đổi siêu cao thiếu $\left(\frac{dI_1}{dt}\right)_{\text{lim}}$ cho đường clothoids

	Giới hạn bình thường	Giới hạn đặc biệt
Tàu không tự nghiêng $V \leq 220$ km/h		
$I \leq 184$ mm	60 mm/s	115 mm/s
$184 \text{ mm} < I \leq 208$ mm	60 mm/s	100 mm/s
Tàu không tự nghiêng 220 km/h < V ≤ 300 km/h		
	60 mm/s	85 mm/s
Tàu không tự nghiêng 300 km/h < V ≤ 360 km/h		
	30 mm/s	60 mm/s
Tàu tự nghiêng $V \leq 225$ km/h		
	115 mm/s	205 mm/s
Tàu không tự nghiêng 225 km/h < V ≤ 260 km/h^a		
	90 mm/s	

^a Hiện nay, không có tuyến nào ở châu Âu sử dụng hoặc thiết kế với tốc độ lớn nhất cho tàu tự nghiêng vượt quá 260 km/h.

Bảng B.24 - Giới hạn trên đối với tốc độ thay đổi siêu cao thiếu $\left(\frac{dI_1}{dt}\right)_{\text{lim}}$ cho đường cong chuyển tiếp với độ dốc không là hằng số

Giới hạn bình thường	Giới hạn đặc biệt
Tàu không tự nghiêng $V \leq 300$ km/h	
105 mm/s	135 mm/s
Tàu không tự nghiêng 300 km/h < $V \leq 360$ km/h	
30 mm/s	60 mm/s
Tàu tự nghiêng $V \leq 225$ km/h	
115 mm/s	205 mm/s
Tàu không tự nghiêng 225 km/h < $V \leq 260$ km/h ^a	
105 mm/s	135 mm/s
^a Hiện nay, không có tuyến nào ở châu Âu sử dụng hoặc thiết kế với tốc độ lớn nhất cho tàu tự nghiêng vượt quá 260 km/h.	

Khi đường cong chuyển tiếp có chiều dài không đạt chuẩn đối với tiêu chí $\frac{dI_1}{dt}$, thì tiêu chí này sẽ được thay thế bằng tiêu chí mà thay đổi siêu cao thiếu trên chiều dài của nó sẽ nhỏ hơn giới hạn trên đối với sự thay đổi đột ngột của siêu cao thiếu ΔI_1 , như định nghĩa trong Điều B.3.12.

B.3.10 Chiều dài siêu cao không đổi giữa hai chuyển tiếp siêu cao tuyến tính L_{i1}

Giới hạn dưới đối với chiều dài của bộ phận hướng tuyến L_{i1} không phụ thuộc vào khổ đường. Các giới hạn trong Điều 6.9 cũng áp dụng cho khổ đường 1.668 mm.

B.3.11 Thay đổi đột ngột của độ cong ngang

Thay đổi đột ngột của độ cong có thể xảy ra ở chỗ tiếp giáp với ghi và tâm ghi, tại hướng tuyến đối với tốc độ thấp (đường tránh,...) hoặc ở chỗ lệch hướng tuyến nhỏ trong phạm vi chiều dài hữu hạn. Đó là điều không thể tránh khỏi trên ít nhất một đường ray của ghi. Trong hầu hết các trường hợp khác, nên sử dụng đường cong chuyển tiếp.

Đối với thay đổi đột ngột của độ cong, có các giới hạn như sau:

- Giới hạn trên đối với thay đổi đột ngột của siêu cao thiếu $\Delta I_{1,\text{lim}}$ được quy định trong Điều B.3.13;
- Giới hạn dưới đối với chiều dài giữa hai thay đổi đột ngột của độ cong $L_{c1,\text{lim}}$ trong Điều B.3.14;
- Giới hạn dưới đối với chiều dài giữa hai thay đổi đột ngột của siêu cao thiếu $L_{s1,\text{lim}}$ trong Điều B.3.15.

B.3.12 Thay đổi đột ngột của siêu cao thiếu ΔI_1

Thay đổi đột ngột của siêu cao thiếu ΔI_1 xảy ra khi có sự thay đổi đột ngột về độ cong. Điểm tiếp tuyến với thay đổi đột ngột của siêu cao thiếu tạo ra động lực học của xe bị xáo trộn.

Độ lớn thay đổi đột ngột của siêu cao thiếu được xác định bởi các quy tắc ký hiệu nêu trong [Phụ lục K \(quy định\)](#).

Giới hạn trên đối với thay đổi đột ngột của siêu cao thiếu $\Delta I_{1,lim}$ được quy định trong [Bảng B.25](#).

Bảng B.25 - Giới hạn trên đối với thay đổi đột ngột của siêu cao thiếu $\Delta I_{1,lim}$

	Giới hạn bình thường	Giới hạn đặc biệt
$V \leq 60$ km/h	125 mm	150 mm ^a
60 km/h < $V \leq 200$ km/h	115 mm	140 mm
200 km/h < $V \leq 230$ km/h	95 mm	
230 km/h < $V \leq 360$ km/h	25 mm ^b	
^a Khi $V \leq 40$ km/h và $ I \leq 85$ mm, cả trước và sau thay đổi đột ngột độ cong, giới hạn đặc biệt đối với ΔI có thể được nâng lên 170 mm. ^b Giới hạn này nhằm mục đích để có thể áp dụng cho đường ray bình thường. Hiện tại, không có ghi nào được thiết kế cho tốc độ cao hơn trong đường ray rẽ hơn 230 km/h.		

Khi có thay đổi đột ngột của siêu cao thiếu, một số đường sắt châu Âu sử dụng nguyên tắc chuyển tiếp ảo được mô tả trong [Phụ lục M \(thông tin\)](#). Giá trị của thay đổi đột ngột của siêu cao thiếu, khi dựa trên nguyên tắc chuyển tiếp ảo, cũng phải tuân theo các giới hạn trên quy định trong [Bảng B.25](#).

B.3.13 Chiều dài giữa hai thay đổi đột ngột độ của độ cong bằng L_{c1}

Giới hạn dưới đối với chiều dài của bộ phận hướng tuyến $L_{c1,lim}$ không phụ thuộc vào khổ đường.

Các giới hạn trong [Điều 6.12](#) cũng áp dụng cho khổ đường 1.668 mm.

B.3.14 Chiều dài giữa hai thay đổi đột ngột độ của siêu cao thiếu L_{s1}

Giới hạn dưới đối với chiều dài của bộ phận hướng tuyến $L_{s1,lim}$ không phụ thuộc vào khổ đường.

Các giới hạn trong [Điều 6.13](#) cũng áp dụng cho khổ đường 1.668 mm, tuy nhiên các điều kiện với giá trị ΔI , bên trong [Bảng 19](#), được thay đổi do giá trị ΔI là phụ thuộc khổ đường.

Giới hạn phụ thuộc tốc độ đối với hệ số $q_{s,lim}$ (m.h/km) được quy định trong [Bảng B.26](#).

Bảng B.26 - Giới hạn dưới của hệ số $q_{s,lim}$ xác định chiều dài tối thiểu giữa hai điểm tiếp tuyến với thay đổi đột ngột của siêu cao thiếu ($L_{s1,lim}$)

	Giới hạn bình thường	Giới hạn đặc biệt
$V \leq 70$ km/h	0,20	0,10 ^a
70 km/h < $V \leq 100$ km/h	0,20	0,15 ^b
100 km/h < $V \leq 360$ km/h	0,25	0,19
^a Khi $\Delta I \leq 125$ mm và $V \leq 50$ km/h, $q_{s,lim}$ có thể giảm đến 0,08 m.h/km. ^b Khi $\Delta I \leq 115$ mm và $V \leq 90$ km/h, $q_{s,lim}$ có thể giảm đến 0,10 m.h/km.		

B.3.15 Độ dốc của đường ray p_1

Giới hạn đối với độ dốc đường ray không phụ thuộc vào khổ đường.

Các giới hạn trong [Điều 6.14](#) cũng áp dụng cho khổ đường 1.668 mm.

B.3.16 Bán kính đường cong đứng R_{v1}

Giới hạn đối với bán kính cong đứng không phụ thuộc vào khổ đường.
Các giới hạn trong Điều 6.15 cũng áp dụng cho khổ đường 1.668 mm.

B.3.17 Chiều dài đường cong đứng L_{v1}

Giới hạn đối với chiều dài của bán kính cong đứng không phụ thuộc vào khổ đường.
Các giới hạn trong Điều 6.16 cũng áp dụng cho khổ đường 1.668 mm.

B.3.18 Thay đổi đột ngột của độ dốc đường ray Δp_1

Giới hạn đối với thay đổi đột ngột của độ dốc đường ray không phụ thuộc vào khổ đường.
Các giới hạn trong Điều 6.17 cũng áp dụng cho khổ đường 1.668 mm.

Dự thảo lần 1 (30/01/2020)

Phụ lục C (Thông tin)

THÔNG TIN BỔ SUNG VỀ HÌNH DẠNG VÀ CHIỀU DÀI ĐƯỜNG CONG CHUYỂN TIẾP

C.1 Tổng quát

Loại đường cong chuyển tiếp phổ biến nhất là đường Clothoid (đôi khi xấp xỉ là đa thức bậc 3, "parabol khối"), trong đó độ cong thay đổi tuyến tính theo lý trình. Nếu nó trùng với chuyển tiếp siêu cao, áp dụng thay đổi siêu cao tuyến tính với lý trình. Do đó, độ dốc siêu cao là không đổi dọc theo đường cong chuyển tiếp, nhưng thay đổi đột ngột ở đầu và cuối đường cong chuyển tiếp.

Tuy nhiên, cũng tồn tại các loại đường cong chuyển tiếp và chuyển tiếp siêu cao khác. Đặc điểm chung là sự thay đổi đột ngột của độ dốc siêu cao tại điểm tiếp tuyến được loại bỏ. Do đó, đạo hàm của siêu cao là liên tục qua điểm tiếp tuyến, nhưng đạo hàm bậc 2 của siêu cao có thể thay đổi đột ngột.

Đối với một đường cong chuyển tiếp hoặc chuyển tiếp siêu cao, đường cong hình sin, cũng là đạo hàm bậc 2 của siêu cao liên tục qua điểm tiếp tuyến, nhưng đạo hàm bậc 3 của siêu cao có thể thay đổi đột ngột.

Điều C.2 định nghĩa và trình bày một số tính chất của các đường cong chuyển tiếp và chuyển tiếp siêu cao sau đây:

- Clothoid;
- Đường cong Helmert, cũng được biết là đường cong Schramm;
- Đường cong Bloss;
- Đường cong cosin;
- Đường cong sin, cũng được biết là đường cong Klein.

Điều C.3 mô tả phân tích sâu hơn về ứng xử của xe cứng trên chuyển tiếp siêu cao - hướng tuyến đường ray tính đến tâm khối lượng và chuyển động lăn của xe.

C.2 Định nghĩa và tính chất của các đường cong chuyển tiếp và chuyển tiếp siêu cao khác nhau

C.2.1 Định nghĩa

Trong Điều này, giả thiết rằng đường cong chuyển tiếp và chuyển tiếp siêu cao là cùng loại và trùng nhau. Do đó, chiều dài chuyển tiếp siêu cao (L_D) bằng với chiều dài của đường cong chuyển tiếp (L_K). Siêu cao và độ cong theo cùng một dạng hàm toán học, do đó chỉ có công thức cho siêu cao được trình bày trong **Bảng C.1**.

Bảng C.1 - Định nghĩa chuyển tiếp siêu cao (và đường cong chuyển tiếp)

Loại chuyển tiếp siêu cao (và đường cong chuyển tiếp)	Hàm toán học cho siêu cao
Tuyến tính (clothoids)	$D(s) = D_1 + \frac{s}{L_D} \times \Delta D$
Đường cong Helmert (đường cong Schramm)	<p>Nửa thứ nhất: $D(s) = D_1 + 2 \cdot \left(\frac{s}{L_D} \right)^2 \times \Delta D$</p> <p>Nửa thứ hai: $D(s) = D_1 + \left[1 - 2 \cdot \left(1 - \frac{s}{L_D} \right)^2 \right] \times \Delta D$</p>

Đường cong Bloss	$D(s) = D_1 + \left(3 - 2 \cdot \frac{s}{L_D}\right) \times \left(\frac{s}{L_D}\right)^2 \times \Delta D$
Đường cong cosin	$D(s) = D_1 + \frac{1}{2} \times \left(1 - \cos \frac{\pi \cdot s}{L_D}\right) \times \Delta D$
Đường cong sin (đường cong Klein)	$D(s) = D_1 + \left(\frac{s}{L_D} - \frac{1}{2 \cdot \pi} \times \sin \frac{2 \cdot \pi \cdot s}{L_D}\right) \times \Delta D$

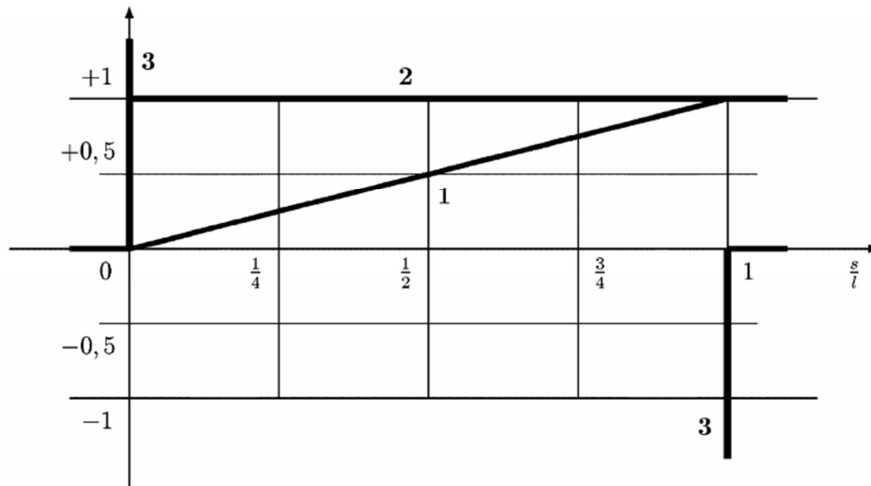
C.2.2 Tính chất

Các giá trị đỉnh của các đạo hàm bậc 1, bậc 2 và bậc 3 của siêu cao (liên quan đến lý trình), được trình bày trong **Bảng C.2**. Siêu cao và độ cong tuân theo cùng một dạng hàm toán học, do đó chỉ các đạo hàm cho siêu cao được trình bày trong **Bảng C.2**. Để tính các đạo hàm theo thời gian, đạo hàm bậc 1 sẽ được nhân với tốc độ (tính bằng m/s), đạo hàm bậc 2 sẽ được nhân với tốc độ lũy thừa 2, và đạo hàm bậc 3 sẽ được nhân với tốc độ lũy thừa 3. **Bảng C.2** cũng trình bày các giá trị gần đúng (dựa trên xấp xỉ góc nhỏ) cho sự dịch chuyển ngang được tạo ra khi đường cong chuyển tiếp được chèn giữa hai bộ phận có độ cong không đổi.

Bảng C.2 - Các tính chất nhất định cho chuyển tiếp siêu cao và đường cong chuyển tiếp

Loại chuyển tiếp siêu cao (đường cong chuyển tiếp)	Đạo hàm bậc 1 của siêu cao	Đạo hàm bậc 2 của siêu cao	Đạo hàm bậc 3 của siêu cao	Chuyển vị ngang (gần đúng)
Tuyến tính (clothoids)	$\frac{\Delta D}{L_D}$	vô hạn	vô hạn	$\frac{L_K^2}{24} \times \left \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right $
Đường cong Helmert (đường cong Schramm)	$2 \times \frac{\Delta D}{L_D}$	$4 \times \frac{\Delta D}{L_D^2}$	vô hạn	$\frac{L_K^2}{48} \times \left \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right $
Đường cong Bloss	$\frac{3}{2} \times \frac{\Delta D}{L_D}$	$6 \times \frac{\Delta D}{L_D^2}$	vô hạn	$\frac{L_K^2}{40} \times \left \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right $
Đường cong cosin	$\frac{\pi}{2} \times \frac{\Delta D}{L_D}$	$\frac{\pi^2}{2} \times \frac{\Delta D}{L_D^2}$	vô hạn	$\frac{L_K^2}{42,23} \times \left \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right $
Đường cong sin (đường cong Klein)	$2 \times \frac{\Delta D}{L_D}$	$2 \cdot \pi \times \frac{\Delta D}{L_D^2}$	$4 \cdot \pi^2 \times \frac{\Delta D}{L_D^3}$	$\frac{L_K^2}{61,21} \times \left \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right $

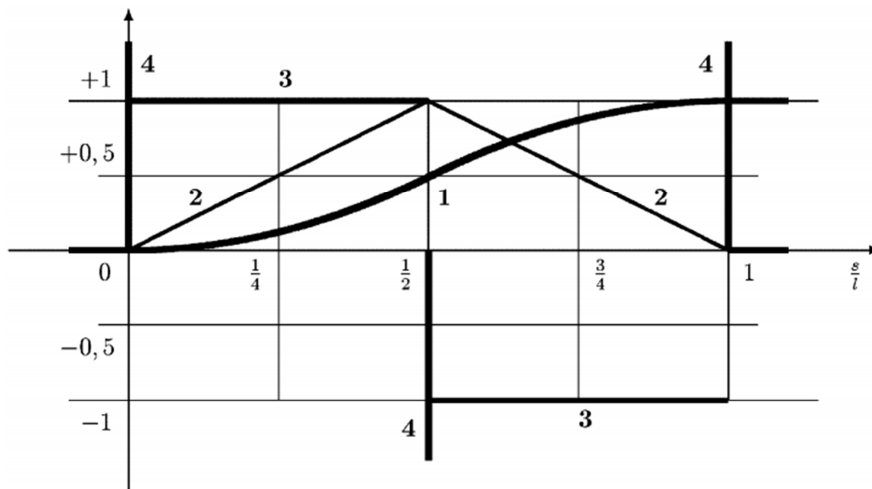
Hình dạng của hàm cho siêu cao và độ cong, và các đạo hàm của chúng được minh họa trong các **Hình C1 - C7** (trong đó l là L_D hoặc L_K).



Ghi chú:

- 1 Siêu cao và độ cong
- 2 Đạo hàm bậc 1
- 3 Đạo hàm bậc 2 (vô hạn)

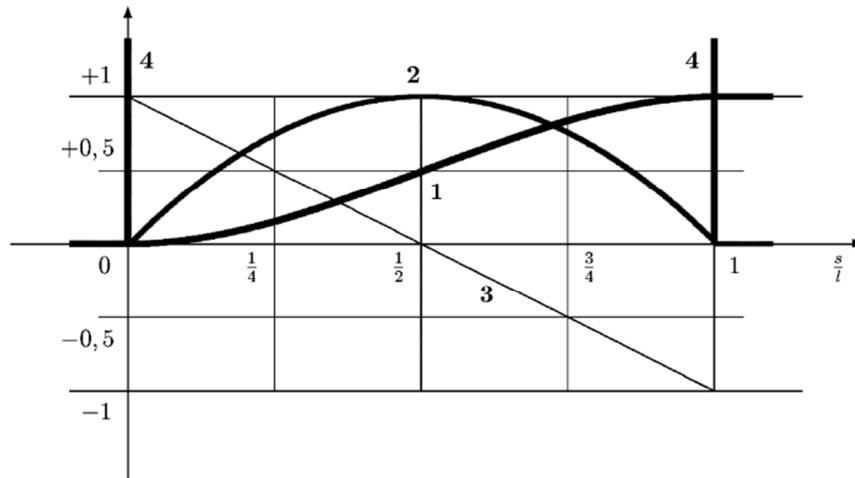
Hình C.1 - Đường clothoid với chuyển tiếp siêu cao tuyến tính - siêu cao và độ cong được chuẩn hóa trong mặt phẳng ngang, đạo hàm được chuẩn hóa



Ghi chú:

- 1 Siêu cao và độ cong
- 2 Đạo hàm bậc 1
- 3 Đạo hàm bậc 2
- 4 Đạo hàm bậc 3 (vô hạn)

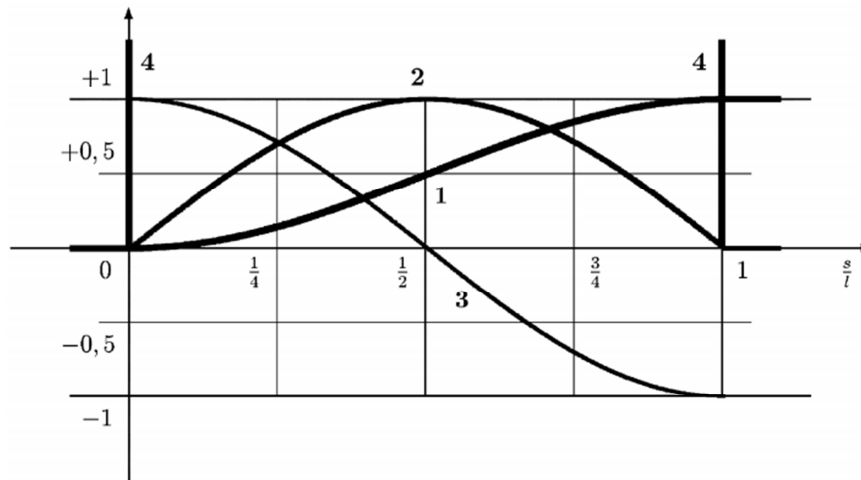
Hình C.2 - Chuyển tiếp Helmert (Schramm) - siêu cao và độ cong được chuẩn hóa trong mặt phẳng ngang, đạo hàm được chuẩn hóa



Ghi chú:

- 1 Siêu cao và độ cong
- 2 Đạo hàm bậc 1
- 3 Đạo hàm bậc 2
- 4 Đạo hàm bậc 3 (vô hạn)

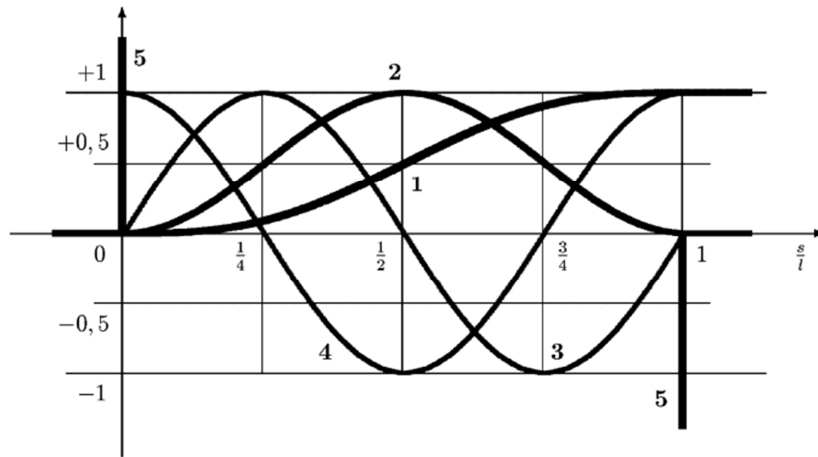
Hình C.3 - Chuyển tiếp Bloss - siêu cao và độ cong được chuẩn hóa trong mặt phẳng ngang, đạo hàm được chuẩn hóa



Ghi chú:

- 1 Siêu cao và độ cong
- 2 Đạo hàm bậc 1
- 3 Đạo hàm bậc 2
- 4 Đạo hàm bậc 3 (vô hạn)

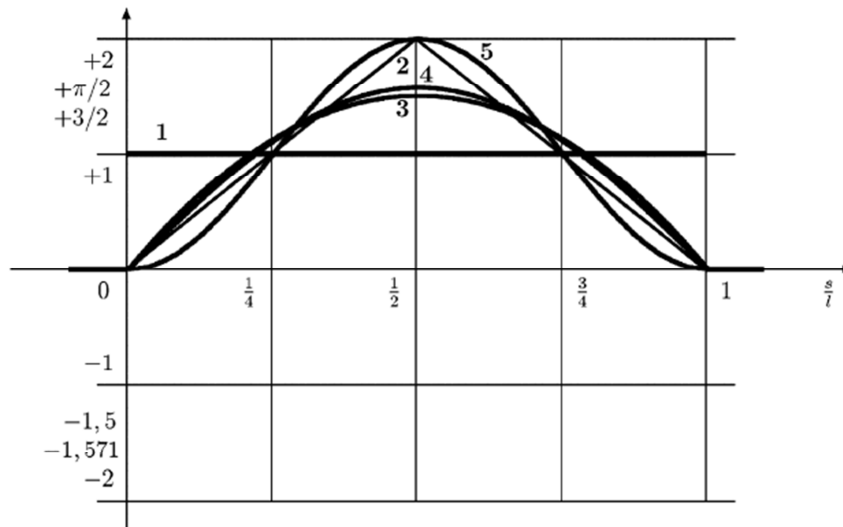
Hình C.4 - Chuyển tiếp cosin - siêu cao và độ cong được chuẩn hóa trong mặt phẳng ngang, đạo hàm được chuẩn hóa



Ghi chú:

- 1 Siêu cao và độ cong
- 2 Đạo hàm bậc 1
- 3 Đạo hàm bậc 2
- 4 Đạo hàm bậc 3
5. Đạo hàm bậc 4 (vô hạn)

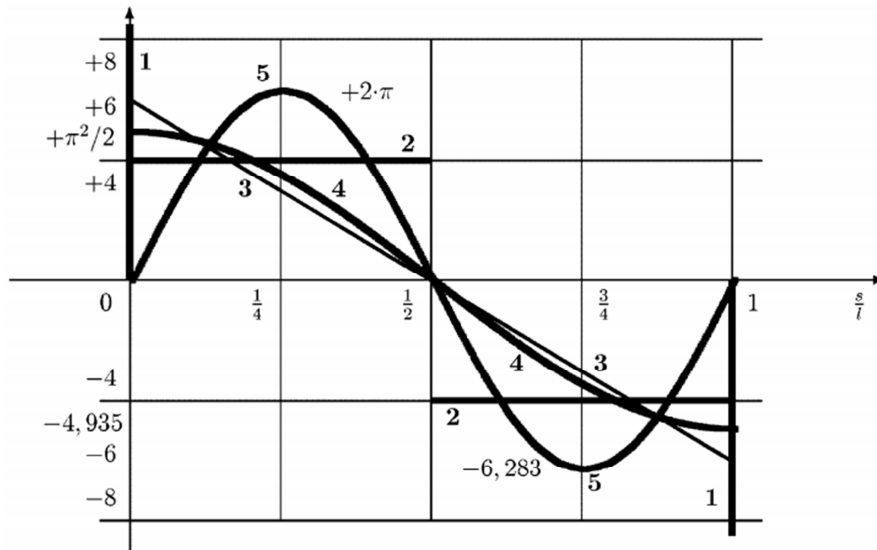
Hình C.5 - Chuyển tiếp sin (Klein) - siêu cao và độ cong được chuẩn hóa trong mặt phẳng ngang, đạo hàm được chuẩn hóa



Ghi chú:

- 1 Đường cong clothoid với chuyển tiếp siêu cao tuyến tính
- 2 Chuyển tiếp Helmert (Schramm)
- 3 Chuyển tiếp Bloss
- 4 Chuyển tiếp cosin
5. Chuyển tiếp sin (Klein)

Hình C.6 - Đạo hàm bậc 1 không thứ nguyên



Ghi chú:

- 1 Đường cong clothoid với chuyển tiếp siêu cao tuyến tính
- 2 Chuyển tiếp Helmert (Schramm)
- 3 Chuyển tiếp Bloss
- 4 Chuyển tiếp cosin
5. Chuyển tiếp sin (Klein)

Hình C.7 - Đạo hàm bậc 2 không thứ nguyên

C.3 Các khía cạnh bổ sung có thể được xem xét đối với thiết kế hướng tuyến lũy tiến của đường ray

C.3.1 Khái quát

Trong hướng tuyến đường ray thông thường, gia tốc ngang và tốc độ thay đổi của gia tốc ngang được thực hiện tính đến một điểm ở cao độ đường ray (tỷ lệ với siêu cao thiếu và tốc độ thay đổi của siêu cao thiếu). Khi thân xe tiếp xúc với chuyển động lắn được tạo ra bởi độ dốc siêu cao, gia tốc ngang và tốc độ thay đổi của gia tốc ngang đối với tâm khối lượng của xe là hơi khác nhau.

Nếu siêu cao áp dụng bằng cách nâng một ray lên trên cao độ của mặt cắt dọc và giữ ray kia ở cùng cao độ với mặt cắt dọc, thì cũng sẽ có ảnh hưởng nhỏ đến gia tốc thẳng đứng của tâm khối lượng của xe. Hiệu ứng này có thể được loại bỏ bằng cách nâng một ray và hạ thấp ray khác theo tỷ lệ tương tự.

C.3.2 Thiết kế hướng tuyến của đường ray tịnh tiến

C.3.2.1 Tổng quát

Gia tốc ngang và tốc độ thay đổi của gia tốc ngang được mô tả ở đây cho một xe cứng chạy dọc theo đường ray mà không bị uốn. Chuyển động lắn được tạo ra bởi độ dốc siêu cao có thể được định lượng, và ảnh hưởng của chúng đến chuyển động ngang của tâm khối lượng tại chiều cao giả định h trên cao độ đường ray.

Do đó, đường cong chuyển tiếp trong hình chiếu ngang có được hình dạng để bù cho sự dịch chuyển ngang của tâm khối lượng do chuyển động lắn. Một hàm liên tục có thể đạt được đối với gia tốc ngang không bù tại chiều cao h .

Hướng tuyến đường ray bắt đầu với một hàm được quy định cho tổng gia tốc ngang không bù ở chiều cao thiết kế hướng tuyến h . Tổng gia tốc ngang không bù tại chiều cao h , góc Froude β_Q (xem Điều C.3.2.4) và siêu cao cân bằng tuân theo cùng hàm với siêu cao, mà ảnh hưởng đến hình dạng trong hình chiếu ngang của đường tâm đường ray. Phương pháp này vẫn giữ nguyên cho các đường cong chuyển tiếp "out-swinging", bắt đầu với độ cong ngược nhẹ.

Khi siêu cao là hằng số, tất cả các tiêu chí hình học vẫn không thay đổi so với phần quy chuẩn của văn bản.

C.3.2.2 Gia tốc góc quanh trục lăn

Gia tốc góc quanh trục lăn α tỷ lệ với đạo hàm bậc 2 (theo thời gian) của siêu cao. Nếu được biểu diễn bằng đơn vị rad/s^2 , nó có thể được tính bằng cách chia đạo hàm bậc 2 của siêu cao cho khoảng cách giữa các điểm tâm danh định của hai diện tiếp xúc của bánh xe (e). Trong Công thức (C.1), $e = 1.500 \text{ mm}$ cho khổ 1.435 mm. Đối với các khổ đường khác, xem Phụ lục B (quy định).

$$\frac{d^2 D}{ds^2} = \frac{\alpha}{e \times q_V^2} \quad (\text{C.1})$$

trong đó:

$$q_V = 3,6 \text{ (km/h)/(m/s)}.$$

Vì giới hạn cho gia tốc lăn $\alpha_{\text{lim}} \approx 0,1 \text{ rad/s}^2$ có thể được chọn. Cùng với gia tốc thẳng đứng và gia tốc ngang không bù, điều này giới hạn gia tốc ở mọi nơi trong xe.

C.3.2.3 Tốc độ thay đổi của gia tốc góc quanh trục lăn

Tốc độ thay đổi của gia tốc góc quanh trục lăn $\dot{\alpha}$ tỷ lệ với đạo hàm bậc 3 (liên quan đến thời gian) của siêu cao. Nếu biểu diễn bằng đơn vị rad/s^3 , nó có thể được tính bằng cách chia đạo hàm bậc 3 của siêu cao cho khoảng cách giữa các điểm tâm danh định của hai diện tiếp xúc của bánh xe (e). Trong Công thức (C.2), $e = 1.500 \text{ mm}$ cho khổ 1.435 mm. Đối với các khổ đường khác, xem Phụ lục B (quy định).

$$\frac{d^3 D}{ds^3} = \frac{\dot{\alpha}}{e \times q_V^3} \quad (\text{C.2})$$

trong đó:

$$q_V = 3,6 \text{ (km/h)/(m/s)}.$$

Điều kiện này không cho phép bước nhảy trong đạo hàm cục bộ bậc 2 của siêu cao, cũng như, nếu tỷ lệ giữa độ cong ngang và siêu cao, trong đạo hàm cục bộ bậc 2 của độ cong. Vì giới hạn cho tốc độ thay đổi của gia tốc lăn $\dot{\alpha}_{\text{lim}} \approx 0,2 \text{ rad/s}^3$ có thể được chọn.

C.3.2.4 Gia tốc ngang không bù

Thuật ngữ bổ sung cho gia tốc ngang đối với tâm khối lượng của xe cứng có thể được tính bằng cách nhân gia tốc góc quanh trục lăn với chiều cao giả định h của tâm khối lượng trên cao độ đường ray.

Góc β_Q giữa pháp tuyến của mặt phẳng đường ray và vectơ gia tốc ngang không bù trong thân xe (a_Q) đại diện cho số W.Froude không thứ nguyên được xác định cho tất cả các hệ thống dẫn hướng đường ray và phải được giới hạn ở mọi nơi dọc theo đường ray. Trong Công thức (C.3), $e = 1.500 \text{ mm}$ cho khổ 1.435 mm. Đối với các khổ đường khác, xem Phụ lục B (quy định).

$$|\beta_Q| = \frac{|a_Q|}{g} = \left| \frac{1}{g} \times \left(\kappa_H + \frac{h}{e} \times \frac{d^2 D}{ds^2} \right) \times \left(\frac{V}{q_V} \right)^2 - \frac{D}{e} \right| \leq \frac{a_{Q\lim}}{g} = \frac{I_{\lim}}{e} \quad (\text{C.3})$$

trong đó:

$$q_V = 3,6 \text{ (km/h)/(m/s);}$$

κ_H - độ cong ngang (1/m).

Giới hạn đối với siêu cao thiếu được quy định trong Điều 6.3, Bảng 7 và Bảng 8.

Bên ngoài chuyển tiếp siêu cao, ví dụ, nếu siêu cao là không đổi như bình thường trong đường cong tròn, đạo hàm bậc 2 của siêu cao trong Công thức (C.3) sẽ biến mất. Do đó, phương trình và điều kiện được giảm xuống đến các công thức trong phần chính của Tiêu chuẩn này.

C.3.2.5 Tốc độ thay đổi của gia tốc ngang không bù

Thuật ngữ bổ sung cho tốc độ thay đổi gia tốc ngang đối với tâm khối lượng của xe cứng, có thể được tính bằng cách nhân tốc độ thay đổi gia tốc góc quanh trục lăn với chiều cao giả định h của tâm khối lượng trên cao độ đường ray. Trong Công thức (C.4), $e = 1.500 \text{ mm}$ cho khổ 1.435 mm. Đối với các khổ đường khác, xem Phụ lục B (quy định).

$$\left| \frac{d\beta_Q}{dt} \right| = \frac{1}{g} \times \left| \frac{da_Q}{dt} \right| = \left| \left(\frac{1}{g} \times \left(\frac{d\kappa_H}{ds} + \frac{h}{e} \times \frac{d^3 D}{ds^3} \right) \times \left(\frac{V}{q_V} \right)^2 - \frac{1}{e} \times \frac{dD}{ds} \right) \times \frac{V}{q_V} \right| \leq \frac{1}{g} \times \left(\frac{da_Q}{dt} \right)_{\lim} = \frac{1}{e} \times \left(\frac{dI}{dt} \right)_{\lim} \quad (\text{C.4})$$

trong đó:

$$q_V = 3,6 \text{ (km/h)/(m/s);}$$

$\frac{d\kappa_H}{ds}$ là đạo hàm của độ cong ngang theo lý trình (1/m²).

Giới hạn cho tốc độ thay đổi siêu cao thiếu được quy định trong Điều 6.8, Bảng 16.

C.3.2.6 Gia tốc thẳng đứng và tốc độ thay đổi của gia tốc thẳng đứng

Gia tốc thẳng đứng cục bộ vuông góc với mặt phẳng ngang là tiêu chí động học duy nhất giống với phần quy định của Tiêu chuẩn này. Giới hạn cho gia tốc thẳng đứng có thể được rút ra từ Điều 6.15, Bảng 23.

Để cải thiện sự êm thuận, đặc biệt là nếu gia tốc thẳng đứng cao được cho phép tại một số vị trí nhất định, tốc độ thay đổi của gia tốc thẳng đứng vuông góc với mặt phẳng ngang có thể được hạn chế bằng cách sử dụng đường cong chuyển tiếp thẳng đứng. Sau đó, tốc độ thay đổi của gia tốc được giới hạn ở mọi nơi trong xe.

Phụ lục D (Thông tin)

CÁC RÀNG BUỘC VÀ RỦI RO PHÙ HỢP VỚI VIỆC SỬ DỤNG CÁC GIỚI HẠN ĐẶC BIỆT

Đối với một số tham số nhất định, Tiêu chuẩn này cũng quy định các giới hạn đặc biệt ít hạn chế hơn các giới hạn thông thường, đại diện cho các giới hạn hạn chế tối thiểu được áp dụng bởi bất kỳ tuyến đường sắt châu Âu nào.

Đối với các tham số đó, việc sử dụng các giá trị trên giới hạn đến giới hạn đặc biệt dẫn đến giảm sự êm thuận cho hành khách và có thể dẫn đến chi phí bảo trì đường ray cao hơn. Do đó, nên tránh sử dụng những giá trị không cần thiết đó.

Có thể được phép sử dụng các giới hạn đặc biệt quy định trong tiêu chuẩn này khi việc sử dụng các giới hạn phát sinh chi phí không thể chấp nhận để đạt được tốc độ mong muốn. Tuy nhiên, mọi nỗ lực nên được thực hiện để thiết kế hướng tuyến với biên độ đáng kể tới giới hạn.

Các giới hạn đặc biệt cho siêu cao thiếu chỉ được chấp nhận đối với một số thiết kế nhất định của xe và thậm chí sau đó, nó sẽ dẫn đến mức độ êm thuận thấp hơn cho hành khách và gần như chắc chắn chi phí bảo trì cao hơn.

Ghi và tâm ghi dễ nhạy cảm với các ảnh hưởng động ở tốc độ cao hơn, đặc biệt là trong phạm vi bố trí cong và, do đó, hệ quả của việc sử dụng các giá trị gần với giới hạn đặc biệt là lớn hơn trong các điều kiện tương đương của đường bình thường.

Do sự phức tạp về kết cấu của các bộ ghi và tâm ghi, hậu quả kinh tế của việc sử dụng các giá trị động học cao hoặc không tối ưu hóa thiết kế trở nên rất quan trọng.

Sự mòn gia tăng đối với các thành phần đường ray gây ra sự suy giảm chất lượng đường ray nhanh hơn, tăng bảo trì đường ray và có thể dẫn đến độ tin cậy thấp của việc lắp đặt đường ray.

Các ràng buộc và rủi ro liên quan đến việc sử dụng các giá trị thiết kế gần với giới hạn đặc biệt phụ thuộc vào loại phương tiện sử dụng đường ray và mật độ giao thông.

Sự tương tác giữa phương tiện và bố trí ghi và tâm ghi, hoặc các cấu hình hướng tuyến khác với sự thay đổi đột ngột của siêu cao thiếu là phức tạp. Hiện tại không có tiêu chuẩn quốc tế đối với việc công nhận các phương tiện có các điều kiện như vậy và đối với bán kính cong ngang rất nhỏ.

Trong các đường cong ngang với bán kính rất nhỏ, các hệ số sau đây cũng có thể cũng ảnh hưởng gia tăng đối với rủi ro trật bánh cho các phương tiện khác nhau:

- điều kiện bôi trơn tại tiếp xúc bánh xe/ ray;
- độ cứng của hệ thống treo sơ cấp và thứ cấp;
- lực dọc trục trong phạm vi tàu bao gồm;
- góc tới ở mũi ghi.

Phụ lục E (Thông tin)

ĐÁNH GIÁ CÁC ĐIỀU KIỆN Ở MŨI GHI

E.1 Tổng quát

EN 13232-3 quy định các giới hạn trên phụ thuộc vào tốc độ cho góc tấn α (góc giữa bánh xe và ray).

Đối với đường ray bình thường ở trước ghi, EN 13232-3 xác định góc tấn là tổng của 3 số hạng:

- ψ_1 là do sự hoạt động ở ổ lăn và hệ thống treo sơ cấp (phụ thuộc vào xe);
- ψ_2 là do sự hoạt động giữa các bánh xe và ray (tùy thuộc vào việc mở rộng khổ đường, biên dạng bánh xe và khoảng cách các trục bánh xe);
- ψ_3 là do hướng tuyến ngang (tùy thuộc vào chiều dài cơ sở bánh xe và độ cong ngang).

Đối với ghi, có góc nhập θ ở đầu của ghi. Góc nhập đặc biệt lớn đối với các ghi giao nhau. EN 13232-3 quy định giới hạn trên cho góc nhập.

Khi có đường cong cong ngang trước ghi, cùng hướng với bán kính của ghi, Công thức (E.1) được áp dụng:

$$a = \theta + \psi_1 + \psi_2 + \psi_3 \quad (\text{E.1})$$

Do đó, hướng tuyến ngang ở trước mũi ghi sẽ tạo ra góc ψ_3 theo Công thức (E.2):

$$\psi_3 \leq a_{\text{lim}} - \theta - \psi_1 - \psi_2 \quad (\text{E.2})$$

E.2 Phương pháp dựa trên bán kính có hiệu

Siêu cao thiếu đối với bán kính hiệu dụng ở mũi lưỡi ghi (R_s) có thể được sử dụng để xác định tốc độ cho phép trên đường rẽ nhánh ở ghi giao nhau. Bán kính có hiệu ở mũi lưỡi ghi, khi ghi được đặt trên đường thẳng, thu được bằng cách xem xét độ lệch giữa mũi lưỡi ghi và dây cung bằng khoảng cách giữa các tâm bogie (L_b) là sin ngược (ν), xem Hình E.1. Bán kính hiệu dụng ở mũi lưỡi ghi được xác định theo Công thức (E.3):

$$R_s = \frac{L_b^2}{8 \times \nu} \quad (\text{E.3})$$

trong đó:

R_s, L_b, ν tính bằng (m).

Chiều dài của dây cung L_b thường bằng khoảng cách ngắn nhất giữa các tâm bogie của toa xe khách hoạt động trên tuyến hoặc đường sắt (xem Phụ lục M).

Nếu ghi được đặt trong đường ray cong bán kính R_I , thì bán kính có hiệu ở mũi lưỡi ghi (R'_s) được xác định theo Công thức (E.4) hoặc (E.5):

- khi mũi lưỡi ghi là loại bên trong ghi cong:

$$R'_s = \frac{R_s \times R_I}{R_s + R_I} \quad (\text{E.4})$$

- khi mũi lưỡi ghi là loại bên ngoài ghi cong:

$$R'_s = \left| \frac{R_s \times R_I}{R_s - R_I} \right| \quad (\text{E.5})$$

CHÚ THÍCH 1:

Bên trong ghi cong luôn uốn như nhau, trong khi bên ngoài ghi cong có thể được coi là uốn như nhau ($R_S > R_1$), uốn ngược nhau ($R_S < R_1$), hoặc thẳng ($R_S = R_1$).

Siêu cao thiếu tương đương I_S có thể được tính theo Công thức (E.6) hoặc (E.7):

- đối với ghi đặt trên đoạn thẳng:

$$I_S = C \times \frac{V^2}{R_S} - D \quad (\text{E.6})$$

- đối với ghi đặt trên đoạn cong:

$$I_S = C \times \frac{V^2}{R'_S} - D \quad (\text{E.7})$$

trong đó:

$$C = 11,8 \text{ mm.m.h}^2/\text{km}^2,$$

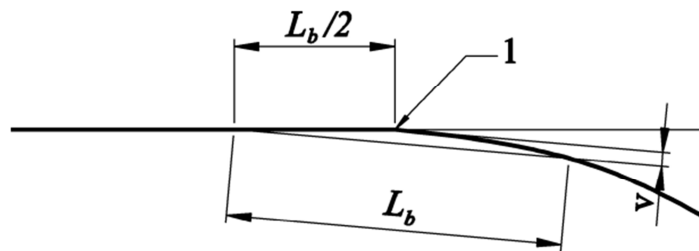
D - siêu cao (mm), mà có thể dương hoặc âm.

CHÚ THÍCH 2:

Giá trị âm cho I_S có thể xảy ra, thể hiện siêu cao thừa.

Với phương pháp này, giới hạn trên 125 mm được sử dụng cho giá trị tuyệt đối của I_S .

Tốc độ thay đổi ảo của siêu cao thiếu đối với bán kính có hiệu ở mũi lưới ghi không được xem xét khi xác định tốc độ tối đa cho phép trên đường rẽ nhánh trong ghi và tâm ghi.



Ghi chú:

1. Mũi lưới ghi

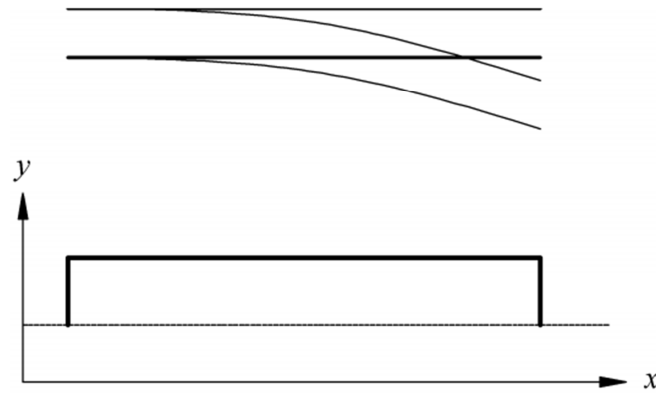
Hình E.1 - Các tham số cho tính toán bán kính có hiệu ở mũi lưới ghi

Phụ lục F (Thông tin)

CÁC XEM XÉT THIẾT KẾ ĐỐI VỚI CÁC BỘ GHI VÀ TÂM GHI

F.1 Ví dụ về các bộ ghi đơn và tâm ghi

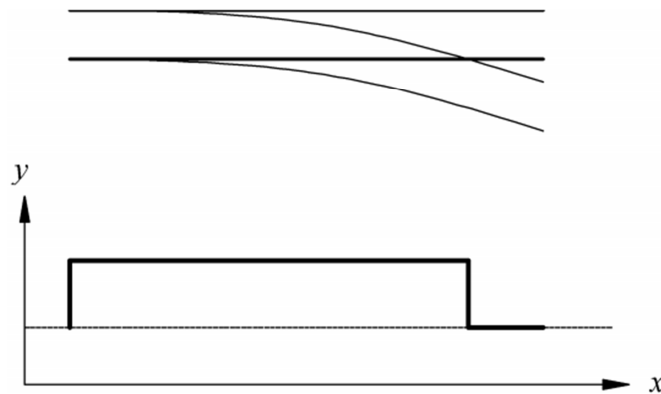
Một số loại ghi đơn nhất định được thể hiện trong Hình F.1 đến F.4.



Ghi chú:

- X. Lý trình
- Y. Độ cong

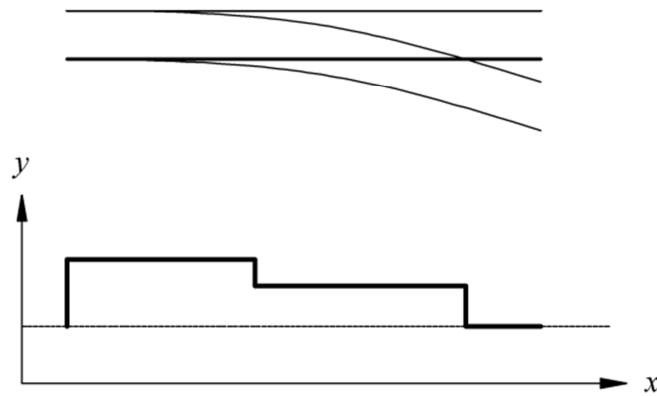
Hình F.1 - Ray và độ cong ngang đối với đường rẽ của ghi tự nhiên với tâm ghi đơn cong



Ghi chú:

- X. Lý trình
- Y. Độ cong

Hình F.2 - Ray và độ cong ngang đối với đường rẽ của ghi tự nhiên với tâm ghi đơn thẳng
Đặc trưng đối với ghi tự nhiên là bán kính không đổi thông qua phần tâm ghi và phần thân ghi.

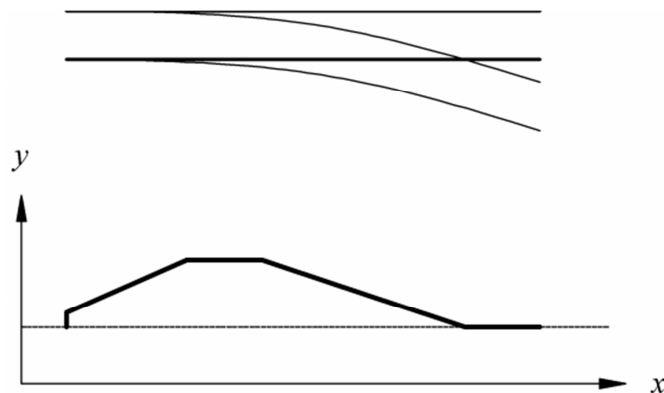


Ghi chú:

- X. Lý trình
- Y. Độ cong

Hình F.3 - Ray và độ cong ngang đối với đường rãnh của ghi cong tròn (ghi liên hợp) với tâm ghi đơn thẳng

Đặc trưng đối với ghi cong tròn là bán kính cong không đổi thông qua phần tâm ghi và bán kính cong không đổi khác (nhỏ hơn hoặc lớn hơn) thông qua phần thân ghi.



Ghi chú:

- X. Lý trình
- Y. Độ cong

Hình F.4 - Ray và độ cong ngang đối với đường rãnh của ghi chuyển tiếp với tâm ghi đơn thẳng

Đặc trưng đối với ghi chuyển tiếp là sử dụng các đường cong chuyển tiếp với việc tăng và/hoặc giảm độ cong. Do các ràng buộc hình học, sẽ luôn có sự thay đổi đột ngột về độ cong ở đầu của các lưỡi ghi. Một số ghi chuyển tiếp nhất định cũng có sự thay đổi đột ngột về độ cong ở đầu ghi. Chiều dài của phần tròn của đoạn cong có thể bằng 0. Ngoài ra, chiều dài của đoạn thẳng ở đầu ghi có thể bằng 0, trong trường hợp đó tâm ghi đơn sẽ bị cong.

Trong ghi có đường rãnh cong qua phần tâm ghi, như trong [Hình F.1](#), tâm ghi, ray kiểm tra và các thành phần khác phải chịu lực lớn hơn do siêu cao thiếu trên đường rãnh. Hướng tuyến của đường rãnh qua phần tâm ghi nên, bất cứ khi nào có thể mà không gây ra các thay đổi đột ngột về độ cong, phải thẳng, như trong [Hình F.2](#) đến [F.4](#).

Tiêu chí cho thay đổi đột ngột của độ cong, thay đổi đột ngột của siêu cao thiếu và tốc độ thay đổi của siêu cao thiếu được quy định tại [Điều 6](#).

F.2 Sử dụng tâm ghi chéo, tâm ghi chéo có trượt và ghi kép

Nên tránh sử dụng tâm ghi chéo, tâm ghi chéo có trượt và ghi kép trong đường ray có tốc độ cao hoặc tải trọng trục cao. Sự tích lũy của sự không liên tục trong mặt phẳng chạy làm tăng lực động của bánh xe/ ray và do đó, chi phí bảo trì cao hơn sẽ phát sinh.

F.3 Ghi và tâm ghi trên, hoặc gần, dưới cầu

Khi chiều dài có thể mở rộng của mặt cầu lớn hơn 30 m đến 40 m, không nên lắp đặt các bộ ghi và tâm ghi theo chiều dài đường ray bị ảnh hưởng bởi chuyển động tại khe co giãn trên mặt cầu. Nếu điều này là không thể tránh khỏi, nên tiến hành phân tích chi tiết về sự tương tác giữa kết cấu cầu và bộ ghi và tâm ghi. Việc sử dụng các bộ ghi và tâm ghi qua các khe co giãn trên cầu thường là không thể. Trên cầu cạn lớn, không có gối cầu di động, không hạn chế nào như vậy phải được xem xét.

F.4 Giáp nối bộ ghi và tâm ghi

Khi bộ ghi và tâm ghi phải theo nhau, khoảng cách giữa các bộ phải sao cho:

- bộ ghi và tâm ghi có chiều dài danh định, và chiều dài thực tế của ray có thể được lắp đặt giữa hai bộ ghi và tâm ghi;
- các tấm đỡ bộ ghi và tâm ghi đầu tiên không dính vào các tấm đỡ bộ ghi và tâm ghi tiếp theo;
- khoảng cách giữa các tấm đỡ và tà vẹt (khi được sử dụng) nằm trong dung sai trong tiêu chuẩn thiết kế đường ray thích hợp.

Các tiêu chí về khoảng cách giữa thay đổi đột ngột độ cong và thay đổi đột ngột của siêu cao thiếu được định nghĩa trong Điều 6.

F.5 Bộ ghi và tâm ghi trên đường cong ngang

Lý tưởng nhất, các bộ ghi và tâm ghi nên được đặt thẳng qua đường ray.

Khi một bộ ghi và tâm ghi được đặt trên một đường cong ngang, sự uốn cong của các thành phần

để khớp với độ cong của đường ray được thiết kế đầu tiên $\left(\frac{1}{R_I}\right)$, độ cong của đường ray thứ hai

$\left(\frac{1}{R_{II}}\right)$ bị ảnh hưởng. Giá trị chính xác độ cong của đường ray thứ hai $\left(\frac{1}{R_{II}}\right)$ phụ thuộc vào các

nguyên tắc kéo dài và cắt ngắn ray trên phần thân ghi. Ước tính gần đúng về độ cong của đường

ray thứ hai $\left(\frac{1}{R_{II}}\right)$ dựa trên sự chồng chất của độ cong (theo xấp xỉ góc nhỏ). Công thức (F.1)

được áp dụng cho bộ ghi và tâm ghi cong bên trong và Công thức (F.2) được áp dụng cho bộ ghi và tâm ghi cong bên ngoài:

$$\frac{1}{R_{II}} \approx \frac{1}{R_I} + \frac{1}{R_0} \quad (F.1)$$

$$\frac{1}{R_{II}} \approx \left| \frac{1}{R_I} - \frac{1}{R_0} \right| \quad (F.2)$$

trong đó:

$\frac{1}{R_0}$ là độ cong (m^{-1}) của đường rẽ của bộ ghi và tâm ghi trong nhánh đường ray thẳng.

CHÚ THÍCH 1:

Đối với đường cong chuyển tiếp $\frac{1}{R_0}$, $\frac{1}{R_I}$ và $\frac{1}{R_{II}}$ là độ lớn của độ cong cục bộ.

CHÚ THÍCH 2:

Bộ ghi và tâm ghi cong bên trong là uốn giống nhau, bộ ghi và tâm ghi cong bên ngoài có thể là uốn giống nhau $\left(\frac{1}{R_I} > \frac{1}{R_0}\right)$, thẳng $\left(\frac{1}{R_I} = \frac{1}{R_0}\right)$ và/hoặc uốn ngược nhau $\left(\frac{1}{R_I} < \frac{1}{R_0}\right)$. (Xem EN 13232-1 cho các định nghĩa).

Ước tính gần đúng về độ lớn của độ cong $\frac{1}{R_{II}}$ là hữu ích để kiểm tra các tiêu chí về bán kính cong ngang, siêu cao thiếu, siêu cao thừa và khoảng cách giữa các thay đổi đột ngột của độ cong và khoảng cách giữa các thay đổi đột ngột của siêu cao thiếu theo Điều 6. Không nên sử dụng trong tính toán hướng tuyến cho dữ liệu thiết lập.

F.6 Bộ ghi và tâm ghi trên đường ray có siêu cao

Khi bộ ghi và tâm ghi được sử dụng trên đường ray có siêu cao, ảnh hưởng của siêu cao đến khoảng cách đường ray và góc lệch ở tầm đỡ cuối cùng (như được định lượng trong mặt phẳng ngang) có thể được xem xét. Hệ số hiệu chỉnh f_D , áp dụng cả cho khoảng cách đường ray và tiếp tuyến cho góc lệch ở tầm đỡ cuối cùng được xác định theo Công thức (F.3):

$$f_D = \cos\left(\arcsin\left(\frac{D}{e}\right)\right) \quad (\text{F.3})$$

trong đó:

D - siêu cao ở tầm đỡ cuối cùng

e - là khoảng cách giữa các điểm tâm danh định của hai diện tiếp xúc của bánh xe (ví dụ: khoảng 1.500 mm đối với khổ đường ray 1.435 mm).

Nên tránh sử dụng bộ ghi và tâm ghi trong các đường ray có độ dốc siêu cao. Độ cứng chống xoắn của ghi phụ thuộc vào các đặc điểm như biên dạng ray và loại tâm ghi. Hơn nữa, có sự khác biệt đáng kể giữa độ cứng chống xoắn của phần bề ghi và phần tâm ghi. Tình huống phức tạp hơn nếu điểm bắt đầu và/hoặc kết thúc của độ dốc siêu cao nằm là nằm trong phạm vi chiều dài của bộ ghi và tâm ghi. Phân tích chi tiết nên được thực hiện để thiết lập tính khả thi của việc sử dụng bộ ghi và tâm ghi trên độ dốc siêu cao.

F.7 Hướng tuyến theo phương dọc và bộ ghi và tâm ghi

Khi bộ ghi và tâm ghi được sử dụng trên độ dốc đường ray, ảnh hưởng của độ dốc đến chiều dài của bộ ghi và góc lệch ở tầm đỡ cuối cùng (như được định lượng trong mặt phẳng ngang) có thể được xem xét. Hệ số hiệu chỉnh f_L , áp dụng cho khoảng cách dọc, và hệ số hiệu chỉnh f_p , áp dụng cho tiếp tuyến cho góc lệch ở tầm đỡ cuối cùng được xác định bởi Công thức (F.4) - (F.5).

$$f_L = \cos(\arctan(p)) \quad (\text{F.4})$$

$$f_p = \frac{1}{\cos(\arctan(p))} \quad (\text{F.5})$$

trong đó:

p - độ dốc đường ray.

Trong khu vực trung tâm của giao cắt, hướng tuyến theo chiều dọc của tất cả các đường ray sẽ cho phép các ray nằm trong cùng một mặt phẳng chạy.

Đối với tâm ghi đơn có siêu cao, sẽ có một số hạng điều chỉnh đáng kể cho cao độ đường ray ở tấm đỡ cuối cùng, được xác định bởi Công thức (F.6) cho bộ ghi và tâm ghi cong bên ngoài và Công thức (F.7) cho bộ ghi và tâm ghi cong bên trong:

$$\Delta z = \Delta y \times \frac{D}{e} \quad (\text{F.6})$$

$$\Delta z = -\Delta y \times \frac{D}{e} \quad (\text{F.7})$$

trong đó:

Δz - số hạng hiệu chỉnh cho cao độ đường ray (m),

Δy - khoảng cách đường ray cho tấm đỡ cuối cùng không có siêu cao (m),

D - siêu cao ở tấm đỡ cuối cùng (mm),

e - là khoảng cách giữa các điểm tâm danh định của hai diện tiếp xúc của bánh xe (ví dụ: khoảng 1.500 mm đối với khổ đường ray 1.435 mm).

Đối với tâm ghi đơn có siêu cao, cũng sẽ có một số hạng điều chỉnh đáng kể cho độ dốc đường ray ở tấm đỡ cuối cùng, được xác định bởi Công thức (F.8) - (F.11):

$$\Delta p = \frac{D}{e} \times \frac{dy}{ds} + \frac{\Delta y}{e} \times \frac{dD}{ds} \quad (\text{F.8})$$

$$\Delta p = \frac{D}{e} \times \frac{dy}{ds} - \frac{\Delta y}{e} \times \frac{dD}{ds} \quad (\text{F.9})$$

$$\Delta p = \frac{D}{e} \times \frac{dy}{ds} + \frac{\Delta y}{e} \times \frac{dD}{ds} \quad (\text{F.10})$$

$$\Delta p = \frac{D}{e} \times \frac{dy}{ds} + \frac{\Delta y}{e} \times \frac{dD}{ds} \quad (\text{F.11})$$

trong đó:

Δp - số hạng hiệu chỉnh cho độ dốc đường ray (-),

Δy - khoảng cách đường ray cho tấm đỡ cuối cùng không có siêu cao (m),

D - siêu cao ở tấm đỡ cuối cùng (mm),

$\frac{dy}{ds}$ tiếp tuyến cho góc lệch (đối với tấm đỡ cuối cùng không có siêu cao),

$\frac{dD}{ds}$ độ dốc siêu cao (-),

$e = 1.500$ mm.

Công thức (F.8) có thể áp dụng cho ghi cong bên ngoài bề mặt và ghi cong bên trong kế tiếp, trên chuyển tiếp siêu cao với tăng siêu cao.

Công thức (F.9) có thể áp dụng cho ghi cong bên ngoài bề mặt và ghi cong bên trong kế tiếp, trên chuyển tiếp siêu cao với giảm siêu cao.

Công thức (F.10) có thể áp dụng cho ghi cong bên ngoài bề mặt và ghi cong bên trong kế tiếp, trên chuyển tiếp siêu cao với giảm siêu cao.

Công thức (F.11) có thể áp dụng cho ghi cong bên ngoài bề mặt và ghi cong bên trong kế tiếp, trên chuyển tiếp siêu cao với tăng siêu cao.

Do hiệu ứng hình côn, độ uốn dọc của các thành phần đường ray không tương ứng với độ cong đứng trong biên dạng của hai đường ray. Để tính độ cong uốn, vuông góc với mặt phẳng đường ray, số hạng hiệu chỉnh được xác định theo Công thức (F.12):

$$\Delta \times \frac{1}{R_v} = \frac{D}{e} \times \frac{1}{R} \quad (\text{F.12})$$

trong đó:

$\Delta \times \frac{1}{R_v}$ số hạng hiệu chỉnh cho độ cong uốn dọc (m^{-1}),

D - siêu cao (mm),

R - bán kính cong ngang (m),

e - là khoảng cách giữa các điểm tâm danh định của hai diện tiếp xúc của bánh xe (ví dụ: khoảng 1.500 mm đối với khổ đường ray 1.435 mm).

Đối với đường cong đứng lõm, số hạng hiệu chỉnh $\Delta \times \frac{1}{R_v}$ được thêm vào độ cong đứng $\left| \frac{1}{R_v} \right|$ của cầu biên dạng đường ray, trong khi đối với đường cong đứng lồi, số hạng hiệu chỉnh $\Delta \times \frac{1}{R_v}$ được trừ đi từ độ cong đứng $\left| \frac{1}{R_v} \right|$ của biên dạng đường ray. Việc hiệu chỉnh có thể được tính đến khi áp dụng các tiêu chí cho bán kính cong đứng trong Điều 6.15.

Phụ lục G (Thông tin)

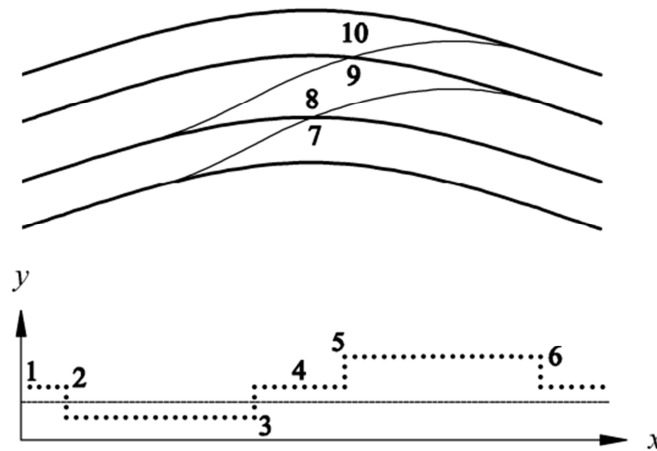
CÁC VÍ DỤ ÁP DỤNG

G.1 Tổng quát

Phụ lục này trình bày ví dụ về các ứng dụng của các quy tắc và giới hạn trong tiêu chuẩn này. Mục đích của các ví dụ là để làm sáng tỏ việc áp dụng các quy tắc quy phạm nhất định. Tuy nhiên, tất cả các quy tắc và giới hạn trong Điều 6 được áp dụng.

G.2 Ví dụ về chỗ giao nhau trên đường cong ngang

Hình G.1 minh họa ray và độ cong của giao nhau giữa hai đường ray thông qua.



Ghi chú:

- X. Lý trình
- Y. Độ cong
- 1. Hàm độ cong cho đường ray rẽ
- 2. Điểm tiếp tuyến với thay đổi đột ngột của độ cong
- 3. Điểm tiếp tuyến với thay đổi đột ngột của độ cong
- 4. Bộ phận trung gian
- 5. Điểm tiếp tuyến với thay đổi đột ngột của độ cong
- 6. Điểm tiếp tuyến với thay đổi đột ngột của độ cong
- 7. Tâm ghi đơn cố định, ray không liên tục trên đường ray thông qua
- 8. Tâm ghi đơn cố định, ray không liên tục trên đường ray rẽ
- 9. Tâm ghi đơn cố định, ray không liên tục trên đường ray rẽ
- 10. Tâm ghi đơn cố định, ray không liên tục trên đường ray thông qua

Hình G.1 - Ray trong mặt phẳng ngang và hàm cong cho đường rẽ trong giao nhau, ghi với các tâm ghi đơn cong ban đầu

Yêu cầu đối với thay đổi đột ngột siêu cao thiểu ΔI áp dụng cho điểm tiếp tuyến 2, 3, 5 và 6.

Yêu cầu đối với bộ phận trung gian L_s áp dụng cho chiều dài của phần tử 4.

Các yêu cầu liên quan đến siêu cao thiểu đối với ray không liên tục I_{CE} áp dụng cho các tâm ghi đơn cố định tại các vị trí 7 và 9.

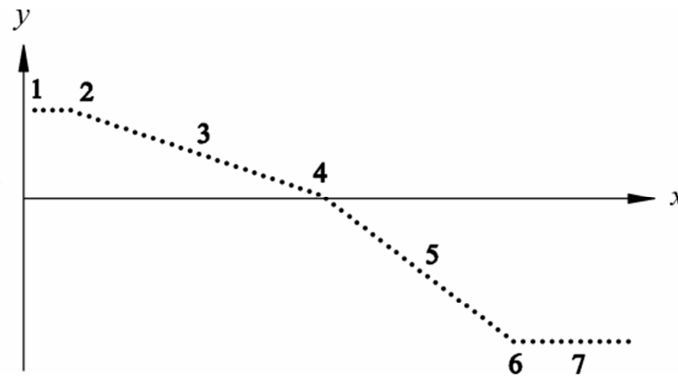
Các yêu cầu liên quan đến siêu cao thừa đối với ray không liên tục E_{CE} áp dụng cho các tâm ghi đơn cố định tại vị trí 8.

Đối với tâm ghi cố định tại vị trí 8, kí hiệu của độ cong quyết định xem $I_{CE,lim}$ hoặc $E_{CE,lim}$ áp dụng:

- nếu tâm ghi nằm trên ray ngoài của đường rẽ, $I_{CE,lim}$ được áp dụng; và
 - đường rẽ là thẳng, hoặc tâm ghi nằm trên ray bên trong của đường rẽ, $E_{CE,lim}$ được áp dụng.
- Nếu ít nhất một bán kính là nhỏ hơn 213 m, phải kiểm tra tiêu chí khóa đệm theo Phụ lục N.

G.3 Ví dụ về chuyển tiếp siêu cao hai đoạn tuyến tính

Hình G.2 minh họa một chuyển tiếp siêu cao hai đoạn tuyến tính. Các đường chấm chấm biểu thị cao độ của ray bên trái so với cao độ của ray bên phải. (Loại phổ biến của chuyển tiếp siêu cao hai đoạn tuyến tính là chuyển tiếp siêu cao trên đường cong ngược).



Ghi chú:

- X. Lý trình
- Y. Cao độ của ray bên trái so với ray bên phải
- 1. Siêu cao không đổi
- 2. Điểm tiếp tuyến với siêu cao
- 3. Độ dốc siêu cao không đổi
- 4. Điểm tiếp tuyến với siêu cao
- 5. Độ dốc siêu cao không đổi
- 6. Điểm tiếp tuyến với siêu cao
- 7. Siêu cao không đổi

Hình G.2 - Cao độ của ray bên trái so với bên phải trên chuyển tiếp siêu cao hai đoạn tuyến tính

Vì độ dốc siêu cao trên phần thứ nhất của chuyển tiếp (3), không giống trên phần thứ hai (5), hai phần khác nhau phải được đánh giá riêng.

Phần thứ nhất bao gồm thay đổi siêu cao ΔD từ điểm tiếp tuyến 2 sang điểm tiếp tuyến 4, và chiều dài tương ứng L_D giữa hai điểm đó.

Phần thứ hai bao gồm thay đổi siêu cao ΔD từ điểm tiếp tuyến 4 sang điểm tiếp tuyến 6, và chiều dài tương ứng L_D giữa hai điểm đó.

Nguyên tắc tương tự cũng được áp dụng khi điểm tiếp tuyến 4 có giá trị siêu cao khác "0".

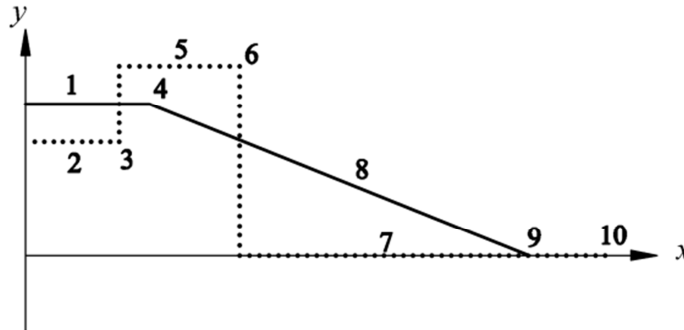
Sự thay đổi siêu cao ΔD và chiều dài L_D được sử dụng trong tính toán độ dốc siêu cao $\frac{dD}{ds}$ và tốc

độ thay đổi siêu cao $\frac{dD}{dt}$.

Nguyên tắc tương tự áp dụng cho việc đánh giá độ thay đổi siêu cao thiếu $\frac{dI}{dt}$.

G.4 Ví dụ trong đó chuyển tiếp siêu cao được thiết kế không có đường cong chuyển tiếp trùng khớp

Hình G.3 minh họa ví dụ trong đó chuyển tiếp siêu cao được thiết kế mà không có đường cong chuyển tiếp trùng khớp. Đường liền nét thể hiện siêu cao, và đường chấm chấm biểu thị độ cong. (Việc bố trí có thể được sắp xếp sau ghi có siêu cao trong đó không có khoảng trống cho đường cong chuyển tiếp trong đường rẽ sau tầm đỡ cuối cùng, mà có thể được giả thiết là được đặt tại điểm tiếp tuyến 3 trong hình vẽ).



Ghi chú:

- X. Lý trình
- Y. Siêu cao và độ cong, tương ứng
- 1. Siêu cao không đổi
- 2. Độ cong không đổi
- 3. Điểm tiếp tuyến với thay đổi đột ngột độ cong
- 4. Điểm tiếp tuyến với siêu cao
- 5. Độ cong không đổi
- 6. Điểm tiếp tuyến với thay đổi đột ngột độ cong
- 7. Độ cong không đổi
- 8. Độ dốc siêu cao không đổi
- 9. Điểm tiếp tuyến với siêu cao
- 10. Siêu cao không đổi

Hình G.3 - Siêu cao và độ cong cho bố trí trong đó chuyển tiếp siêu cao không trùng với đường cong chuyển tiếp

Chuyển tiếp siêu cao có các thuộc tính không đổi từ điểm tiếp tuyến 4 đến điểm tiếp tuyến 9. Do đó, thay đổi siêu cao ΔD có thể được tính từ điểm tiếp tuyến 4 đến điểm tiếp tuyến 9 và độ dài tương ứng L_D giữa hai điểm đó.

Sự thay đổi siêu cao ΔD và chiều dài L_D được sử dụng trong tính toán độ dốc siêu cao $\frac{dD}{ds}$ và tốc

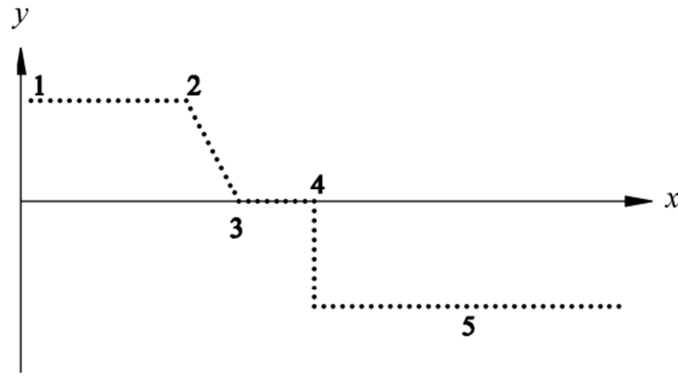
độ thay đổi siêu cao $\frac{dD}{dt}$.

Các yêu cầu liên quan đến thay đổi đột ngột của siêu cao thiếu ΔI áp dụng cho các điểm tiếp tuyến 3 và 6.

Siêu cao thừa và siêu cao thiếu phải được kiểm tra tại tất cả các điểm cực đại cục bộ, tức là dọc theo độ cong không đổi 2, tại điểm tiếp tuyến 4, ngay trước và sau điểm tiếp tuyến 6 và ngay sau điểm tiếp tuyến 9.

G.5 Ví dụ về đường cong chuyển tiếp dưới chuẩn

Hình G.4 minh họa độ cong của đường cong chuyển tiếp đặt gần thay đổi đột ngột của độ cong.



Ghi chú:

- X. Lý trình
- Y. Độ cong
- 1. Độ cong không đổi
- 2. Điểm tiếp tuyến với đường cong chuyển tiếp
- 3. Điểm tiếp tuyến với đường cong chuyển tiếp
- 4. Điểm tiếp tuyến với thay đổi đột ngột độ cong
- 5. Độ cong không đổi

Hình G.4 - Hàm độ cong trong đó đường cong chuyển tiếp đặt gần thay đổi đột ngột của độ cong. Nếu đường cong chuyển tiếp từ điểm tiếp tuyến 2 đến điểm tiếp tuyến 3 đáp ứng yêu cầu về tốc độ thay đổi của siêu cao thiếu $\frac{dI}{dt}$, thì không có yêu cầu về chiều dài L_s cho bộ phận trung gian từ điểm tiếp tuyến 3 đến điểm tiếp tuyến 4. (Đối với ghi một phần hoặc toàn phần đặt trên đường cong chuyển tiếp, điểm tiếp tuyến 4 có thể được đặt ngay cả giữa điểm tiếp tuyến 2 và điểm tiếp tuyến 3).

Tuy nhiên, nếu đường cong chuyển tiếp không đáp ứng yêu cầu về tốc độ thay đổi của siêu cao thiếu $\frac{dI}{dt}$, thì giới hạn trên đối với sự thay đổi đột ngột của siêu cao thiếu ΔI_{lim} áp dụng cho thay đổi của siêu cao thiếu từ điểm tiếp tuyến 2 sang điểm tiếp tuyến 3. Hơn nữa, các yêu cầu về chiều dài giữa các thay đổi đột ngột của độ cong L_s áp dụng cho chiều dài của bộ phận trung gian từ điểm tiếp tuyến 3 đến điểm tiếp tuyến 4. Ngoài ra, tổng thay đổi siêu cao thiếu từ độ cong 1 sang độ cong 5 phải nhỏ hơn giới hạn cho đột ngột thay đổi không thể thiếu M_{lim} .

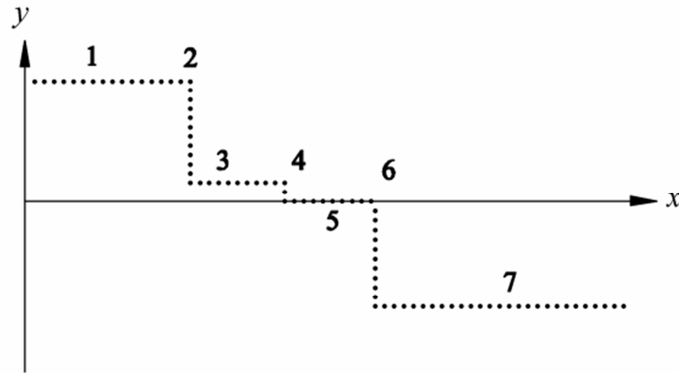
Trong mọi trường hợp, giới hạn trên cho sự thay đổi đột ngột của siêu cao thiếu ΔI_{lim} áp dụng cho thay đổi siêu cao thiếu tại điểm tiếp tuyến 4.

Nếu ít nhất một bán kính nhỏ hơn **213 m**, phải kiểm tra tiêu chí khóa đệm theo **Phụ lục N**.

Các nguyên tắc cũng áp dụng cho các trường hợp trong đó bộ phận hướng tuyến từ điểm tiếp tuyến 3 đến điểm tiếp tuyến 4 là một đường cong tròn.

G.6 Ví dụ trong đó một số bộ phận hướng tuyến tạo thành chiều dài trung gian

Hình G.5 minh họa độ cong trong đó hai bộ phận trung gian cùng đáp ứng yêu cầu về chiều dài của bộ phận trung gian. Tình huống này là phổ biến đối với các giao cắt trong đó một hoặc cả hai ghi được đặt trên đường cong ngang.



Ghi chú:

- | | |
|----|---|
| X. | Lý trình |
| Y. | Độ cong |
| 1. | Độ cong không đổi |
| 2. | Điểm tiếp tuyến với thay đổi độ cong đột ngột |
| 3. | Độ cong không đổi |
| 4. | Điểm tiếp tuyến với thay đổi độ cong đột ngột |
| 5. | Độ cong không đổi |
| 6. | Điểm tiếp tuyến với thay đổi độ cong đột ngột |
| 7. | Độ cong không đổi |

Hình G.5 - Hàm độ cong trong đó hai phần tử ngắn cùng đáp ứng yêu cầu về chiều dài đối với bộ phận trung gian

Tổng chiều dài từ điểm tiếp tuyến 2 đến điểm tiếp tuyến 6 có thể được sử dụng để đánh giá yêu cầu L_s , với điều kiện:

- sự thay đổi của siêu cao thiếu từ độ cong 1 đến độ cong 5 không vượt quá giới hạn trên đối với thay đổi đột ngột của siêu cao thiếu ΔI_{lim} ; và
- sự thay đổi của siêu cao thiếu từ độ cong 3 đến độ cong 7 không vượt quá giới hạn trên đối với sự thay đổi đột ngột của siêu cao thiếu ΔI_{lim} .

Nếu ít nhất một bán kính nhỏ hơn **213 m**, phải kiểm tra tiêu chí khóa đệm theo **Phụ lục N**.

Các nguyên tắc cũng áp dụng cho các trường hợp trong đó các bộ phận hướng tuyến trung gian là một đường cong chuyển tiếp, với điều kiện tốc độ thay đổi của siêu cao thiếu $\frac{dI}{dt}$ không vượt quá giới hạn trên.

Phụ lục H (Thông tin)

CÁC VÍ DỤ VỀ CÁC GIỚI HẠN CỤC BỘ ĐỐI VỚI SIÊU CAO THIỂU

Ở châu Âu, thông thường áp dụng các giới hạn khác nhau cho siêu cao thiếu đối với các loại tàu khác nhau. Giả thiết rằng mọi xe đã được thử nghiệm và phê duyệt theo quy trình trong EN 14363 trong các điều kiện bao gồm phạm vi vận hành siêu cao thiếu của chính nó. Bảng H.1 cho thấy các ví dụ nhất định về giới hạn cục bộ đối với siêu cao thiếu.

Bảng H.1 - Các ví dụ nhất định về giới hạn đối với siêu cao thiếu cho khổ đường 1.435 mm

Loại tàu / loại tuyến	Giới hạn
Pháp và Bỉ (cho tốc độ > 300 km/h)	80 mm
Xe loại A ở Italy	92 mm
Áo, Cộng hòa Séc, Thụy Điển và Tây Ban Nha (tàu hàng, toa xe khách cũ)	100 mm
Tàu hàng ở UK	110 mm
Xe loại B ở Italy. Tàu hàng ở Thụy Sĩ	122 mm
Tàu khách ở Áo và Cộng hòa Séc. Tàu hàng ở Đức và Pháp. Tàu khách và tàu hàng ở Bỉ. Tàu hàng và tàu khách nhất định ở Đan Mạch	130 mm
Nauy và Tây Ban Nha ^a . Tàu khách ở Cộng hòa Séc, Đan Mạch, Đức, Thụy Sĩ và UK	150 mm
Xe loại C ở Italy. Tàu hàng ở Thụy Sĩ. Tàu hàng và tàu khách nhất định ở Thụy Điển	153 mm
Tàu khách ở Bồ Đào Nha ^a	155 mm
Tàu khách bình thường và tàu hàng nhẹ ở Pháp. Tàu khách nhất định ở Đan Mạch và Nauy	160 mm
Xe nhất định ở Pháp	180 mm
Tàu tự nghiêng ở Thụy Điển	245 mm
Tàu tự nghiêng ở Cộng hòa Séc	270 mm
Tàu tự nghiêng ở Italy, Nauy, Bồ Đào Nha ^a , và Thụy Sĩ	275 mm
Tàu tự nghiêng ở Đức và UK	300 mm
^a Đối với Bồ Đào Nha và Tây Ban Nha, các giới hạn ở đây được thể hiện dưới dạng giới hạn tương đương với khổ 1.435 mm.	

Phụ lục I (Thông tin)

CÁC XEM XÉT LIÊN QUAN ĐẾN SIÊU CAO THIỂU VÀ SIÊU CAO THỪA

I.1 Giới thiệu

Việc tiếp xúc chính xác giữa bánh xe và ray là cần thiết để duy trì hoạt động an toàn (xem EN 14363).

Ba nguyên nhân chính của sự hư hỏng là:

- leo bánh xe;
- lật xe; và
- vượt quá giới hạn cường độ ngang của đường ray do tải trọng (giới hạn Prud'homme),

Những nguyên nhân này có liên quan đến siêu cao thiếu và siêu cao thừa, cũng như bán kính đường cong và xoắn vặn (xem EN 13848-1 và EN 13848-5)

I.2 Siêu cao thiếu

Các lực ngang trong tiếp xúc bánh xe/ ray có thể được chia thành hai thành phần:

- lực bán tĩnh, liên quan đến bán kính ngang, siêu cao thiếu và tải trọng trục;
- lực động, có liên quan đến chất lượng đường ray, sự biến đổi độ cứng, đặc điểm xe và tốc độ.

Xe có các đặc tính cơ học đặc biệt (tải trọng trục thấp, giảm khối lượng không treo, hệ số lăn thấp), có thể được phép vận hành trên siêu cao thiếu cao hơn so với đầu máy toa xe thông thường.

Để xem xét liên quan đến sự êm thuận cho hành khách, xem Phụ lục J.

I.3 Siêu cao thừa

Siêu cao thừa gây ra các lực bán tĩnh thẳng đứng cao hơn trên ray thấp. Lực ngang bánh xe/ ray trên ray thấp tăng theo lực thẳng đứng bánh xe/ ray. Ở giá trị cao của siêu cao thừa, các bánh xe được dịch chuyển gần hơn tới ray bên trong. Sự khác nhau về bán kính lăn sẽ không hợp với chênh lệch khoảng cách lăn đối với bánh xe bên trái và bên phải, dẫn đến gợn sóng của ray. Do đó, mòn ray và lực trên hệ phụ kiện kẹp ray có thể tăng.

Siêu cao thừa cũng ảnh hưởng đến tiêu chí leo bánh xe.

I.4 Tiêu chí leo bánh xe

Leo bánh xe là một sự trật bánh gây ra bởi thực tế là bánh xe, thường là bánh xe trên ray ngoài của đường cong, rời khỏi đầu ray và vượt lên trên nó. Tiếp xúc bánh xe/ ray bị chi phối bởi lực ma sát, và dạng trật bánh được đặc trưng theo tỷ lệ $\frac{Y}{Q}$, trong đó Y là lực ngang bánh xe/ ray và Q là lực thẳng đứng bánh xe/ ray trên bánh xe.

Bán kính nhỏ, siêu cao lớn (siêu cao thừa lớn), xoắn đường ray và ma sát cao trong tiếp xúc bánh xe/ ray làm tăng nguy cơ leo bánh xe.

I.5 Lật xe

Điều kiện lật xe xảy ra khi xe ở siêu cao thiếu bắt đầu sự quay quanh ray ngoài. Tiêu chí xác định cho rủi ro này là lực thẳng đứng của bánh xe/ ray trên ray trong. Khả năng xảy ra loại sự kiện này xuất hiện với phương tiện không tự nghiêng là rất nhỏ do các giới hạn trên đối với siêu cao thiếu

là nhỏ, vì thực tế là giới hạn của các lực dịch chuyển của đường ray theo phương ngang thường đạt đến giá trị siêu cao thiếu thấp hơn.

Tuy nhiên, đối với hoạt động của tàu tự nghiêng, tổ hợp của lực quán tính ngang và lực tạo ra từ gió ngang có thể dẫn đến lực thẳng đứng bằng không của bánh xe bên trong.

EN 14363 mô tả quy trình cần thiết và giới hạn cho cái gọi là "tiêu chí lật xe" được xác định.

Thông số kỹ thuật cho ảnh hưởng của gió ngang nằm trong EN 14067-6 và trong TSI INF, và đường cong gió đặc trưng được xác định trong TSI đầu máy toa xe tốc độ cao.

1.6 Cường độ theo phương ngang của đường ray khi chịu tải (giới hạn Prud'homme)

Nếu lực ngang bánh xe/ ray (tĩnh và động) quá cao, các lực sẽ gây ra sự dịch chuyển ngang lâu dài của đường ray. Những khiếm khuyết hình học đường ray sẽ phát triển với lưu lượng giao thông. Quá trình này có thể dẫn đến sự trật bánh của xe.

Giới hạn này của cường độ đường ray theo phương ngang được thể hiện dưới dạng giới hạn Prud'homme tương ứng với giới hạn trên đối với các loại đường ray khác nhau được thử nghiệm.

Vì giới hạn Prud'homme áp dụng cho đường ray mới được chèn đá, việc hạn chế tốc độ tạm thời có thể được áp dụng trong giai đoạn cố kết đường ray.

Các thành phần của đường ray (biên dạng ray, loại tà vẹt, loại phụ kiện kẹp ray, đặc tính đá ballast) và các yếu tố khác như cố kết đường ray sau khi chèn đá, lực do nhiệt trong ray, khoảng cách gần của hai bánh xe, lực động thẳng đứng của bánh xe/ ray) ảnh hưởng đến khả năng chống dịch chuyển ngang của đường ray.

1.7 Siêu cao thiếu tại ghi và tâm ghi đặt trên đường cong

Do sự không liên tục về mặt xây dựng ở mép chạy tại các ghi và ảnh hưởng của ray kiểm tra hoặc ray cánh ở mũi tâm ghi, ứng xử động và giá trị cực đại của lực ngang bánh xe/ ray là cao hơn so với ở đường bình thường. Những tình huống này có thể rất quan trọng khi ghi và tâm ghi được lắp đặt trong đường ray có siêu cao thiếu cao.

Mặc dù tải trọng trục thấp hơn của tàu tự nghiêng, mức độ của lực đỉnh như vậy có thể cao hơn, vì tốc độ cao hơn so với tàu thông thường. Để tránh hư hỏng cho đường ray hoặc bánh xe, giới hạn trên cho siêu cao thiếu đối với tàu tự nghiêng trên đường cong có ghi và tâm ghi hoặc các tính năng tương tự khác, chẳng hạn như thiết bị co giãn, phải thấp hơn giới hạn chung cho siêu cao thiếu.

Để xác minh tốc độ tối đa cho phép và bằng cách tôn trọng sự đa dạng của các đặc tính chạy của các tàu tự nghiêng khác nhau, các phản lực nên được đo trực tiếp trên các bộ phận của đường ray và bánh xe. Cũng cần lưu ý rằng các phép đo thông thường trên bánh xe, theo EN 14363, bị ảnh hưởng bởi tần số ngưỡng lọc thông thấp khoảng 20 Hz đến 40 Hz. Do đó, có thể cần phải sử dụng các hệ thống đo có tần số ngưỡng lọc thông thấp cao hơn và/hoặc bổ sung cho hệ thống đo trên các bánh xe bằng cách thực hiện các phép đo trực tiếp trên các bộ phận đường ray như ray đầu máy, ray kiểm tra và/hoặc ray cánh. Cũng có thể cần thiết để đánh giá tình hình tại ray kiểm tra khi có độ mòn của gờ bánh xe ngang tối đa, vì lực ngang cực đại có thể cao hơn so với khi gờ bánh xe chưa mòn.

Phụ lục J (Thông tin)

SỰ ÊM THUẬN CHO HÀNH KHÁCH TRÊN ĐƯỜNG CONG

J.1 Tổng quát

Các phương pháp đo đạc và đánh giá hoặc sự êm thuận cho hành khách được xác định trong EN 12299. Tiêu chuẩn định lượng sự êm thuận thông qua các phép đo gián tiếp, tức là đo và xử lý các đại lượng chuyển động có liên quan. Một số quy trình trong tiêu chuẩn được dựa trên các phép đo gia tốc được lọc băng thông và không bao gồm các ảnh hưởng của hình học đường ray thiết kế. Người ta định lượng các ảnh hưởng kết hợp của sự bất thường đường ray và ứng xử động của xe.

Êm thuận trên chuyển tiếp đường cong (phương pháp P_{CT}) là phương pháp để định lượng sự êm thuận khi đi xe trên các đường cong chuyển tiếp. Sự êm thuận trên phương pháp rời rạc (phương pháp P_{DE}) là phương pháp để định lượng sự êm thuận khi đi xe trên sự bất thường của đường ray rộng trên đường cong ngang và đường thẳng.

Êm thuận trên chuyển tiếp đường cong (phương pháp P_{CT}) và sự êm thuận trên biến cố rời rạc (phương pháp P_{DE}) bao gồm đánh giá gia tốc ngang được lọc thấp, giạt ngang được lọc thấp và tốc độ lăn được lọc thấp. Các phép đo chuyển động này phải được thực hiện tại sàn cho xe. Do đó, hình học đường ray được thiết kế, cũng như độ uốn lăn của xe (và hệ thống tự nghiêng nếu được sử dụng), sẽ ảnh hưởng đến việc định lượng sự êm thuận.

Các phương pháp trong EN 12299 được áp dụng cả cho các phép đo chuyển động và để mô phỏng chuyển động.

J.2 Gia tốc theo phương ngang

Gia tốc ngang được lọc thấp, song song với sàn xe, là thành phần chính trên cả sự êm thuận trên các chuyển tiếp đường cong (phương pháp P_{CT}) và sự êm thuận trên biến cố rời rạc (phương pháp P_{DE}). Bộ lọc thông thấp làm giảm ảnh hưởng của các bất thường đường ray. Đóng góp chính là gia tốc ngang không bù trong mặt phẳng đường ray, tỷ lệ thuận với siêu cao thiếu.

Đối với xe không tự nghiêng, gia tốc ngang tại sàn có thể được ước tính bằng cách nhân gia tốc ngang không bù trong mặt phẳng đường ray với hệ số $(1 + s_r)$, trong đó s_r là hệ số uốn lăn.

Đối với xe tự nghiêng, gia tốc ngang tại sàn có thể được ước tính bằng cách nhân gia tốc ngang không bù trong mặt phẳng đường ray với hệ số $[(1 + s_r) \times (1 - s_t)]$, trong đó s_r là hệ số uốn lăn và s_t là hệ số bù trong hệ thống tự nghiêng.

J.3 Giạt ngang

J.3.1 Giạt ngang là hàm số của tốc độ thay đổi siêu cao thiếu

Độ giạt ngang được lọc thấp là thành phần chính trên sự êm thuận trên các chuyển tiếp đường cong (phương pháp P_{CT}). Bộ lọc thông thấp làm giảm ảnh hưởng của các bất thường đường ray. Đóng góp chính là giạt ngang không bù trong mặt phẳng đường ray, tỷ lệ thuận với tốc độ thay đổi của siêu cao thiếu.

Đối với phương tiện không tự nghiêng, độ giạt ngang tại sàn có thể được ước tính bằng cách nhân độ giạt ngang không bù trong mặt phẳng đường ray với hệ số $(1 + s_r)$, trong đó, s_r là hệ số uốn lăn.

Đối với xe tự nghiêng, độ giạt ngang tại sàn có thể được ước tính bằng cách nhân độ giạt ngang không bù trong mặt phẳng đường ray với hệ số $[(1 + s_r) \times (1 - s_t)]$, trong đó s_r là hệ số uốn lăn và s_t là hệ số bù trong hệ thống tự nghiêng.

Phương pháp P_{CT} đã được xác nhận cho đường clothoid với thời gian ít nhất là **2 giây**. Không có phương pháp xác nhận cho các đường cong chuyển tiếp ngắn hơn hoặc các đường cong chuyển tiếp với thay đổi phi tuyến của siêu cao thiếu.

J.3.2 Giật ngang là hàm số của thay đổi đột ngột siêu cao thiếu

Giật ngang là cao ở thay đổi đột ngột của siêu cao thiếu. Độ giật ngang đối với thay đổi đột ngột của siêu cao thiếu đã cho tăng (nhưng nhỏ so với tỷ lệ tương ứng) theo tốc độ.

Vì không có phương pháp xác thực để định lượng đường cong chuyển tiếp với thời gian ngắn hơn **2 giây**, nên không có phương pháp nào được chấp nhận chung để định lượng sự không êm thuận ở thay đổi đột ngột siêu cao thiếu. Tuy nhiên, rõ ràng là sự thay đổi đột ngột của siêu cao thiếu tạo ra sự khó chịu hơn so với đường cong chuyển tiếp có cùng mức độ thay đổi siêu cao thiếu.

J.4 Chuyển động lăn

Tốc độ lăn được lọc thông thấp là một thành phần nhỏ trong sự êm thuận trên các chuyển tiếp đường cong (phương pháp P_{CT}). Lọc thông thấp giúp giảm ảnh hưởng của các bất thường đường ray.

Chuyển động lăn của thân xe bị ảnh hưởng bởi tốc độ thay đổi của siêu cao trên chuyển tiếp siêu cao.

Chuyển động lăn cũng bị ảnh hưởng bởi tốc độ thay đổi của siêu cao thiếu. Nếu cả siêu cao và siêu cao thiếu tăng trên đường cong chuyển tiếp, ảnh hưởng của tốc độ thay đổi siêu cao thiếu làm giảm tốc độ lăn của xe không tự nghiêng (do hệ số lăn), nhưng làm tăng tốc độ lăn của xe tự nghiêng.

Phụ lục K (Quy định)

QUY TẮC KÍ HIỆU CHO TÍNH TOÁN ΔD , ΔI VÀ Δp

K.1 Tổng quát liên quan đến quy tắc kí hiệu

Trong hầu hết các tiêu chuẩn cho các tham số thiết kế hướng tuyến đường ray, các quy tắc và giới hạn được đưa ra mà không có quy tắc ký hiệu phân biệt giữa các đường cong bên phải và bên trái, cũng như độ dốc lên xuống và xuống dốc. Cách tiếp cận tương tự đã được sử dụng trong Tiêu chuẩn này.

Phụ lục này xác định các quy tắc để tính toán sự khác biệt cho các tham số đó.

K.2 Quy tắc kí hiệu cho tính toán ΔD

ΔD là thay đổi siêu cao theo chiều dài của chuyển tiếp siêu cao L_D . Đối với trường hợp thông thường nhất của chuyển tiếp siêu cao trong đó ray bên trái là ray cao hoặc ray thấp, thay đổi siêu cao ΔD được tính theo **Công thức (K.1)**. Đối với trường hợp bất thường hơn của chuyển tiếp siêu cao trong đó ray bên trái là ray cao ở một đầu và ray thấp ở đầu kia, thay đổi siêu cao ΔD được tính theo **Công thức (K.2)**:

$$\Delta D = \left\| D_2 \right| - \left| D_1 \right| \quad (\text{K.1})$$

$$\Delta D = \left| D_2 \right| + \left| D_1 \right| \quad (\text{K.2})$$

trong đó:

D_1 - siêu cao áp dụng (mm) ở bắt đầu của chuyển tiếp siêu cao,

D_2 - siêu cao áp dụng (mm) ở kết thúc của chuyển tiếp siêu cao.

Việc áp dụng **Công thức (K.1) và (K.2)** giả thiết rằng các tính chất toán học là không đổi trên toàn bộ chiều dài của chuyển tiếp siêu cao. Mặt khác, chuyển tiếp siêu cao phải được chia thành các phần, trong đó ΔD được tính cho từng phần, và trong đó các yêu cầu trong **Điều 6** phải đáp ứng cho từng phần của chuyển tiếp siêu cao. Ví dụ, chuyển tiếp ngược với hai độ dốc siêu cao không đối khác nhau phải được đánh giá là hai chuyển tiếp siêu cao.

K.3 Quy tắc kí hiệu cho tính toán ΔI

ΔI là sự thay đổi liên tục của siêu cao thiếu I (và/hoặc siêu cao thừa E) trong chiều dài nhất định (đường cong chuyển tiếp hoặc chuyển tiếp siêu cao trên đường thẳng hoặc đường cong tròn), hoặc thay đổi đột ngột siêu cao thiếu (và/hoặc siêu cao thừa E) tại thay đổi độ cong đột ngột. ΔI được xác định theo **Công thức (K.3) hoặc (K.4)**.

CHÚ THÍCH:

Theo định nghĩa, $I = -E$.

Công thức (K.3) áp dụng cho các chuyển tiếp với **điều kiện A** ở cả hai đầu hoặc **điều kiện B** ở cả hai đầu, theo **Bảng K.1**. **Công thức (K.3)** cũng áp dụng cho thay đổi đột ngột của siêu cao thiếu trong đó các điều kiện ngay trước và ngay sau khi thay đổi độ cong đột ngột là như nhau (A hoặc B trong **Bảng K.1**).

Công thức (K.4) áp dụng cho các chuyển tiếp với **điều kiện A** ở một đầu và **điều kiện B** ở đầu kia, theo **Bảng K.1**. **Công thức (K.4)** cũng áp dụng cho thay đổi đột ngột của siêu cao thiếu trong đó các điều kiện, theo **Bảng K.1**, ngay trước và ngay sau khi thay đổi độ cong đột ngột là khác nhau.

$$\Delta D = \left\| I_2 \right| - \left| I_1 \right| \quad (\text{K.3})$$

$$\Delta D = |I_2| + |I_1| \quad (\text{K.4})$$

trong đó:

I_1 - là siêu cao thiếu (mm) ở bắt đầu chuyển tiếp, hoặc ngay trước thay đổi độ cong đột ngột,

I_2 - là siêu cao thiếu (mm) ở kết thúc chuyển tiếp, hoặc ngay sau thay đổi độ cong đột ngột.

Bảng K.1 - Các điều kiện ở điểm tiếp tuyến

	Điều kiện văn bản a
Đường cong bên phải với siêu cao thiếu dương	A
Đường cong bên phải với siêu cao thiếu âm (siêu cao thừa)	B
Đường cong bên trái với siêu cao thiếu dương	B
Đường cong bên trái với siêu cao thiếu âm (siêu cao thừa)	A
Đường thẳng có siêu cao, ray bên trái thấp	A
Đường thẳng có siêu cao, ray bên trái cao	B
Văn bản a: Gia tốc ngang nhận biết được trong mặt bằng đường ray là hướng về bên trái trong Điều kiện A, và hướng về phía bên phải trong Điều kiện B.	

Việc áp dụng Công thức (K.3) và (K.4) giả thiết rằng các tính chất toán học là không đổi trên toàn bộ chiều dài của chuyển tiếp. Mặt khác, chuyển tiếp phải được chia thành các phần, trong đó ΔI được tính cho từng phần, và ở đó các yêu cầu trong Điều 6 phải được đáp ứng cho từng phần của chuyển tiếp. Ví dụ, một chuyển tiếp ngược với các tính chất toán học khác nhau trước và sau điểm uốn phải được đánh giá là hai đường cong chuyển tiếp.

Điều 6 cho phép hai (hoặc nhiều) thay đổi đột ngột độ cong được tách với chiều dài dưới chuẩn theo Điều 6.13, với điều kiện là tổng thay đổi của siêu cao thiếu không vượt quá giới hạn trên đối với thay đổi đột ngột của siêu cao thiếu. Tổng thay đổi siêu cao thiếu được tính bằng Công thức (K.3) và (K.4) (tùy thuộc vào các điều kiện trong Bảng K.1), sử dụng siêu cao thiếu ngay trước khi thay đổi độ cong đột ngột đầu tiên là I_1 và siêu cao thiếu ngay sau khi thay đổi đột ngột cuối cùng của độ cong là I_2 .

K.4 Quy tắc kí hiệu cho tính toán Δp

Sự thay đổi đột ngột của độ dốc thường được xác định theo Công thức (K.5), nhưng khi độ dốc xuống được kết nối với độ dốc lên thì nó được xác định theo Công thức (K.6).

$$\Delta p = \|p_2\| - \|p_1\| \quad (\text{K.5})$$

$$\Delta p = |p_2| + |p_1| \quad (\text{K.6})$$

trong đó:

p_1 - độ dốc của bộ phận đầu tiên,

p_2 - độ dốc của bộ phận thứ hai.

Phụ lục L (Thông tin)

CHIỀU DÀI SIÊU CAO KHÔNG ĐỐI GIỮA HAI CHUYỂN TIẾP SIÊU CAO TUYẾN TÍNH L_i

Trong một số ứng dụng nhất định, chiều dài thực tế của bất kỳ bộ phận hướng tuyến nào (trừ các đường cong chuyển tiếp) phải được đặt bằng hoặc cao hơn giới hạn dưới được đưa ra trong [Bảng L.1](#), tính đến các tham số thiết kế hướng tuyến thực tế của các bộ phận siêu cao lân cận; các bộ phận dài hơn nên được sử dụng cho các giá trị cao hơn của các tham số này.

Điều mong muốn là có thể nối hai đường cong tròn ngược bằng một đường cong chuyển tiếp liên tục thay vì đặt một phần tử thẳng giữa hai đường cong chuyển tiếp. Do đó, trong trường hợp này, chiều dài của phần tử thẳng bằng 0.

Bảng L.1 - Giới hạn dưới cho chiều dài của siêu cao không đối giữa hai chuyển tiếp tuyến tính L_i

	Giới hạn bình thường^a	Giới hạn đặc biệt
$0 \text{ km/h} < V \leq 70 \text{ km/h}$	$V / 3,0 \text{ m / (km/h)}$	$V / 10,0 \text{ m / (km/h)}$
$70 \text{ km/h} < V \leq 200 \text{ km/h}$	$V / 2,0 \text{ m / (km/h)}$	$V / 5,2 \text{ m / (km/h)}$
$200 \text{ km/h} < V \leq 360 \text{ km/h}$	$V / 1,5 \text{ m / (km/h)}$	$V / 2,5 \text{ m / (km/h)}$
^a Không dưới 20 m.		

Sự nối tiếp nhanh chóng của đường cong và đường thẳng có thể làm giảm sự êm thuận, đặc biệt khi chiều dài của các bộ phận hướng tuyến riêng lẻ khiến hành khách phải chịu sự thay đổi gia tốc ở tốc độ tương ứng với tần số dao động tự nhiên của xe.

Phụ lục M (Thông tin)

NGUYÊN TẮC CHUYỂN TIẾP ẢO

M.1 Chuyển tiếp ảo tại chỗ thay đổi đột ngột siêu cao thiếu

Nguyên tắc này dựa trên giả thiết rằng một xe đặc trưng đi qua thay đổi đột ngột của siêu cao thiếu tăng thêm, hoặc giảm đi, siêu cao thiếu (và/hoặc siêu cao thừa) trên chiều dài bằng khoảng cách giữa các tâm bogie của xe đặc trưng (L_b). Khoảng cách này cũng được biểu thị là chuyển tiếp ảo và được giả thiết là mở rộng đến khoảng cách $\frac{L_b}{2}$ mỗi bên của thay đổi đột ngột siêu cao thiếu.

Tốc độ thay đổi ảo của siêu cao thiếu $\frac{\Delta I}{\Delta t}$ được xác định theo Công thức (M.1).

$$\frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{\Delta I}{L_b} \times \frac{V}{q_v} \quad (\text{M.1})$$

trong đó:

$$q_v = 3,6 \text{ km.s}/(\text{h.m}),$$

ΔI - thay đổi đột ngột siêu cao thiếu (mm),

V - tốc độ của xe (km/h),

L_b - khoảng cách giữa các tâm bogie của xe đặc trưng (m).

Tốc độ ảo tính toán của thay đổi siêu cao thiếu $\frac{\Delta I}{\Delta t}$ phụ thuộc vào khoảng cách giữa các tâm bogie của xe. Do đó, giá trị của $\frac{\Delta I}{\Delta t}$ không thể so sánh với tốc độ thay đổi siêu cao thiếu $\frac{dI}{dt}$ trên đường cong chuyển tiếp được quy định trong Điều 6.8.

Giới hạn trên cho tốc độ ảo của thay đổi siêu cao thiếu $\frac{\Delta I}{\Delta t}$ được đưa ra trong Điều M.3.

Giá trị tương ứng của ΔI (xem Điều 6.11) đối với tốc độ V cho trước, chiều dài L_b cho trước và giá trị của tốc độ ảo của thay đổi siêu cao thiếu ΔI có thể được tính theo Công thức (M.2).

$$\frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{\Delta I}{L_b} \times \frac{V}{q_v} \quad (\text{M.2})$$

trong đó:

$$q_v = 3,6 \text{ km.s}/(\text{h.m}),$$

V - tốc độ của xe (km/h),

$\frac{\Delta I}{\Delta t}$ - tốc độ ảo của thay đổi siêu cao thiếu (mm/s),

L_b - khoảng cách giữa các tâm bogie của xe đặc trưng (m).

Các giá trị đối với thay đổi đột ngột của siêu cao thiếu, khi dựa trên nguyên tắc chuyển tiếp ảo, cũng phải tuân theo các giới hạn trên được quy định trong Điều 6.11.

M.2 Chuyển tiếp ảo tại chiều dài trung gian ngắn giữa hai thay đổi đột ngột siêu cao thiếu

Khi hai thay đổi đột ngột của siêu cao thiếu được phân tách bằng chiều dài (L_s) ngắn hơn khoảng cách giữa các tâm bogie của phương tiện đặc trưng (L_b), và sự thay đổi đột ngột thứ hai của siêu cao thiếu tương tác với sự thay đổi đột ngột thứ nhất của siêu cao thiếu theo cách mà tổng thay đổi siêu cao thiếu trên hai điểm tiếp tuyến được tăng lên, chiều dài (L_s) của (các) bộ phận trung gian được đánh giá bằng cách tính tốc độ ảo của thay đổi siêu cao thiếu $\frac{\Delta I}{\Delta t}$ được xác định theo

Công thức (M.3).

$$\frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{\Delta I_1 + \Delta I_2}{L_b + L_s} \times \frac{V}{q_v} \quad (\text{M.3})$$

trong đó:

$$q_v = 3,6 \text{ km.s}/(\text{h.m}),$$

V - tốc độ của xe (km/h),

$\frac{\Delta I}{\Delta t}$ - tốc độ ảo của thay đổi siêu cao thiếu (mm/s),

L_b - khoảng cách giữa các tâm bogie của xe đặc trưng (m),

L_s - khoảng cách giữa hai thay đổi siêu cao thiếu (m).

CHÚ THÍCH:

Điều M.1 áp dụng cho mỗi thay đổi của hai thay đổi siêu cao thiếu.

Tốc độ ảo tính toán của thay đổi siêu cao thiếu $\frac{\Delta I}{\Delta t}$ phụ thuộc vào khoảng cách giữa các tâm bogie của xe. Do đó, giá trị của $\frac{\Delta I}{\Delta t}$ không thể so sánh với tốc độ thay đổi siêu cao thiếu $\frac{dI}{dt}$ trên đường cong chuyển tiếp được quy định trong Điều 6.8.

Giới hạn trên cho tốc độ ảo của thay đổi siêu cao thiếu $\frac{\Delta I}{\Delta t}$ được đưa ra trong Điều M.3.

Giới hạn dưới cho L_s đối với tốc độ V , tổ hợp của ΔI_1 và đã cho ΔI_2 , và giá trị $\left(\frac{\Delta I}{\Delta t}\right)_{\text{lim}}$ đã cho được biểu diễn bằng Công thức (M.4).

$$L_{s,\text{lim}} = \frac{\Delta I_1 + \Delta I_2}{\left(\frac{\Delta I}{\Delta t}\right)_{\text{lim}}} \times \frac{V}{q_v} - L_b \quad (\text{M.4})$$

trong đó:

$$q_v = 3,6 \text{ km.s}/(\text{h.m}),$$

ΔI - thay đổi đột ngột siêu cao thiếu (mm),

V - tốc độ của xe (km/h),

L_b - khoảng cách giữa các tâm bogie của xe đặc trưng (m),

L_s - khoảng cách giữa hai thay đổi siêu cao thiếu (m).

Giá trị âm cho $L_{s,lim}$ có nghĩa là không yêu cầu bộ phận trung gian và do đó có thể có bất kỳ chiều dài nào theo nguyên tắc chuyển tiếp ảo.

Giá trị cho chiều dài trung gian L_s , khi dựa trên nguyên tắc chuyển tiếp ảo, cũng phải tuân theo các giới hạn dưới được quy định trong Điều 6.12 và 6.13. Việc tuân thủ yêu cầu này phải luôn được kiểm tra, nghĩa là cũng cho các trường hợp khi $L_s > L_b$.

M.3 Các giới hạn dựa trên nguyên tắc chuyển tiếp ảo

M.3.1 Tổng quát

Nguyên tắc chuyển tiếp ảo được xác định trong Điều M.1 và M.2.

Các công ty đường sắt châu Âu sử dụng nguyên tắc chuyển tiếp ảo thường có các phương tiện đặc trưng khác nhau và do đó, có sự khác biệt về khoảng cách giữa các tâm bogie.

Ngoài ra, giới hạn trên đối với tốc độ ảo của thay đổi siêu cao thiếu $\frac{\Delta I}{\Delta t}$ là khác nhau đối với các công ty đường sắt này. Một số công ty đường sắt này hạn chế sử dụng nguyên tắc chuyển tiếp ảo sang tốc độ dưới 160 km/h của họ.

Ví dụ về các giới hạn được đưa ra trong Điều M.3.2 và M.3.3.

M.3.2 Xe đặc trưng với khoảng cách 20 m giữa các tâm bogie

Giới hạn trên cho tốc độ ảo của thay đổi siêu cao thiếu $\frac{\Delta I}{\Delta t}$ đối với xe đặc trưng có khoảng cách 20 m giữa các tâm bogie được quy định trong Bảng M.1.

Bảng M.1 - Giới hạn trên cho tốc độ ảo của thay đổi siêu cao thiếu $\frac{\Delta I}{\Delta t}$

	Giới hạn bình thường	Giới hạn đặc biệt
Chung	55 mm/s	
Ghi và tâm ghi	125 mm/s	150 mm/s

M.3.3 Xe đặc trưng với khoảng cách 12,2 m và 10,06 m giữa các tâm bogie

Giới hạn trên cho tốc độ ảo của thay đổi siêu cao thiếu $\frac{\Delta I}{\Delta t}$ đối với xe đặc trưng có khoảng cách 12,2 m và 10,06 m giữa các tâm bogie được quy định trong Bảng M.2.

Bảng M.2 - Giới hạn trên cho tốc độ ảo của thay đổi siêu cao thiếu $\frac{\Delta I}{\Delta t}$

	Giới hạn bình thường	Giới hạn đặc biệt
Chung	35 mm/s	55 mm/s
Ghi và tâm ghi	35 mm/s	80 mm/s

Phụ lục N (Quy định)

CHIỀU DÀI CỦA CÁC BỘ PHẬN TRUNG GIAN L_c ĐỂ NGĂN NGỪA KHÓA VÙNG ĐỆM

N.1 Tổng quát

Có giới hạn về độ lệch ngang đuôi xe có thể khác nhau giữa hai xe liền kề. Tiêu chí liên quan đến khóa đệm, nhưng cũng có những xe có bộ nổi trung tâm có thể có giới hạn tương tự. Độ lệch ngang đuôi xe là độ lệch ngang hình học d_{ga} đối với đuôi xe, như được định nghĩa trong EN 15273-1.

Tiêu chí này phù hợp với hướng tuyến ngang với đường cong bán kính nhỏ theo hai hướng ngược nhau. Đối với đường cong ngang có bán kính dưới chuẩn, tiêu chí cũng có thể phù hợp với đường cong được nối với đường thẳng hoặc trong phạm vi đường cong kết hợp.

N.2 Xe cơ sở và các điều kiện chạy xe

Yêu cầu về chiều dài của các bộ phận trung gian được rút ra để cho phép khả năng tương tác cho hai loại phương tiện cơ bản.

Toa xe hành khách cơ bản có một số đặc điểm nhất định như sau:

- khoảng cách giữa các trục đứng của bogie: 19,0 m,
- khoảng cách giữa mặt đệm và trục đứng của bogie: 3,7 m.

Toa xe hàng cơ bản có một số đặc điểm nhất định như sau:

- khoảng cách giữa các bánh xe, hoặc trục đứng của bogie: 12,0 m,
- khoảng cách giữa mặt đệm và trục bánh xe hoặc trục đứng của bogie: 3,0 m.

Đối với các tuyến đường giao thông hỗn hợp và các tuyến hành khách chuyên dụng, giới hạn đối với hướng tuyến ngang được xác định trong Phụ lục này dẫn đến độ lệch ngang đuôi xe là 395 mm đối với hai toa khách cơ bản liền kề.

Đối với các tuyến vận tải hàng hóa chuyên dụng, giới hạn đối với hướng tuyến ngang được xác định trong phụ lục này dẫn đến độ lệch ngang đuôi xe là 225 mm đối với hai phương tiện vận tải hàng hóa cơ bản liền kề.

Đối với các phương tiện có các đặc điểm khác, người ta cho rằng thiết bị chạy, khớp nối và bộ đệm được thiết kế cho chiều dài tối thiểu của bộ phận trung gian L_c .

Người quản lý cơ sở hạ tầng có thể quy định hạn chế hơn, chiều dài dài hơn trên (các bộ phận chuyên dụng) mạng đường sắt của họ để ngăn chặn khóa đệm cho các phương tiện hiện tại không đáp ứng các giả thiết này.

N.3 Chiều dài L_c của đường ray thẳng trung gian giữa hai đường cong tròn hướng ngược nhau

Các bảng trong Điều này dựa trên các trường hợp trong đó hướng tuyến ngang chứa đường cong tròn dài, đường thẳng trung gian và đường cong tròn dài theo hướng ngược lại của đường cong thứ nhất. Đường ray có giá trị khổ đường khai thác tối đa là 1.470 mm (khổ danh định 1.435 mm cộng với 35 mm, xem EN 13848-5). Xe thứ nhất có bánh xe thứ nhất (hoặc trục đứng của bogie) trên đường cong tròn đầu tiên và xe thứ hai có bánh xe cuối cùng (hoặc trục đứng của bogie) trên đường cong tròn thứ hai. Hai bánh xe trung gian (hoặc trục đứng của bogie) được đặt hoặc trên đường cong hoặc trên đường thẳng trung gian. Đối với các trường hợp khác, xem Điều N.4.

Tiêu chuẩn này dựa trên tiêu chí về sự khác nhau của độ lệch ngang đuôi xe. Giới hạn đề cập đến đường cong tròn dài bán kính 190 m được nối với đường cong tròn dài, cũng có bán kính 190 m, theo hướng ngược lại, với đường thẳng trung gian dài 6,0 m. Điều này dẫn đến giá trị lớn nhất của

chênh lệch độ lệch ngang đuôi xe là **395 mm** cho hai toa khách cơ bản và cho phép đường cong tròn dài bán kính **213 m** được nối trực tiếp với đường cong tròn dài, cũng là bán kính **213 m**, theo hướng ngược lại. Nó cũng cho phép mọi sự kết hợp của các đường cong tròn trong đó sự thay đổi độ cong nhỏ hơn $1/106,5 \text{ m}^{-1}$.

Trong trường hợp các đường cong ngang có độ cong chênh lệch hơn $1/113 \text{ m}^{-1}$, bộ phận trung gian phải được chèn vào để giảm chênh lệch trong độ lệch ngang đuôi xe, sử dụng phương pháp tính trong EN 15273-1, xuống dưới hoặc bằng **395 mm** cho toa xe khách cơ bản. Bộ phận này có thể là đường thẳng, đường cong chuyển tiếp hoặc đường cong tròn. Chiều dài cần thiết của bộ phận trung gian phụ thuộc vào bán kính của các đường cong bán kính nhỏ cũng như loại bộ phận trung gian.

Bảng N.1 quy định các giới hạn dưới cho chiều dài của bộ phận trung gian thẳng đối với các tổ hợp đường cong tròn dài nhất định cho toa xe khách xác định ở trên.

Tiêu chí cho các tuyến vận tải hàng hóa chuyên dụng cho phép một đường cong tròn dài bán kính **200 m** được nối trực tiếp với một đường cong tròn dài, cũng có bán kính **200 m**, theo hướng ngược lại. Nó cũng cho phép mọi sự kết hợp của các đường cong tròn trong đó sự thay đổi độ cong nhỏ hơn $1/100 \text{ m}^{-1}$.

Trong trường hợp các đường cong ngang có độ cong chênh lệch hơn $1/100 \text{ m}^{-1}$, một bộ phận trung gian phải được chèn vào để giảm chênh lệch trong độ lệch ngang đuôi xe, sử dụng phương pháp tính trong EN 15273-1, xuống dưới hoặc bằng **225 mm** cho phương tiện vận tải hàng hóa cơ bản. Bộ phận này có thể là đường thẳng, đường cong chuyển tiếp hoặc đường cong tròn. Chiều dài cần thiết của bộ phận trung gian phụ thuộc vào bán kính của các đường cong bán kính nhỏ cũng như loại bộ phận trung gian.

Bảng N.2 quy định các giới hạn dưới cho chiều dài của bộ phận trung gian thẳng đối với một số tổ hợp đường cong tròn dài nhất định cho các tuyến vận tải hàng hóa chuyên dụng cho phương tiện vận tải hàng hóa cơ bản xác định ở trên.

N.4 Các trường hợp tổng quát đối với sự khác nhau về độ lệch ngang đuôi xe

Khi một bộ phận đường ray trung gian là cần thiết, và không phải là đường ray thẳng, việc tính toán chi tiết phải được thực hiện để kiểm tra độ lớn của chênh lệch độ lệch ngang đuôi xe.

Khi hai đường cong bán kính nhỏ là ngắn và các bộ phận liền kề trước đường cong thứ nhất và/hoặc sau đường cong thứ hai có bán kính lớn hơn, chiều dài của bộ phận trung gian có thể, sau kiểm tra tra đặc biệt, sẽ ngắn hơn.

Tiêu chí này cũng được áp dụng cho các đường cong ngang có bán kính dưới chuẩn nhỏ hơn **150 m**. Kiểm tra đặc biệt là cần thiết để đảm bảo rằng độ lệch ngang đuôi xe tính nhỏ hơn hoặc bằng **395 mm** đối với toa xe khách cơ bản trên các tuyến giao thông hỗn hợp và tuyến hành khách chuyên dụng, hoặc **225 mm** đối với các phương tiện vận tải hàng hóa cơ bản trên các tuyến vận tải chuyên dụng.

Bảng N.1 - Giới hạn dưới đối với chiều dài L_c (m) của bộ phận trung gian thẳng giữa hai đường cong tròn dài theo hướng ngược nhau

R1 R2	150	155	160	165	170	175	180	185	190	195	200	205	210	215	220
150	10,78	10,53	10,29	10,06	9,83	9,60	9,38	9,16	8,94	8,73	8,52	8,31	8,11	7,91	7,71
160	10,29	9,86	9,48	9,22	8,97	8,73	8,49	8,25	8,02	7,79	7,56	7,34	7,12	6,91	6,69
170	9,83	9,37	8,97	8,62	8,30	8,04	7,78	7,73	7,28	7,04	6,80	6,55	6,31	6,06	5,81
180	9,38	8,91	8,49	8,12	7,78	7,48	7,20	6,93	6,65	6,37	6,08	5,79	5,49	5,18	4,86
190	8,94	8,45	8,02	7,63	7,28	6,96	6,65	6,33	6,00	5,67	5,33	4,97	4,59	4,19	3,76
200	8,52	8,01	7,56	7,16	6,80	6,44	6,08	5,71	5,33	4,93	4,50	4,04	3,54	2,97	2,28
210	8,11	7,59	7,12	6,70	6,31	5,91	5,49	5,06	4,59	4,09	3,54	2,91	2,11	0,73	0
220	7,71	7,17	6,69	6,25	5,81	5,35	4,86	4,34	3,76	3,10	2,28	0,95	0	0	0
230	7,32	6,77	6,27	5,79	5,29	4,76	4,18	3,52	2,74	1,67	0	0	0	0	0
240	6,95	6,38	5,85	5,32	4,74	4,11	3,38	2,50	1,07	0	0	0	0	0	0
250	6,54	5,99	5,42	4,81	4,14	3,36	2,39	0,51	0	0	0	0	0	0	0
260	6,22	5,60	4,97	4,26	3,46	2,44	0,36	0	0	0	0	0	0	0	0
270	5,86	5,20	4,48	3,66	2,64	0,86	0	0	0	0	0	0	0	0	0
280	5,51	4,78	3,96	2,96	1,45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
290	5,15	4,33	3,37	2,06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
300	4,77	3,85	2,68	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
310	4,37	3,31	1,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
320	3,95	2,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
330	3,47	1,85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
340	2,94	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
350	2,30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
360	1,41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
370	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

DỰ

Bảng N.2 - Giới hạn dưới, đối với tuyến vận tải hàng hóa chuyên dụng, đối với chiều dài L_c (m) của bộ phận trung gian thẳng giữa hai đường cong tròn dài theo hướng ngược nhau

R1 R2	150	155	160	165	170	175	180	185	190	195	200
150	6,79	6,61	6,43	6,25	6,09	5,92	5,76	5,60	5,44	5,28	5,13
160	6,43	6,20	6,01	5,82	5,63	5,45	5,26	5,07	4,89	4,70	4,51
170	6,09	5,85	5,63	5,42	5,20	4,98	4,76	4,54	4,31	4,08	3,84
180	5,76	5,51	5,26	5,01	4,76	4,51	4,25	3,98	3,70	3,40	3,09
190	5,44	5,16	4,89	4,60	4,31	4,01	3,70	3,36	3,01	2,61	2,15
200	5,13	4,82	4,51	4,18	3,84	3,48	3,09	2,65	2,15	1,51	0
210	4,82	4,47	4,11	3,73	3,32	2,88	2,37	1,73	0,68	0	0
220	4,50	4,11	3,69	3,25	2,75	2,15	1,35	0	0	0	0
230	4,17	3,73	3,24	2,70	2,04	1,07	0	0	0	0	0
240	3,83	3,32	2,74	2,04	0,96	0	0	0	0	0	0
250	3,47	2,87	2,15	1,07	0	0	0	0	0	0	0
260	3,08	2,36	1,35	0	0	0	0	0	0	0	0
270	2,65	1,73	0	0	0	0	0	0	0	0	0
280	2,16	0,68	0	0	0	0	0	0	0	0	0
290	1,51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Dự thảo lần

Phụ lục O (Thông tin)**CÁC XEM XÉT ĐỘ DỐC ĐƯỜNG RAY****O.1 Độ dốc lên dốc**

Đối với tuyến giữa các ga, nên hạn chế độ dốc lên dốc liên quan đến khối lượng và lực kéo có sẵn của tàu. Ngoài ra, cường độ khớp nối có thể xác định giới hạn ràng buộc cho khối lượng tàu và/hoặc độ dốc lên dốc.

Đường cong ngang tạo ra sức cản gia tăng chống lại chuyển động của tàu. Độ lớn của sự gia tăng này phụ thuộc vào bán kính cong ngang, chiều dài đường cong và đặc điểm của xe.

Độ dốc đường ray ngắn hơn chiều dài tàu đối với tàu nặng nhất trên tuyến có thể có giới hạn ít hạn chế hơn đối với độ dốc.

Khi các tàu được dự kiến tăng tốc từ điểm dừng hoặc từ tốc độ thấp, giới hạn trên đối với độ dốc đường ray sẽ hạn chế hơn so với các vị trí nơi các tàu dự kiến chạy ở tốc độ không đổi.

Khuyến nghị rằng trong các dự án xây dựng các tuyến mới, độ dốc được đánh giá thông qua mô phỏng chạy tàu, xem xét các đặc điểm của tàu hàng được xác định bởi Người quản lý cơ sở hạ tầng.

O.2 Độ dốc xuống dốc

Độ dốc xuống dốc nên được hạn chế, tính đến khả năng hãm phanh của các phương tiện.

O.3 Độ dốc đối với đường ray đỗ tàu và ở ke ga

Độ dốc tại các ga nên tính đến việc tàu sẽ tăng tốc từ điểm dừng tại ga.

Các đường ray đỗ tàu nên lý tưởng là nằm ngang.

Các quy tắc của quốc gia hoặc của công ty có thể quy định các giới hạn về độ dốc thông qua các ke ga.

Đối với các vị trí dừng tàu dọc theo ke ga và vị trí đỗ tàu, độ dốc liên quan là độ dốc trung bình trên chiều dài tàu, không phải mức tối đa cục bộ.

Giới hạn hạn chế hơn cho độ dốc đường ray có thể được biện minh trong đó các phương tiện sẽ thường xuyên được gắn vào hoặc tách ra khỏi đoàn tàu.

Phụ lục ZA (Thông tin)

MỐI QUAN HỆ GIỮA TIÊU CHUẨN CHÂU ÂU VÀ YÊU CẦU CƠ BẢN CỦA CHỈ DẪN EU 2008/57/EC

Tiêu chuẩn này được chuẩn bị theo [CEN/CENELEC/ETSI](#) bởi Ủy ban châu Âu và Hiệp hội Thương mại tự do châu Âu, để cung cấp phương thức tuân thủ Yêu cầu cơ bản của Chỉ dẫn [2008/57/EC](#).

Khi Tiêu chuẩn này được trích dẫn trong Tạp chí chính thức của Cộng đồng châu Âu theo Chỉ dẫn đó và đã được thực hiện theo tiêu chuẩn quốc gia tại ít nhất một quốc gia thành viên, tuân thủ các điều khoản của Tiêu chuẩn này, được đưa ra trong [Bảng ZA.1](#) cho đến ZA.3, trong giới hạn phạm vi của tiêu chuẩn này, giả định về sự phù hợp với Yêu cầu cơ bản tương ứng của Chỉ dẫn đó và các quy định [EFTA](#) liên quan.

[Bảng ZA.1](#) - Sự tương ứng giữa Tiêu chuẩn châu Âu này, Quy định của Ủy ban (EU) số 1299/2014 ngày 18/11/2014 về các thông số kỹ thuật về khả năng tương tác liên quan đến hệ thống phụ “Cơ sở hạ tầng” của hệ thống đường sắt ở Liên minh châu Âu và [Chỉ dẫn 2008/57/EC](#)

Điều / khoản của Tiêu chuẩn này	Chương /§/ phụ lục của TSI	Văn bản tương ứng Điều /§/ phụ lục của Chỉ dẫn 2008/57/EC	Chú giải
5 Tổng quát 5.2 Các đặc trưng hướng tuyến 6 Giới hạn cho khổ 1.435 mm 6.1 Bán kính đường cong ngang 6.2 Siêu cao 6.3 Siêu cao thiếu 6.11 Thay đổi đột ngột siêu cao thiếu 6.14 Độ dốc đường ray 6.15 Bán kính cong đứng Phụ lục A (quy định) Quy tắc cho chuyển đổi các giá trị tham số đối với khổ đường ray rộng hơn 1.435 mm . Phụ lục B (quy định) Giới hạn tham số thiết kế hướng tuyến đường ray đối với khổ đường ray rộng hơn 1.435 mm . Phụ lục N (quy định) Chiều dài bộ phận trung	4. Mô tả hệ thống phụ cơ sở hạ tầng 4.2. Tiêu chuẩn kỹ thuật và chức năng của hệ thống phụ 4.2.3. Bố trí tuyến 4.2.3.3. Độ dốc lớn nhất 4.2.3.3. (1) Độ dốc của đường ray thông qua ke ga hành khách 4.2.3.3. (3) Độ dốc cho đường ray chính 4.2.3.4. Bán kính đường cong ngang nhỏ nhất 4.2.3.5. Bán kính đường cong đứng nhỏ nhất 4.2.4. Tham số đường ray 4.2.4.2. (1) Thiết kế siêu cao cho tuyến 4.2.4.2. (2) Thiết kế siêu cao ở ke ga 4.2.4.3. Siêu cao thiếu 4.2.4.4. Thay đổi đột ngột của siêu cao thiếu 4.2.5. Ghi và tâm ghi 4.2.5.2. Sử dụng tâm ghi mũi cánh 4.2.9. Ke ga	Phụ lục III , Yêu cầu cơ bản 1 Yêu cầu chung 1.1 An toàn Điều 1.1.1, 1.1.2 1.5 Khả năng tương thích kỹ thuật 2 Các yêu cầu quy định cho mỗi hệ thống phụ 2.1 Cơ sở hạ tầng 2.1.1 An toàn	Theo 4.2.4.3 (2) - Siêu cao thiếu - của TSI INF hợp nhất, cho phép các tàu được thiết kế đặc biệt để chạy với siêu cao thiếu lớn hơn (ví dụ: tàu nhiều tải trọng trục thấp hơn quy định trong Bảng 2 ; phương tiện có thiết bị đặc biệt để đảm bảo các đường cong) để chạy với giá trị siêu cao thiếu cao hơn, phải chứng minh rằng điều này có thể đạt được một cách an toàn. Theo 6.2.4.4 - Đánh giá bố trí đường ray - của TSI INF hợp nhất, theo đó các tham số thiết kế đường ray phải được đánh giá về tốc độ thiết kế cục bộ khi xem xét thiết kế: độ cong, siêu cao, siêu cao thiếu và thay đổi đột ngột của siêu cao thiếu. Theo Phụ lục R của TSI INF hợp nhất yêu cầu đối với thiết kế đường ray, bao gồm ghi và tâm ghi, mà tương thích với việc sử dụng hệ thống hàm dòng điện xoáy (4.2.6.2.2) duy trì điểm mở.

<p>gian L_c để ngăn khóa đệm</p>	<p>4.2.9.4. Bố trí đường ray dọc bên ke ga</p> <p>6. Đánh giá sự phù hợp của các thành phần tương tác và xác minh EC của hệ thống phụ</p> <p>6.2. Hệ thống phụ cơ sở hạ tầng</p> <p>6.2.4. Quy trình đánh giá cụ thể đối với các hệ thống phụ</p> <p>6.2.4.4. Đánh giá bố trí đường ray</p> <p>6.2.4.8. Đánh giá ghi và tâm ghi</p> <p>7.7. Các trường hợp đặc biệt</p> <p>Phụ lục I - Đường cong ngược với bán kính trong phạm vi từ 150 m đến 300 m - Bảng 43 và 44</p>		<p>Theo phạm vi của EN 13803:2017, yêu cầu hạn chế hơn của tiêu chuẩn kỹ thuật cho khả năng tương tác liên quan đến hệ thống phụ “cơ sở hạ tầng” của hệ thống ray trong Cộng đồng Châu Âu (TSI INF) và các quy tắc khác (quốc gia, công ty,...) sẽ được áp dụng.</p> <p>Theo phạm vi của EN 13803: 2017, Tiêu chuẩn Châu Âu này không cần phải áp dụng cho các tuyến hoặc các bộ phận Cơ sở hạ tầng của đường sắt chuyên dụng mà không tương thích với các phương tiện đường sắt được thử nghiệm và phê duyệt theo Tiêu chuẩn Châu Âu EN 14363.</p> <p>EN 13803: 2017 đề cập đến TSI INF hợp nhất cho độ dốc tối đa của đường ray thông qua ke ga hành khách, giới hạn trên cho độ dốc đường ray chính, bán kính cong ngang tối thiểu dọc theo ke ga và siêu cao thiết kế dọc theo ke ga.</p> <p>Theo Bảng 7 - Chú thích b của bảng của EN 13803: 2017, các tàu tuân thủ EN 14363, được trang bị hệ thống bù siêu cao thiếu khác với hệ tự nghiêng, có thể được Người quản lý cơ sở hạ tầng cho phép chạy với giá trị siêu cao thiếu lớn hơn.</p> <p>Không tồn tại khả năng tương thích trên các giá trị giới hạn để tuân theo các thông số thiết kế đường ray thông thường giữa TSI INF hợp nhất và EN 13803: 2017.</p> <p><u>Đường ray khổ 1.435 mm</u></p> <p>Bán kính tối thiểu của đường cong đứng - Siêu cao thiết kế cho tuyến</p>
---	---	--	---

			<p>vận tải hàng hóa và giao thông hỗn hợp - Siêu cao thiếu (xem tài liệu tham khảo TSI INF hợp nhất và EN 13803: 2017 tại đây trước khi siêu cao thiếu).</p> <p><u>Đường ray khổ 1.520 mm trong TSI INF hợp nhất so với 1.520 mm và 1.524 mm trong EN 13803: 2017</u></p> <p>Các bộ phận đường ray trung gian thẳng giữa các đường cong ngược - Bán kính tối thiểu của đường cong đứng - Siêu cao thiết kế cho các tuyến - Siêu cao thiếu - Thay đổi đột ngột của siêu cao thiếu.</p> <p><u>Đường ray khổ 1.668 mm</u></p> <p>Bán kính tối thiểu của đường cong đứng - Siêu cao thiết kế cho các tuyến - Siêu cao thiếu - Thay đổi đột ngột của siêu cao thiếu.</p> <p><u>Đường ray khổ 1.600 mm</u></p> <p>Phụ lục B của EN 13804: 2017 không có giới hạn cho các thông số thiết kế cho khổ đường ray 1.600 mm. Các giới hạn có thể được tính toán dựa trên các quy tắc chuyển đổi giá trị tham số cho khổ đường ray rộng hơn 1.435 mm trong Phụ lục A.</p>
--	--	--	--

Bảng ZA.2 - Sự tương ứng giữa Tiêu chuẩn Châu Âu này, Quy định của Ủy ban (EU) số 1302/2014 ngày 18/11/2014 liên quan đến thông số kỹ thuật về khả năng tương tác liên quan đến hệ thống con “đầu máy toa xe - đầu máy và đầu máy toa xe khách” của hệ thống đường sắt trong Liên minh châu Âu và **Chỉ dẫn 2008/57/EC**

Điều / khoản của Tiêu chuẩn này	Chương /§/ phụ lục của TSI	Văn bản tương ứng Điều /§/ phụ lục của Chỉ dẫn 2008/57/EC	Chú giải
6 Giới hạn cho khổ 1.435 mm	4. Đặc trưng hóa của hệ thống đầu máy toa xe	Phụ lục III , Yêu cầu cơ bản	
6.1 Bán kính đường	4.2. Tiêu chuẩn kỹ thuật và chức năng của hệ	1 Yêu cầu chung	

cong ngang 6.3 Siêu cao thấp 6.15 Bán kính cong đứng	thống phụ 4.2.3. Tương tác và định khổ đường ray 4.2.3.1. Định khổ đường 4.2.3.4. Ứng xử động của đầu máy toa xe 4.2.3.4.2. Ứng xử động khi chạy 4.2.3.6. Bán kính cong tối thiểu Phụ lục A, A.1 Đệm	1.1 An toàn Điều 1.1.1, 1.1.2 2 Các yêu cầu quy định cho mỗi hệ thống phụ 2.4 Đầu máy toa xe 2.4.3 Khả năng tương thích kỹ thuật	
--	--	--	--

Bảng ZA.3 - Sự tương ứng giữa Tiêu chuẩn Châu Âu này, Dự thảo Quy định của Ủy ban (EU) số 321/2013 ngày 13/3/2013 liên quan đến đặc điểm kỹ thuật về khả năng tương tác liên quan đến hệ thống con “đầu máy toa xe - toa xe chờ hàng” của hệ thống đường sắt trong Liên minh châu Âu bãi bỏ Quyết định 2006/861/EC và [Chỉ dẫn 2008/57/EC](#)

Điều / khoản của Tiêu chuẩn này	Chương /§/ phụ lục của TSI	Văn bản tương ứng Điều /§/ phụ lục của Chỉ dẫn 2008/57/EC	Chú giải
6 Giới hạn cho khổ 1.435 mm 6.1 Bán kính đường cong ngang 6.15 Bán kính cong đứng	4. Mô tả hệ thống cơ sở hạ tầng 4.2. Tiêu chuẩn kỹ thuật và chức năng của hệ thống phụ 4.2.2. Các bộ phận kết cấu và cơ học 4.2.2.1. Tiếp xúc cơ học 4.2.3. Định khổ đường và tương tác đường ray 4.2.3.1. Định khổ đường	Phụ lục III , Yêu cầu cơ bản 1 Yêu cầu chung 1.1 An toàn Điều 1.1.1, 1.1.2 2 Các yêu cầu quy định cho mỗi hệ thống phụ 2.4 Đầu máy toa xe 2.4.3 Khả năng tương thích kỹ thuật	

CẢNH BÁO:

Các yêu cầu khác và các Chỉ dẫn khác của EU có thể được áp dụng cho (các) sản phẩm nằm trong phạm vi của Tiêu chuẩn này.