



DIE REPUBLIK SLOWENIEN
MINISTERIUM FÜR INFRASTRUKTUR

TECHNISCHE SPEZIFIKATION TSG-212-00X: 2023

Auf der Grundlage von Artikel 50 Absatz 6 des Eisenbahnverkehrssicherheitsgesetzes (ABL. RS Nr. 30/18) gibt der Minister für Infrastruktur eine technische Spezifikation heraus

OBERBAU VON EISENBAHNEN - LICHTRAUMPROFILE — TSPI - PGV.10.301: 2023

Minister für Infrastruktur

Nummer:

In Ljubljana,

Diese technische Spezifikation (TSPI – PGV.10.301: 2023) wurde ausgehend von dem Informationsverfahren gemäß der Richtlinie (EU) 2015/1535 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. September 2015 über ein Informationsverfahren auf dem Gebiet der technischen Vorschriften und der Vorschriften für die Dienste der Informationsgesellschaft herausgegeben (ABl. L 241, vom 17. 9. 2015, S. 1).

Inhalt

1	Gegenstand der technischen Spezifikation.....	3
2	Begriffsbestimmungen.....	3
3	Beziehungen der Profile.....	5
4	Bezugslinien.....	5
4.1	Bezugslinie für oberen Teil, $H > 400$ mm.....	6
4.2	Bezugslinie für unteren Teil, $H \leq 400$ mm.....	7
4.3	Stromabnehmer-Bezugslinie.....	8
5	Berechnung des oberen Teils des Lichtraumprofils, $H > 400$ mm.....	9
5.1	Zubehör in Querrichtung.....	9
5.1.1	Zuschlag für Fahrzeugverschiebung.....	9
5.1.2	Zuschlag aufgrund der quasistatischen Neigung des Fahrzeugs.....	9
5.1.3	Zuschlag aufgrund von Zufallsbewegungen.....	10
5.2	Berechnung der Halbwertsbreiten des Mindestlichtraumprofils.....	10
5.3	Berechnung der Höhen des Mindestlichtraumprofils.....	11
6	Berechnung des unteren Teils des Lichtraumprofils, $H \leq 400$ mm.....	11
7	Berechnung des Abstands zwischen Gleisen.....	12
8	Bahnsteigabstandsberechnung.....	13
9	Berechnung der Grenzlinie der Stromabnehmer.....	15
9.1	Mechanisches Lichtraumprofil des Stromabnehmers.....	15
9.1.1	Zubehör in Querrichtung.....	16
9.1.2	Halbwertsbreite des mechanischen Lichtraumprofils.....	17
9.1.3	Zuschlag in vertikaler Richtung und Höhe des mechanischen Lichtraumprofils.....	18
9.2	Elektrisches Lichtraumprofil des Stromabnehmers.....	18
10	Übersicht der Linienlichtraumprofile.....	19
11	Referenzdokumente.....	20
12	Literatur.....	21
13	Symbolbedeutung.....	22
14	Bedeutung von Abkürzungen.....	23
15	ANHANG 1: Parameterwerte von Zufallsfehlern.....	24
16	ANHANG 2: Mindestlichtraumprofil DE3 für $R \geq 250$ m.....	25
17	ANHANG 3: Normales DE3-Lichtraumprofil für $R \geq 250$ m.....	26
18	ANHANG 4: GC-Mindestlichtraumprofil für $R \geq 250$ m.....	27
19	ANHANG 5: Normales GC-Lichtraumprofil für $R \geq 250$ m.....	29
20	ANHANG 7: Unterer Teil des GI2-Lichtraumprofils für $R \geq 250$ m.....	30

1 Gegenstand der technischen Spezifikation

Gegenstand der technischen Spezifikation ist die Berechnung der Lichtprofile für die Strecken des slowenischen Eisenbahnnetzes gemäß den technischen Spezifikationen für die Interoperabilität des Infrastruktur-Teilsystems (Verordnung 1299/2014/EU der Kommission) und des Energie-Teilsystems (Verordnung 1301/2014/EU der Kommission). Die Berechnungsmethodik basiert auf SIST EN 15273 (SIST EN 15273-1:2013, SIST EN 15273-2:2013, SIST EN 15273-3:2013+A1:2017) und UIC-Publikationen (UIC-Kodex 505-4, 2007, 506, 2008) und deckt helle Profile, Bahnsteigabstände von der Gleisachse, Abstand zwischen Gleisen und Hellprofil von Stromabnehmern für elektrifizierte 3 kV-Gleichstrombahnen ab.

Lichtprofile können mit einer statischen, dynamischen oder kinematischen Methode berechnet werden. Nur die kinematische Methode erfüllt die Interoperabilitätsbedingungen und ist daher Grundlage aller Berechnungen in dieser technischen Spezifikation.

2 Begriffsbestimmungen

Lichtraumprofil ist ein Raum in der Gleisachse, in den sich kein Teil der Strecke oder andere Objekte außer Einrichtungen, die direkt mit dem Betrieb des Eisenbahnverkehrs zusammenhängen, erstrecken können.

Fahrzeugbegrenzungslinie ist ein Raum, in dem kein Teil des Fahrzeugs oder der Ladung hineinragen darf.

Bezugslinie wird als Grundlage für die Berechnung von Licht- und Ladeprofilen (Fahrzeugprofile) verwendet.

Mindestlichtraumprofil, Grenzlinie ist der Mindestraum in der Gleisachse, der für die Durchfahrt von Fahrzeugen frei sein muss; kein Teil des Gleises oder anderer Objekte dürfen in diesen Raum eindringen oder durch den Verkehr vom angrenzenden Gleis aus beeinträchtigt werden.

nominales Lichtraumprofil ist das minimale helle Profil, das durch die vom Operator angegebenen Anlagen A, B und C erweitert wird.

Ausladung ist die geometrische Verschiebung eines Fahrzeugs auf einem gebogenen Gleis.

quasistatische Verschiebung ist die Bewegung eines Fahrzeugs aufgrund eines Überschuss- oder Überhöhungsfehlbetrag in der Kurve.

Neigungskoeffizient ist das Verhältnis zwischen dem Winkel, der durch die Gleisachse des stationären Fahrzeugs in der vertikalen Ebene der Überhöhung und dem Winkel zwischen der Gleisebene und der Horizontalen gebildet wird.

Asymmetrie ist der Winkel zwischen der vertikalen Achse des stationären Fahrzeugs in der Achse und der Horizontalen und der Vertikalen, die sich aus dem Ungleichgewicht der Feder des Fahrzeugs und der Asymmetrie der Beladung ergeben.

Überhöhungsfehlbetrag ist der negative Unterschied zwischen tatsächlicher und theoretischer Überhöhung in der Kurve.

Überhöhungsüberschuss ist ein positiver Unterschied zwischen tatsächlicher und theoretischer Überhöhung auf einem gebogenen Gleis.

Stromabnehmer ist ein Gerät auf einer elektrischen Lokomotive oder Elektromotor-Set, das die Übertragung von elektrischer Energie vom Netz zum Fahrzeug ermöglicht.

Grenzlinie der Stromabnehmer ist ein Raum, der für den Durchgang des Stromabnehmers in der erhöhten Position reserviert ist.

mechanische Grenzlinie der Stromabnehmer ist ein für den Durchgang des Stromabnehmers in erhöhter Position reservierter Raum ohne Berücksichtigung elektrischer Sicherheitsabstände.

elektrische Grenzlinie der Stromabnehmer ist ein Raum, der für den Durchgang des Stromabnehmers in der erhöhten Position reserviert ist, der auch elektrische Sicherheitsabstände umfasst.

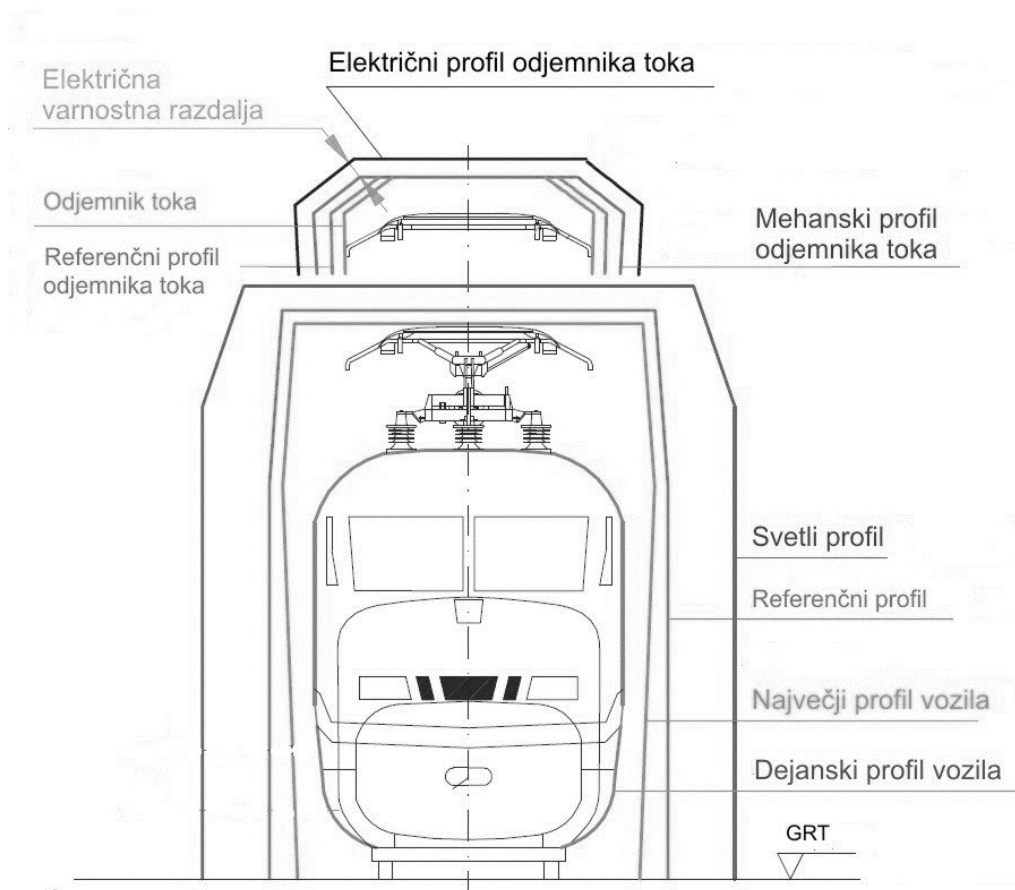
Bahnsteigabstand ist der parallel zur Gleisebene gemessene Abstand zwischen der Gleisachse und der Bahnsteigkante.

Gleisabstand ist der Abstand zwischen den acht benachbarten Gleisen, die parallel zur Gleisebene mit einer niedrigeren Überhöhung gemessen werden.

Spurweite ist der Mindestabstand zwischen den Laufkanten der Schienen in einem Abstand zwischen 0 und 14 mm unter der Ebene der oberen Schienenkanten.

3 Beziehungen der Profile

Die Beziehung zwischen dem Lichtraumprofil, der Fahrzeugbegrenzungslinie (Fahrzeugprofil), der Bezugslinie und der tatsächlichen Spurweite ist in Abbildung 3.1 dargestellt.



Električni profil odjemnika toka	elektrisches Profil des Stromabnehmers
Električna varnostna razdalja	Elektrischer Sicherheitsabstand
Odjemnik toka	Stromabnehmer
Referenčni profil odjemnika toka	Bezugsprofil des Stromabnehmers-
Mehanski profil odjemnika toka	Mechanisches Profil des Stromabnehmers
Svetli profil	Lichtraumprofil
Referenčni profil	Bezugsprofil
Največji profil vozila	Maximales Fahrzeugprofil
Dejanski profil vozila	Tatsächliches Fahrzeugprofil
GRT	BRT

Abbildung 3.1: Beziehungen der Profile

4 Bezugslinien

Die Bezugslinien sind besonders konstruiert für den oberen Teil ($H > 400 \text{ mm}$), besonders konstruiert für den unteren Teil ($H \leq 400 \text{ mm}$) und besonders konstruiert für den Stromabnehmer auf elektrifizierten Strecken.

4.1 Bezugslinie für oberen Teil, $H > 400$ mm

Im slowenischen Eisenbahnnetz werden für den oberen Teil die Bezugsprofile DE3 und GC verwendet.

Sie sind in den Abbildungen 4.1 und 4.2 dargestellt.

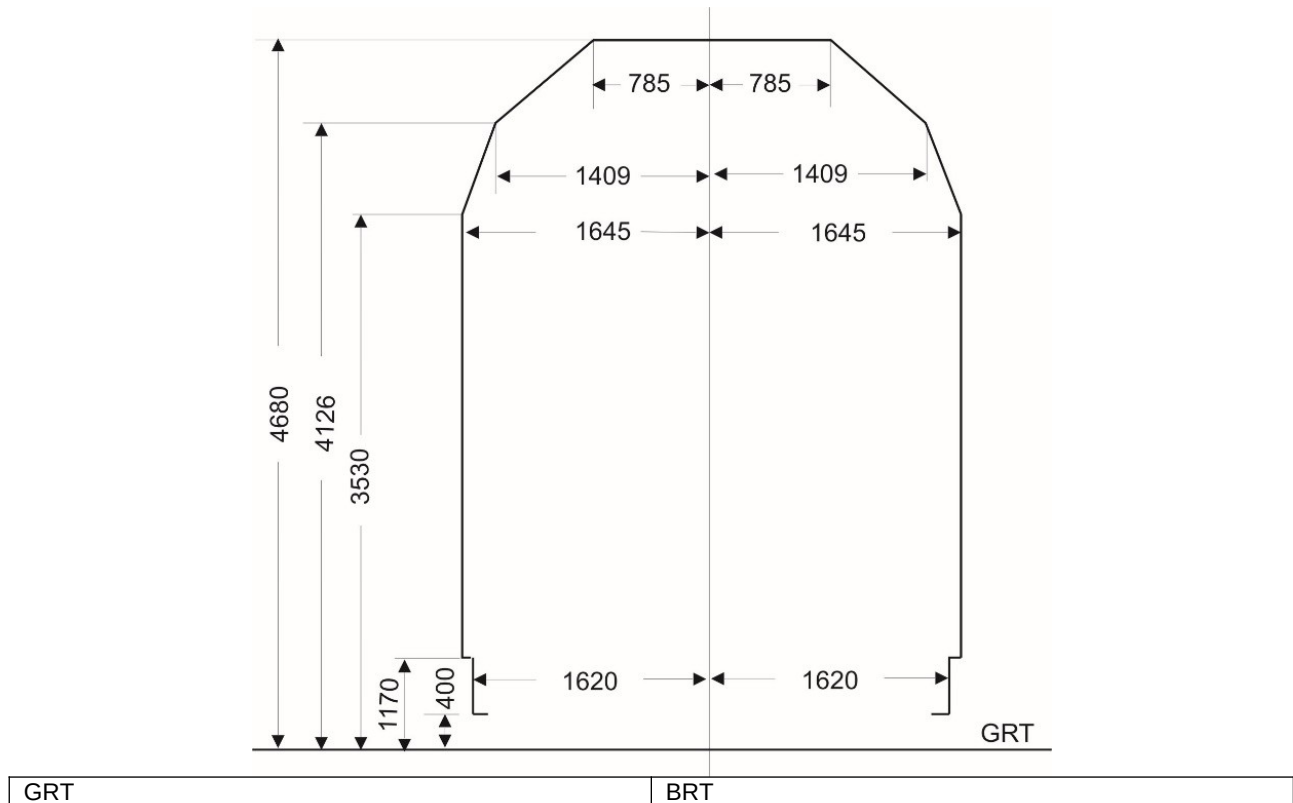


Abbildung 4.2: Bezugslinie DE3 für $H > 400$ mm (SIST EN 15273-3, 2013)

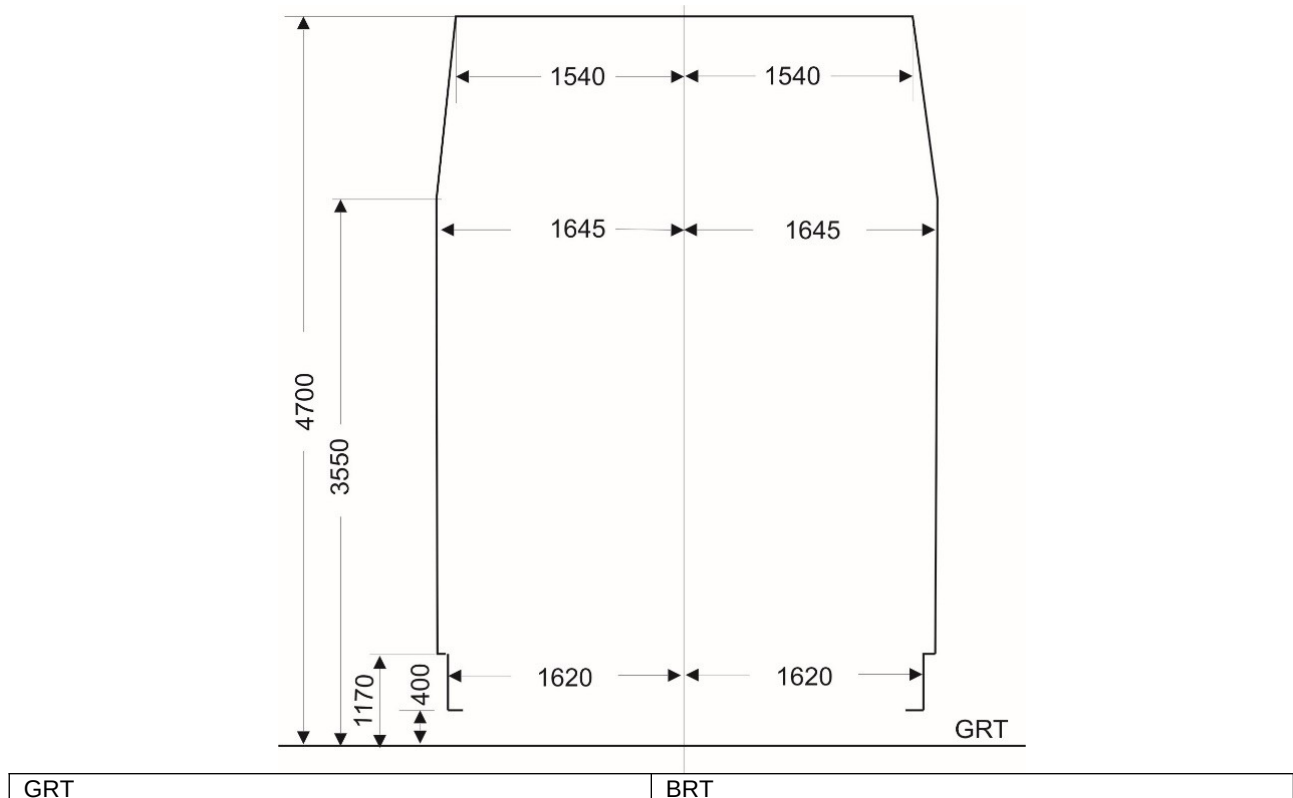


Abbildung 4.3: Bezugslinie GC für $H > 400$ mm (SIST EN 15273-3, 2013)

4.2 Bezugslinie für unteren Teil, $H \leq 400$ mm

Die Bezugslinie für den unteren Teil des GI2 (SIST EN 15273-1:2013) gilt für alle Eisenbahnstrecken und alle für den grenzüberschreitenden Schienenverkehr eingesetzten Fahrzeuge. Dies ist in Abbildung 4.3 dargestellt.

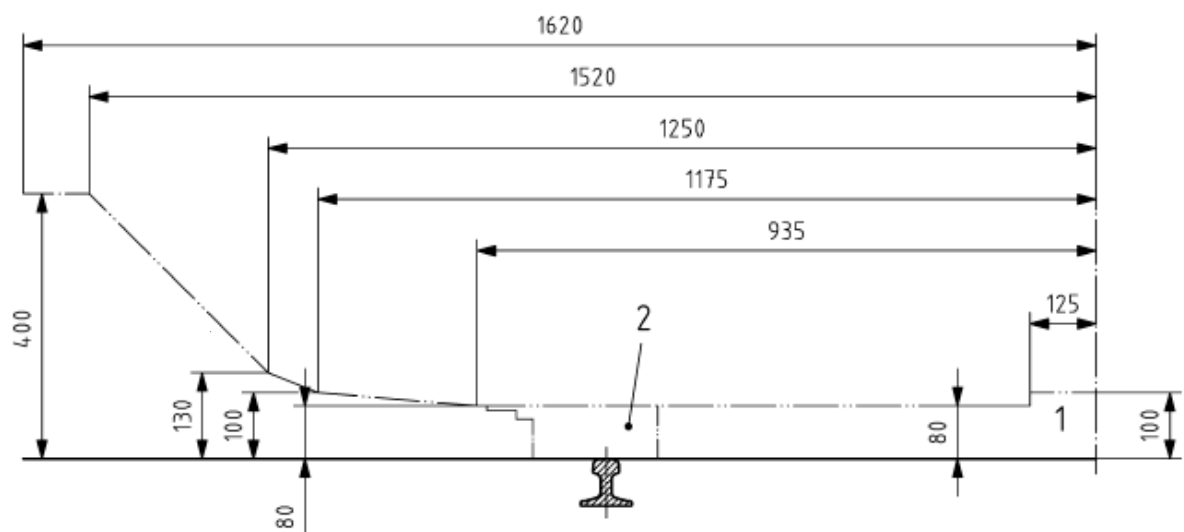


Abbildung 4.4: Bezugslinie GI2 für $H \leq 400$ mm (SIST EN 15273-3, 2013)

Das GI2-Bezugsprofil gilt nicht für Gleise mit aktiven Gleisbremsen oder anderen Sicherheitseinrichtungen an Rangierbahnhöfen. Bei letzterem ist die GI1-Bezugslinie gemäß SIST EN 15273:2013 zu verwenden.

4.3 Stromabnehmer-Bezugslinie

Die Halbwertsbreite der mechanischen Stromabnehmer-Bezugslinie ist in Abbildung 4.4 dargestellt.

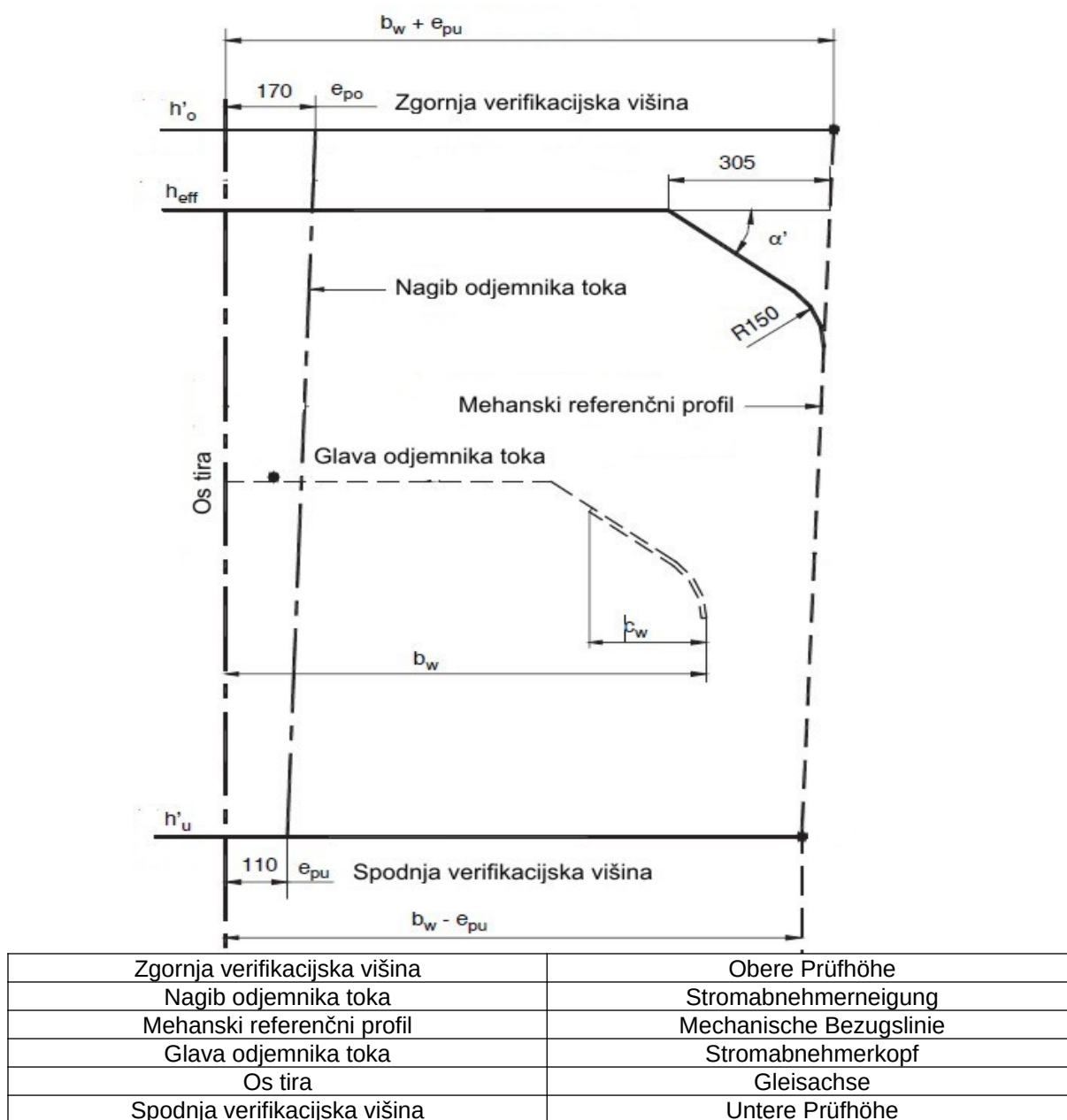


Abbildung 4.5: Halbmechanisches Bezugsprofil des Stromabnehmers (Code UIC 505-4, 2007)

Bedeutung der Markierungen in der Abbildung:

- e_{pu} Stromabnehmerverschiebung bei unterer Prüfhöhe ($e_{pu} = 0,110$ m),
 e_{po} Stromabnehmerverschiebung bei oberer Prüfhöhe ($e_{po} = 0,170$ m),
 h'_o obere Prüfhöhe des Stromabnehmers ($h'_o = 6\,500$ m),
 h'_u untere Prüfhöhe des Stromabnehmers ($h'_u = 5\,000$ m),
 h_{eff} tatsächliche Stromabnehmerhöhe,
 b_w halbe Länge des Stromabnehmerkopfes,
 c_w horizontale Projektion der Länge des isolierten Stromabnehmerkopfhorns

5 Berechnung des oberen Teils des Lichtraumprofils, $H > 400$ mm

Der obere Teil des Lichtraumprofils wird durch Addition der Quer- und Vertikalzusätze zu der ausgewählten Bezugslinie berechnet.

5.1 Zubehör in Querrichtung

In Querrichtung wird der Bezugslinie folgendes hinzugefügt:

- ⊖ Zuschlag für Fahrzeugverschiebung,
- ⊖ Zuschlag aufgrund der quasistatischen Neigung des Fahrzeugs,
- ⊖ Zuschlag aufgrund von Zufallsbewegungen.

5.1.1 Zuschlag für Fahrzeugverschiebung

Der Zuschlag für Fahrzeugverschiebung $S_{i/a}$ deckt die Ausladung des Fahrzeugs auf der Innenseite der Kurve (i) und auf der Außenseite der Kurve ab (a). Der Zuschlag muss für beide Seiten der Kurve gleich sein und anhand der Gleichung berechnet werden:

$$S_{i/a} = \frac{3,75}{R} + \frac{l - 1,435}{2},$$

(1)
(2)
(3)
(4)
(5)
(5.1)

darin ist:

- R Kreisbogenradius [m],
 l tatsächliche Gleisbreite [m],
 $S_{i/a}$ Fahrzeugverschiebung an der Innen- und Außenseite der Kurve [m].

5.1.2 Zuschlag aufgrund der quasistatischen Neigung des Fahrzeugs

Zuschlag aufgrund der quasistatischen Neigung des Fahrzeugs in der Kurve $qs_{i/a}$ ist auf einen Mangel oder einen Überschuss an Überhöhung in einer Kurve größer als 50 mm zurückzuführen, und für die Außenseite der Kurve und das Garn wird durch Gleichung berechnet:

$$qs_a = \frac{s_0}{L} (\Delta h_p - 0,05)_{\geq 0} (H - 0,5)_{\geq 0}, \quad (5.2)$$

für die innere Seite der Kurve, entsprechend der Gleichung:

$$qs_i = \frac{s_0}{L} (h - 0,05)_{\leq 0} (H - 0,5)_{\leq 0}, \quad (5.3)$$

darin ist:

- qs_a quasistatische Verschiebung an der Außenseite der Kurve [m],
- qs_i quasistatische Verschiebung auf der Innenseite der Kurve [m],
- Δh_p Überhöhungsfehlbetrag [m],
- h Überhöhung [m],
- H die Höhe des beobachteten Punktes über BRT [m].

5.1.3 Zuschlag aufgrund von Zufallsbewegungen

Zufällige Fahrzeug- und Gleisbewegungen werden durch Defekte in der Querhöhenposition der Schienen verursacht: T_D , Fehler aufgrund der Gleispositionsänderung zwischen zwei Wartungszyklen: T_{voie} , Fehler aufgrund asymmetrischer Lastverteilung: T_{charge} , Ausfälle durch unausgewogene Fahrzeugaufhängung: T_{susp} und Querschwingungsfehler: T_{osc} . Die von der Internationalen Eisenbahnunion der UIC für die Berechnung der Zufallsbewegungen empfohlenen Parameterwerte sind in Anhang 1 aufgeführt.

Der Zuschlag aufgrund von Zufallsbewegungen für das minimale helle Profil wird anhand der folgenden Gleichung berechnet:

$$\sum_{2i/a} 1,2 \sqrt{T_{voie}^2 + \left[\frac{T_D}{L} H + \frac{s_0}{L} T_D (H - 0,5)_{\geq 0} \right]^2 + \left[\tan(T_{susp}) (H - 0,5)_{\geq 0} \right]^2 + \left[\tan(T_{charge}) \right]^2} \quad (5.4)$$

darin ist:

- $\Sigma_{2i/a}$ Quadratwurzel der Summe der Quadrate M1 in M2 Zufallsbewegungen,
- H Höhe des beobachteten Punktes über BRT [m],
- h Überhöhung [m],
- Δh_p Überhöhungsfehlbetrag [m],
- s_0 Fahrzeugneigungskoeffizient: $s_0 = 0,4$,
- L Schienenachsenabstand: $L = 1,5$ m.

5.2 Berechnung der Halbwertsbreiten des Mindestlichtraumprofils

Die Halbwertsbreite des Mindestlichtraumprofils gilt für die Außenseite der Kurve und das Garn wird berechnet anhand der Gleichung:

$$b_{min,a} = b_{CR} + S_a + \max \dot{\iota}, \quad (5.5)$$

für die innere Seite der Kurve, entsprechend der Gleichung:

$$b_{min,i} = b_{CR} + S_i + \max \left[\sum_{2i}^{\cdot} + \dot{\iota} \frac{s_0}{L} (H - 0,5) ; \dot{\iota}_0 (h - 0,05) ; \dot{\iota} \sum_2^{\cdot\cdot} ; \sum_{2,a}^{\cdot} \frac{-s_0}{L} (H - 0,5) \right], \quad (5.6)$$

wo $\sum_2^{\cdot\cdot}$ durch die Gleichung bestimmt wird:

$$\sum_2^{\cdot\cdot} \dot{\iota}_{1,2} \sqrt{T_{voie}^2 + \left(\frac{T_D}{L} H \right)^2} \quad (5.7)$$

darin ist:

- b_{CR} Halbwertsbreite der Bezugslinie [m],
- $S_{i/a}$ Fahrzeugverschiebung nach außen oder innen [m],
- H Höhe des beobachteten Punktes über BRT [m],
- h Überhöhung [m],
- Δh_p Überhöhungsfehlbetrag [m],
- $\Sigma_{2\ i/a}^{\cdot}$ Quadratwurzel der Summe der Quadrate Zufallsbewegungen M1 und M2,
- b_{min} Halbwertsbreite des Mindestlichtraumprofils [m],
- s_0 Fahrzeugneigungskoeffizient: $s_0 = 0,4$,
- L Schienenachsenabstand: $L = 1,5$ m.

5.3 Berechnung der Höhen des Mindestlichtraumprofils

Die Höhen des Mindestlichtraumprofils sind durch Erhöhung der vertikalen Abmessungen des Bezugsprofils in Höhe $H \geq 3250$ mm um 60 mm zu bestimmen. Die Erhöhung der Höhen ist aufgrund der vertikalen Rundung und der Reserve zum Anheben der Gleise bei der Instandhaltung der Strecke erforderlich.

6 Berechnung des unteren Teils des Lichtraumprofils, $H \leq 400$ mm

Der untere Teil des Lichtraumprofils wird durch Hinzufügung horizontaler Zusätze zum kinematischem Bezugsprofil GI2 berechnet und die Abzüge in vertikaler Richtung subtrahiert.

Die Methode zur Berechnung von Halbwertsbreiten und Zusätzen in horizontaler Richtung ist die gleiche wie für den oberen Teil des Lichtraumprofils, wobei die Artikel in den Gleichungen, die $H < 0,5$ m enthalten, gleich Null sind und die quasistatische Neigung $qs_{i/a}$ aufgrund seines niedrigen Wertes ignoriert werden kann.

Für die Fahrzeugverschiebung am unteren Teil des Beleuchtungsprofils $S'_{i/a}$ ist anstelle der Gleichung (5.1) die Gleichung zu verwenden:

$$S'_{i/a} = \frac{2,5}{R} + \frac{l-1,435}{2}. \quad (6.1)$$

Die vertikalen Abmessungen des unteren Teils des Bezugsprofils sind aufgrund des Einflusses der vertikalen Rundung bei Brechungen des Niveaus entsprechend der Gleichung auf eine Höhe von $H \leq 1170$ mm zu reduzieren.

$$y = \frac{50.000}{R_v}, \quad (6.2)$$

darin ist:

R_v vertikaler Rundungsradius [m],

y Zuschlag oder Abzug der Höhe durch vertikale Rundung [mm].

Unter der Annahme, dass sich der minimale Radius der vertikalen Rundung auf einer offenen Linie $R_v \geq 2000$ m befindet, sind die senkrechten Abmessungen am unteren Teil des Lichtraumprofils unterhalb von $H \leq 1170$ mm um 25 mm zu verringern.

7 Berechnung des Abstands zwischen Gleisen

der Abstand zwischen den Gleisen ist der Abstand zwischen den Achsen benachbarter Gleise, der parallel zur Gleisebene mit einer niedrigeren Überhöhung gemessen wird (SIST EN 15273-3:2013+A1:2017, 2017).

Der Mindestabstand zwischen den Gleisen ist die Summe der Mindestlichtraumprofile von zwei benachbarten Gleisen in kritischen Höhen der Bezugsprofile, für DE3 in Höhe $H = 3530$ mm und für GC in der Höhe $H = 3550$ mm. Er ist nach folgender Formel zu berechnen:

$$EA_2 = 2b_{CR} + S_a + S_i + \max[\Sigma'_{EA2} + qs_i + qs_a; \Sigma''_{EA2}] + \Delta b_{\Delta h}. \quad (7.1)$$

Die Berechnung des Gleisabstands ist unter der Bedingung durchzuführen, dass der Zug in der oberen Kurve auf dem äußeren Gleis und auf dem inneren Gleis mit der höchstzulässigen Streckengeschwindigkeit steht.

Horizontale Zuschläge S_a , S_i , qs_i und qs_a werden berechnet mit Gleichungen (5.1), (5.2) und (5.3) und Additionen aufgrund von Zufallsbewegungen auf beiden Spuren Σ'_{EA2} und Σ''_{EA2} und durch Gleichungen:

$$\Sigma' EA_2 = \sqrt{\overline{b_{CR}^2 + S_{i/a}^2 + qS_{i/a}^2}}, \quad (7.2)$$

$$\Sigma'' EA_2 = \sqrt{\overline{b_{CR}^2 + S_{i/a}^2 + qS_{i/a}^2}}. \quad (7.3)$$

Der Zuschlag aufgrund der Differenz von Überhöhung $\Delta b_{\Delta h}$ ist nur dann zu berücksichtigen, wenn die Überhöhung zwischen den beiden benachbarten Gleisen unterschiedlich ist. Der Zuschlag ist positiv und wird hinzugefügt, wenn die Überhöhung des äußeren Gleises h_1 größer ist, als die Überhöhung des inneren Gleises h_2 , sonst ist sein Wert Null.

$$\Delta b_{\Delta h} = \frac{H}{1,5} [h_1 - h_2]_{\geq 0}. \quad (7.4)$$

Die Markierungen in den Gleichungen bedeuten:

EA_2	Mindestabstand zwischen den Gleisen [m],
b_{CR}	Halbwertsbreite des Bezugsprofils in der Höhe H [m],
$S_{i/a}$	Fahrzeugverschiebung an der Außen- oder Innenseite des gebogenen Gleises [m],
$qS_{i/a}$	quasistatische Bewegung des Fahrzeugs an der Außen- oder Innenseite des gebogenen Gleises [m],
$\Delta b_{\Delta h}$	Zuschlag wegen Überhöhungsunterschied zwischen den Gleisen [m],
H	Höhe des kritischen Punktes [m],
Δh_p	Überhöhungsfehlbetrag [m],
h_1, h_2	Gleis 1 und Gleis 2 Überhöhung [m],
$\Sigma' EA_2$	Zuschlag aufgrund von Zufallsbewegungen M_{EA1}, M_{EA2} [m],
$\Sigma' EA_2$	die Quadratwurzel der Summe der Quadrate der Zufallsbewegungen [m].

Der horizontale Mindestgleisabstand für neue Strecken ist in den technischen Spezifikationen für die Interoperabilität des Infrastruktur-Teilsystems festgelegt und darf nicht unter den Werten in Tabelle 7.1 liegen.

Tabelle 7.1: Normaler horizontaler Mindestgleisabstand für neue Strecken (Amtsblatt der EU Nr. L 356, 2014)

Maximal zulässige Streckengeschwindigkeit (km/h)	Normaler horizontaler Mindestgleisabstand [m]
$160 < V \leq 200$	3,80
$200 < V \leq 250$	4,00
$250 < V \leq 300$	4,20
$V \leq 300$	4,50

8 Bahnsteigabstandsberechnung

Bahnsteigabstand ist der Abstand zwischen der Achse des Gleises und der Kante der Plattform, die parallel zur Gleisebene gemessen wird. Die Plattform sollte so nah wie möglich an dem Lichtraumprofil liegen, sodass für den Bahnsteigabstand das Mindestlichtraumprofil entscheidend ist.

Der Bahnsteigabstand wird durch Hinzufügung der Halbwertsbreite des kinematischen Bezugsprofils im Winkel der Oberkante der Plattform berechnet, indem der Zuschlag für Fahrzeugverschiebung $S_{i/a}$ durch Gleichung (5.1), die Addition aufgrund der quasistatischen Verschiebung auf einem gebogenen Gleis $qs_{i/a}$ durch Gleichung (5.2) und (5.3) und der Zuschlag für Nebenverschiebung $\Sigma'_{2i/a}$ gemäß Gleichung (5.4) hinzugefügt werden.

Der Bahnsteigabstand $b_{q,a}$ an der Außenseite des gebogenen Gleises wird anhand der Gleichung berechnet:

$$b_{q,a} \geq b_{CR} + S_a + qs_a + \Sigma'_{2a} + \delta_{q,a}, \quad (8.1)$$

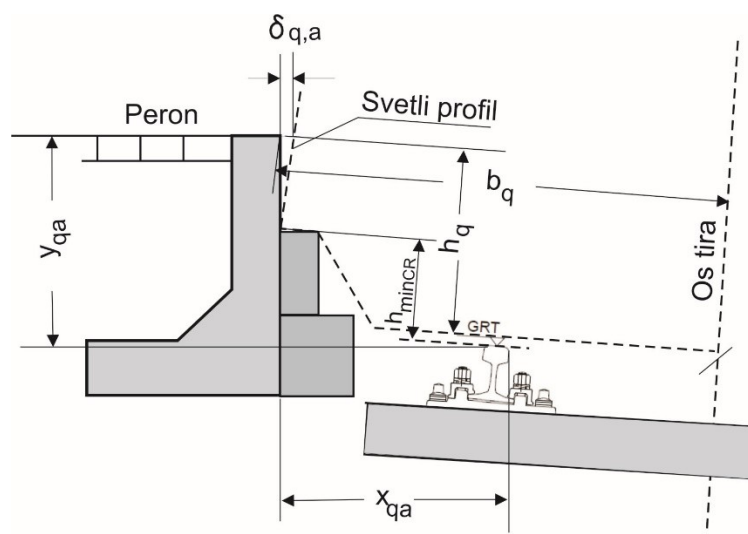
wobei $\delta_{q,a}$:

- Zuschlag bei einer Plattform mit niedrigem Boden

$$\delta_{q,a} = \left(\frac{h}{1,5} \right) (h_{i,q} - h_{minCR}), \quad (8.2)$$

- Zuschlag bei einer Plattform mit hohem Boden

$$\delta_{q,a} = \left(\frac{h}{1,5} \right) h_{nez} \quad (8.3)$$



Peron	Plattform
Svetli profil	Lichtraumprofil
Os tira	Gleisachse
GRT	BRT

Abbildung 8,1: Eine Plattform mit niedrigem Boden

Der Bahnsteigabstand $b_{q,i}$ an der Innenseite des gebogenen Gleises wird anhand der Gleichung berechnet:

$$b_{q,i} \geq b_{CR} + S_i + qS_i + \Sigma'_{2i}. \quad (8.4)$$

Bedeutung der Markierungen in der Gleichung:

$b_{qil/a}$	Bahnsteigabstand auf der Innen-/Außenseite [m],
h_q	Plattformhöhe [m],
h_{minCR}	untere Kantenhöhe des Mindest Lichtraumprofils [m],
h_{nez}	Höhe des Plattformbodens [m],
h	Überhöhung [m],
b_{CR}	Halbwertsbreite des G1-Bezugsprofils,
$S_{i/a}$	Fahrzeugverschiebung an der Außen- oder Innenseite des gebogenen Gleises [m],
$\Sigma'_{2i/a}$	die Quadratwurzel aus der Summe der Quadrate der Zufallsverschiebungen M1 und M2.
$qS_{i/a}$	quasistatische Verschiebung [m],
$\delta_{q,a}$	Zuschlag auf der Außenseite der Plattform mit niedrigem Boden [m].

9 Berechnung der Grenzlinie der Stromabnehmer

Die Grenzlinie der Stromabnehmer ist der Raum, der für den Durchgang des Stromabnehmers reserviert ist. Da der Stromabnehmer in ständigem Kontakt mit dem Kontaktdraht ist, dessen Höhe variiert, variiert die Höhe des Stromabnehmers und damit die Höhe seines Lichtraumprofils auch, wenn der Zug fährt. Letzteres gehört daher in der Regel zu der niedrigsten: h'_u und höchsten: h'_o Prüfhöhe.

Das Lichtraumprofil des Stromabnehmers hängt auch von der Art des Stromabnehmerkopfes ab. Nur der Stromabnehmerkopf von 1 600 mm und 1 950 mm (Uradni list EU št. L 356, 2014) muss die Interoperabilitätsbedingungen erfüllen, sodass mindestens einer der beiden Stromabnehmerköpfe auf interoperablen Strecken verwendet werden kann.

Die Grenzlinie der Stromabnehmer ist auf der Grundlage der mechanischen Bezugsgrenzlinie des Stromabnehmers zu berechnen, muss aber auch den Anforderungen des elektrischen Sicherheitsabstands oder des elektrischen Lichtraumprofils entsprechen. Nicht isolierte Geräte (geerdet und solche mit einem vom Kontaktdraht abweichenden Potenzial) müssen sich außerhalb des mechanischen und elektrischen Profils befinden.

9.1 Mechanisches Lichtraumprofil des Stromabnehmers

Mechanisches Lichtraumprofil des Stromabnehmers ist der Raum, der für den Durchgang des Stromabnehmers in der erhöhten Position reserviert ist, ohne die notwendigen elektrischen Sicherheitsabstände zu berücksichtigen. Nur der Stromabnehmer und der polygonale Hebel mit dem Kontaktdraht können in das mechanische Lichtraumprofil gelangen.

Das mechanische Lichtraumprofil des Stromabnehmers ist durch Hinzufügung der Halbwertsbreite der mechanischen Bezugsgrenzlinie des Stromabnehmers in Quer- und vertikaler Richtung zu berechnen.

Die Formeln für die Berechnung des horizontalen Zubehörs zur Berechnung der Grenzlinie der Stromabnehmer müssen für die einzelnen Parameter von denen abweichen, die für den oberen Teil des Lichtraumprofils gelten.

9.1.1 Zubehör in Querrichtung

- Der Zuschlag für die Ausladung am Stromabnehmer im gebogenen Gleis wird anhand der Gleichung berechnet:

$$S'_{i/a} = \frac{2,5}{R} + \frac{l-1,435}{2}, \quad (9)$$

(9.1)

darin ist:

R Kreisbogenradius [m],

l tatsächliche Gleisbreite [m],

$S'_{i/a}$ Stromabnehmer Ausladung auf der Innen- und Außenseite des gebogenen Gleises [m].

- Der Zuschlag aufgrund einer quasistatischen Verschiebung am Stromabnehmer ist nach folgender Formel zu berechnen:

$$qs'_i = \frac{s'_0}{L} (h - 0.066)_{i0} (H - 0,5), \quad (9.2)$$

$$qs'_a = \frac{s'_0}{L} (\Delta h_p - 0.066)_{i0} (H - 0,5), \quad (9.3)$$

darin ist:

qs'_a quasistatische Verschiebung des Stromabnehmers auf der Außenseite des gebogenen Gleises [m],

qs'_i quasistatische Verschiebung des Stromabnehmers auf der Innenseite des gebogenen Gleises [m],

Δh_p Überhöhungsfehlbetrag [m],

h Überhöhung [m],

H die Höhe des beobachteten Punktes über BRT [m],

s'_0 Stromabnehmerneigungskoeffizient ($s'_0 = 0,225$).

Für qs'_i und qs'_a werden nur Zuschläge aus Überhöhung größer als $h > 0,066\text{ m}$ und Überhöhungsfehlbetrag größer als $\Delta h_p > 0,066\text{ m}$ berücksichtigt. Parametrische Werte von weniger als 0,066 werden bereits in dem Bezugsprofil des Stromabnehmers berücksichtigt.

- Der Zuschlag aufgrund von Zufallsbewegungen $\sum_{2ai}$ wird nach folgender Formel berechnet:

$$\sum_{2ai} \sqrt{T_{\text{voie}}^2 + \left[\frac{T_D}{L} H + \frac{s'_0}{L} T_D (H - 0,5) \right]^2} \quad (9.4)$$

darin ist:

Σ'_{2ia} Quadratwurzel der Summe der Quadrate M1 in M2 Zufallsbewegungen,
 H Höhe des beobachteten Punktes über BRT [m],
 s'_0 Stromabnehmerneigungskoeffizient ($s'_0 = 0,225$),
 L Schienenachsenabstand: $L = 1,5\text{ m}$.

9.1.2 Halbwertsbreite des mechanischen Lichtraumprofils

Die Halbwertsbreite des mechanischen Stromabnehmers $b'_{i/a}$ ist die Summe der oben genannten Zusätze und der Breite der Bezugsgrenzlinie des Stromabnehmers b_w .

Zu berechnen für die niedrigste $h'_{ui/a}$, für die höchste $h'_{oi/a}$ und für die Prüfhöhe gewählt $b'_{hi/a}$ nach den Gleichungen:

$$b'_{ui/a} = (b_w + e_{pu} + S'_{i/a} + qs'_{i/a} + \Sigma_{2i/a})_{\max}, \quad (9.5)$$

$$b'_{oi/a} = (b_w + e_{po} + S'_{i/a} + qs'_{i/a} + \Sigma_{2i/a})_{\max}, \quad (9.6)$$

$$b'_{hi/a} = b'_u + \frac{H - h'_u}{h'_o - h'_u} (b'_o - b'_u), \quad (9.7)$$

wo $\sum_2''$ mit Gleichung (5.7) und Zufallsverschiebungsgrenzen Σ_{2a} und Σ_{2i} gemäß den folgenden Gleichungen berechnet werden:

$$\Sigma_{2a} = \max \left[\sum_{2a} \frac{+0,225}{1,5} (H - 0,5) (\Delta h_p - 0,066); \sum_2'' \right] - qs_a, \quad (9.8)$$

$$\Sigma_{2i} = \max \left[\sum_{2i}^{\prime} \frac{+0,225}{1,5} (H-0,5)(h-0,066); \sum_2^{\prime\prime}; \sum_{2a}^{\prime} - (H-0,5) 0,066 \right] - q s_i. \quad (9.9)$$

Die Markierungen in den Gleichungen bedeuten:

- b_w halbe Länge des Stromabnehmers,
- e_{pu} Stromabnehmerneigung bei unterer Prüfhöhe ($e_{pu} = 0,11$ m),
- e_{po} Stromabnehmerneigung bei oberer Prüfhöhe ($e_{po} = 0,17$ m),
- $S'_{i/a}$ Stromabnehmer Ausladung in einem gebogenen Gleis,
- $q s'_{i/a}$ quasistatische Verschiebung des Stromabnehmers auf einem gebogenen Gleis,
- $\Sigma'_{2i/a}$ die Quadratwurzel der Summe der Quadrate der Zufallsbewegungen M1 und M2,
- $\Sigma_{2,i/a}$ Grenzwert für zufällige Stromabnehmerverschiebungen,
- h'_o obere Prüfhöhe des Stromabnehmers ($h'_o = 6\,500$ mm),
- h'_u untere Prüfhöhe des Stromabnehmers ($h'_u = 5\,000$ mm).

Da der Parameter $\Sigma_{2i/a}$ mit der Geschwindigkeit variiert, muss die Hälfte der Breite der Grenzlinie der Stromabnehmer für das Fahrzeug im Stillstand und in Bewegung berechnet werden. Bei einem stationären Fahrzeug ist die Berechnung der Verschiebungen auf der Innenseite der Überhöhung von einem gebogenen Gleis Σ_{2i} entscheidend, und für das in Bewegung befindliche Fahrzeug ist die Berechnung der Bewegungen an der Außenseite des gebogenen Gleises maßgeblich Σ_{2a} . Bei einem geraden Gleis wird der größere der beiden Werte berücksichtigt.

9.1.3 Zuschlag in vertikaler Richtung und Höhe des mechanischen Lichtraumprofils

Zu der gewählten Kontaktdrahthöhe h_f sollte der Zuschlag vertikal hinzugefügt werden, aufgrund des Anhebens von dem

Kontaktdraht f_s , der Zuschlag wegen Änderung der Kontaktdrahthöhe beim Schwenken des Stromabnehmers f_{ws} , der Zuschlag aufgrund des Verschleißes von Kontaktschuh f_{wa} und möglicher Montagetoleranz. Der Wert des Zuschlags f_s hängt von der Art der Oberleitung ab und wird in der Regel vom Operator bestimmt. Für die Freileitungsspannung von 3 kV ist dies 0,1 m, der Add-on-Wert ist $f_{ws} + f_{wa}$ 0,06 m (SIST EN 15273-1, 2013) und die Installationstoleranz ist 0,04 m. Die Summe aller aufgelisteten Zubehöerteile beträgt 0,20 m.

Die effektive Höhe der mechanischen Grenzlinie der Stromabnehmer h_{eff} wird berechnet, indem der Zuschlag f_s , f_{wa} und f_{ws} zur gewählten normalen Kontaktdrahthöhe hinzugefügt wird h_f :

$$h_{eff} = h_f + f_s + f_{ws} + f_{wa} + tol, \quad (9.10)$$

darin ist:

- h_{eff} effektive Stromabnehmerhöhe [m],
- h_f Kontaktdrahthöhe [m],
- f_s Zuschlag aufgrund des Kontaktdrahtanstiegs [m],

- f_{ws} Zuschlag wegen Stromabnehmerneigung [m],
 f_{wa} Zuschlag aufgrund des Verschleißes der Kontaktkufe [m],
 tol Einbautoleranz [m].

Die normale Kontaktdrahthöhe nach der Norm SIST EN 15273-1:2013, SIST EN 15273-2:2013, SIST EN 15273-3:2013+A1:2017 (2012) und nach der TSI ENE (Uradni list EU št. L 356, 2014) liegt zwischen 5 und 5,75 m. z. B. an Bahnübergängen kann es auch höher sein, aber nicht höher als 6,2 m. Die entworfene normale Kontaktdrahthöhe für Gleichstromspannung von 3 kV beträgt 5,35 m, maximal 6,2 und mindestens 4,95 m (Uradni list RS št. 56, 2003). Die effektive Höhe des mechanischen klaren Profils des Stromabnehmers ist 0,20 m höher und beträgt 5,50 m für die normale Höhe des Kontaktleiters und 5,15 m für die Mindesthöhe des Kontaktleiters. Die maximale Konstruktionshöhe des Kontaktleiters gemäß TSI ENE (2014) ist 6,2 m.

9.2 Elektrisches Lichtraumprofil des Stromabnehmers

Die Halbwertsbreite des Stromabnehmers ist ähnlich wie die Halbwertsbreite des mechanischen Profils zu berechnen, es sei denn, das elektrische Bezugsprofil wird als Grundlage herangezogen. Dies unterscheidet sich von der mechanischen für die horizontale Projektion von isolierten Stromabnehmerhorn c_w und für den elektrischen Sicherheitsabstand b_{el} . Der horizontale Vorsprung des isolierten Stromabnehmerhorns von 1 600 mm und 1450 muss 200 mm betragen.

Elektrischer Sicherheitsabstand b_{el} hängt vom Elektrifizierungssystem ab. Die empfohlenen Werte sind in Tabelle 9.1 angegeben.

Tabelle 9.1: Sicherheitsabstände b_{el} (SIST EN 50119, 2009)

	Gleichspannung 3 kV	Wechselspannung 15 kV	Wechselspannung 25 kV
	b_{el} [mm]	b_{el} [mm]	b_{el} [mm]
Statisch	150	100	270
Dynamisch	50	50	150

Die Halbwertsbreite der elektrischen Grenzlinie des Stromabnehmers wird berechnet, indem zuerst die Halbwertsbreite des elektrischen Lichtraumprofils für das stationäre Fahrzeug bei $V=0$ berechnet wird, wobei statische b_{el} und Σ_{2i} berücksichtigt werden, und dann die Halbwertsbreite für das in Bewegung befindliche Fahrzeug bei $V > 0$, unter Berücksichtigung dynamischer b_{el} und Σ_{2a} in Bewegung. Bei der Dimensionierung der Grenzlinie des Stromabnehmers ist die größere der beiden Grenzlinien zu berücksichtigen.

Die Halbwertsbreite des elektrischen Stromabnehmers b'_{el} ist auf das Minimum h'_u , das Maximum h'_o und die gewählte Prüfhöhe b'_h gemäß den Gleichungen zu berechnen:

$$b'_{u,el} = (b_{el} + c_w + e_{pu} + b_{el} + S'_{i/a} + q s'_{i/a} + \Sigma_{2i/a})_{max}, \quad (9.11)$$

$$b'_{o,el} = (b'_{uw} - c_w + e_{po} + b_{el} + S'_{i/a} + q s'_{i/a} + \Sigma_{2i/a})_{max}, \quad (9.12)$$

$$b'_{h,eff,el} = b'_{u,el} + \frac{H_{eff,el} - h'_u}{h'_o - h'_u} (b'_{o,el} - b'_{u,el}), \quad (9.13)$$

darin ist:

- b'_{el} Halbwertsbreite des elektrischen Stromabnehmers,
- b_{el} elektrischer Sicherheitsabstand,
- c_w horizontale Projektion des isolierten Stromabnehmerhorns.

Die Höhe der elektrischen Lichtraumprofile des Stromabnehmers ist durch folgende Gleichung zu bestimmen:

$$h_{eff,el} = h_{eff,meh} + b_{el}. \quad (9.14)$$

10 Übersicht der Linienlichtraumprofile

Die Untersuchung der Linienlichtraumprofile erfolgt durch Vergleich der tatsächlichen Abmessungen und Berechnungen an den charakteristischen Querschnitten. Dabei handelt es sich um Querschnitte auf Gleisen ohne Überhöhung, Überhöhung, unter technischen Arbeiten oder an einem anderen Ort, an dem das Mindestlichtraumprofil weniger als 100 mm vom Gebäude entfernt ist oder das normale Lichtraumprofil weniger als 50 mm entfernt ist. Die Bahnsteigabstände sind an beiden Enden des Bahnsteigs und alle 30 m in einem geraden Gleis oder alle 10 m in einem gebogenen Gleis zu prüfen.

11 Referenzdokumente

Technische Spezifikation TSPI – PGV.10.301: 2022 – Die Lichtraumprofile basieren auf folgenden Referenzdokumentationen:

SIST EN 15273-1-2013, Bahnanwendungen – Begrenzungslinien – Teil 1: Allgemeines – Gemeinsame Vorschriften für Infrastruktur und Eisenbahnfahrzeuge;

SIST EN 15273-2-2013, Bahnanwendungen – Begrenzungslinien – Teil 2: Ladelehre (Fahrzeugprofil);

SIST EN 15273-3-2013, Bahnanwendungen – Begrenzungslinien – Teil 3: Lichtraumprofile;

SIST EN 15273-3:2013 + A1:2017: Bahnanwendungen – Begrenzungslinien – Teil 3: Lichtraumprofile;

SIST EN 50367-2012; Bahnanwendungen – Stromabnehmersysteme – Technische Kriterien für die Interaktivität zwischen Stromabnehmer und Kontaktdraht;

SIST EN 50119-2009; Bahnanwendungen – Stabile elektrische Antriebsvorrichtungen – Kontaktdrähte der elektrischen Traktion;

UIC-CODE 505-4 ODER, 2007: Auswirkungen der Anwendung der in den Merkblättern 505 definierten kinematischen Grenzlinien auf die Positionierung von Strukturen in Bezug auf die Gleise und die Gleise im Verhältnis zueinander;

UIC-CODE 505-5 ODER, 2010: Geschichte, Begründung und Mitstreiter für die Ausarbeitung und Entwicklung von UIC-Merkblättern der Serie 5050 und 506 über Grenzlinien;

UIC-CODE 506 ODER 2008: Vorschriften für die Anwendung der erweiterten Grenzlinien GA, GB, GB1, GB2, GC und GI3;

Verordnung (EU) Nr. 1299/2014 der Kommission über die technische Spezifikation für die Interoperabilität des Teilsystems „Infrastruktur“ des Eisenbahnsystems in der Europäischen Union (Amtsblatt der EU Nr. L 356, 2014);

Verordnung (EU) Nr. 1301/2014 der Kommission über die technische Spezifikation für die Interoperabilität des Teilsystems „Energie“ des Eisenbahnsystems in der Europäischen Union (Amtsblatt der EU Nr. L 356, 2014);

Verordnung (EU) Nr. 1302/2014 der Kommission über die technische Spezifikation für die Interoperabilität des Teilsystems „Fahrzeuge – Lokomotiven und Personenwagen“ des Eisenbahnsystems in der Europäischen Union (Uradni list EU št. L 356, 2014).

12 Literatur

DB Netz AG: Technischer Netzzugang für Fahrzeuge, Kompatibilität mit den Anforderungen des Netzes; Zusammenwirken Fahrzeug – Stromabnehmer – Oberleitung, 810.0242.

OBB-INFRA: Regelwerk 50 02 03 Anforderungen an das Zusammenwirken Stromabnehmer – Oberleitungssystem.

Bundesministerium für Verkehr: Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung – EBO, 2019 (Bundesrepublik Deutschland, 2019).

ZGONC et al.: Železniški tir – Zgornji ustroj in elementi trase železniške proge, Ljubljana 2022, v pripravi.

13 Symbolbedeutung

b_{CR}	Halbwertsbreite des Bezugsprofil G1,
b'_{el}	Halbwertsbreite des elektrischen Stromabnehmers,
b_{el}	elektrischer Sicherheitsabstand,
b_w	halbe Stromabnehmerlänge,
$b'_{ui/a}$	die Hälfte der Breite der mechanischen Grenzlinie des Stromabnehmers für die niedrigste Prüfhöhe [m],
$b'_{oi/a}$	die Hälfte der Breite der mechanischen Grenzlinie des Stromabnehmers für die höchste Prüfhöhe [m],
$b'_{hi/a}$	Halbwertsbreite der mechanischen Grenzlinie des Stromabnehmers für die gewählte Prüfhöhe [m] und
c_w	horizontale Projektion von isoliertem Stromabnehmerhorn
h	Überhöhung [m],
Δh_p	Überhöhungsfehlbetrag [m],
Δh_v	Überhöhungsüberschuss [m],
Δh_p	Überhöhungsfehlbetrag [m],
$\Delta b_{\Delta h}$	Zuschlag aufgrund von Überhöhungsdifferenz [m],
e_{pu}	Stromabnehmerneigung bei unterer Prüfhöhe ($e_{pu} = 0,11$ m),
e_{po}	Stromabnehmerneigung in der oberen Prüfhöhe ($e_{po} = 0,17$ m),
f_s	Zuschlag aufgrund des Kontaktdrahtanstiegs [m],
f_{ws}	Zuschlag aufgrund von Stromabnehmerneigung [m],
f_{wa}	Zuschlag aufgrund des Verschleißes der Kontaktkufe [m],
H	Punkthöhe über BRT [m],
h_1	Überhöhung linkes Gleis [m],
h_2	Überhöhung rechtes Gleis [m],
h_q	Plattformhöhe [m],
h_{eff}	effektive Stromabnehmerhöhe [m],
h_f	Kontaktdrahthöhe [m],
h_{minCR}	die Höhe der unteren Kante des Mindestprofils [m],
h'_o	obere Prüfhöhe des Stromabnehmers ($h'_o = 6\,500$ mm),

h'_u	untere Prüfhöhe des Stromabnehmers ($h'_u = 5\,000\text{ mm}$),
L	Achsabstand zwischen Schienen [m],
l	tatsächliche Gleisbreite [m],
M_3	Zuschlag der vom Operator angegeben wurde [m],
R	Kreisbogenradius [m],
R_v	vertikaler Rundungsradius [m],
s_0	Fahrzeugneigungskoeffizient (0.4),
$S_{i/a}$	Fahrzeugverschiebung an der Innen- (i) oder Außenseite (a) [m],
$S'_{i/a}$	Fahrzeugverschiebung am unteren Teil der Grenzlinie und der Stromabnehmer auf der Innen- (i) oder Außenseite (a) [m],
s'_0	Stromabnehmerneigungskoeffizient (0,225),
$\Sigma_{3\ i/a}$	Summe von M_1 , M_2 in M_3 Zufallsbewegungen auf der Innen- (i) und Außenseite (a),
$\Sigma'_{2\ i/a}$	Quadratwurzel der Summe der Quadratwurzeln für M_1 und M_2 Zufallsbewegungen auf der Innen- (i) und Außenseite (a),
$\Sigma_{2\ i/a}$	Grenzwert von der Summe von den Zufallsbewegungen auf der Innen- (i) und Außenseite (a),
$\delta_{q,a}$	Zuschlag auf der Außenseite der Plattform mit niedrigem Boden [m], und
qs_a	quasistatische Bewegung des Fahrzeugs auf der Außenseite des gebogenen Gleises [m],
qs_i	quasistatische Bewegung des Fahrzeugs auf der Innenseite des gebogenen Gleises [m],
$qs'_{i/a}$	quasistatische Stromabnehmerneigung [m]
tol	Installationstoleranz [m],
T_{charge}	asymmetrische Lastanordnung,
T_D	Verschiebung in der Höhe der Schiene,
T_{osc}	Fahrzeugstellplatz,
T_{susp}	Suspensionsungleichgewicht,
T_{voie}	Verschiebung zwischen zwei Wartungszyklen.

14 Bedeutung von Abkürzungen

UIC	Internationale Eisenbahnunion
TSI	Technische Spezifikation für die Interoperabilität
TSPI	Technische Spezifikation für Verkehrsinfrastruktur
SIST	Slowenisches Institut für Normung

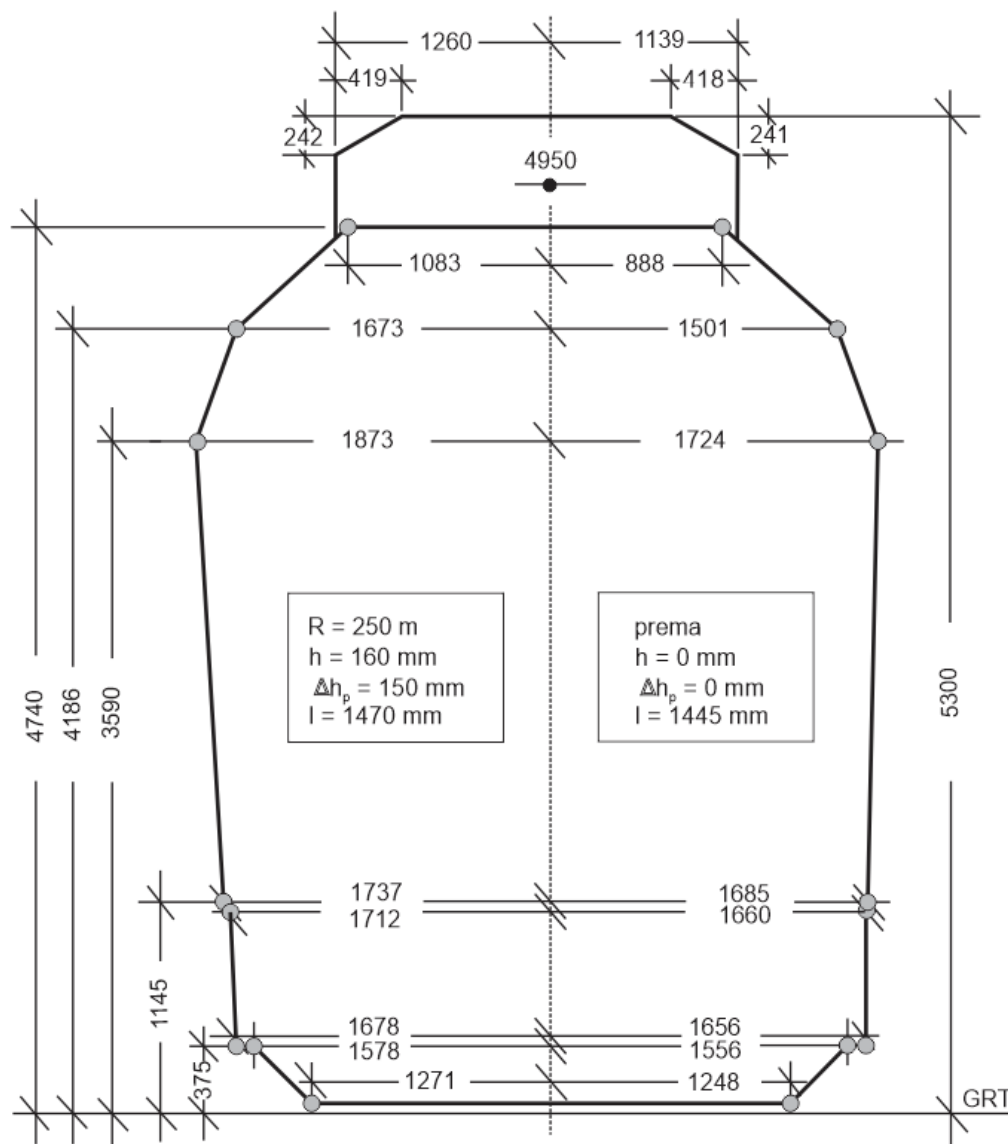
EN Europäische Norm
EU Europäische Union

15 ANHANG 1: Parameterwerte von Zufallsfehlern

Die Werte in der Tabelle entsprechen der Norm SIST EN 15273-3:2013+A1:2016.

		Die Außenseite des gebogenen und geraden Gleises [m]	Innenseite des gebogenen Gleises [m]
Asymmetrie bis zu 1°	Asymmetrische Lastanordnung (T_{charge})	$\tan(T_{charge}) = \tan(0,77^\circ) = \frac{0,4}{1,5} 0,050$	
	Suspensionsungleichgewicht (T_{susp})	$\tan(T_{susp}) = \tan(0,23^\circ) = \frac{0,4}{1,5} 0,015$	
Fahrzeugschwingungen (T_{osc})	Gut gepflegtes Gleis	0,039	0,007
	Andere Routen	0,065	0,013
Höhenverschiebung Schienenpositionen $T_D = \pm 0,015$ m für $V > 80$ km/h	Gleis mit Schotteroberbau	0,015	
	Gleis auf einem nicht- nachgiebigem Untergrund	0,005	
Höhenverschiebung Schienenpositionen $T_D = \pm 0,020$ m für $V \leq 80$ km/h	Gleis mit Schotteroberbau	0,020	
	Gleis auf einem nicht- nachgiebigem Untergrund	0,005	
Verschiebung zwischen zwei Zyklen Wartung T_{voie}	Gleis mit Schotteroberbau	0,025	
	Gleis auf einem nicht- nachgiebigem Untergrund	0,005	

16 ANHANG 2: Mindestlichtraumprofil DE3 für $R \geq 250$ m

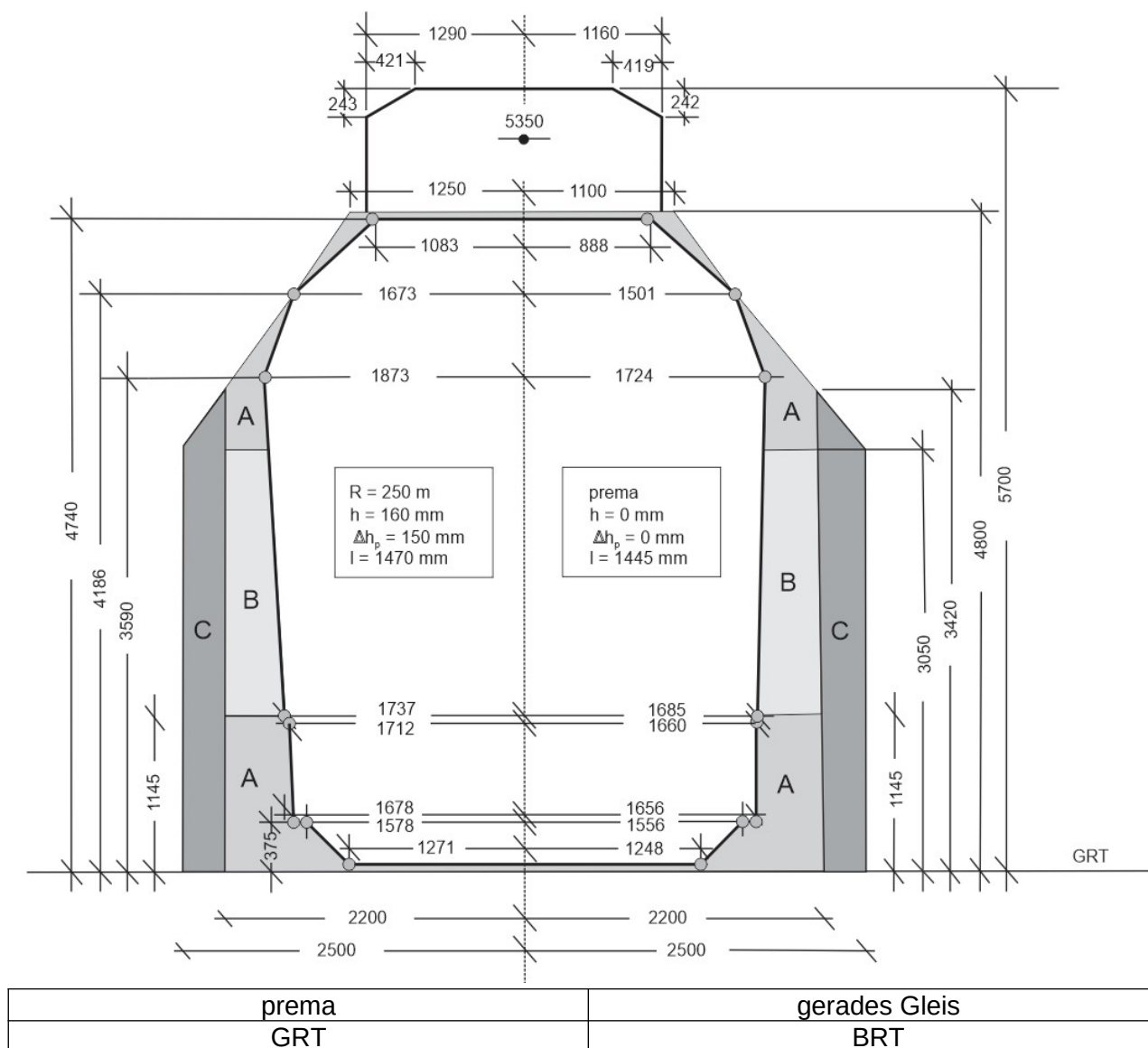


prema	gerades Gleis
GRT	BRT

Die rechte Seite des Mindestlichtraumprofils (minimale Halbwertsbreite) gilt für das gerade Gleis und die Spurweite von 1 445 mm, die linke Seite (mehr Halbwertsbreite) bis zum Radius der Kurve 250 m, die maximal zulässige Überhöhung von 160 mm, der höchstzulässige Überhöhungsfehlbetrag 150 mm und die höchstzulässige Spurweite von 1 470 mm. Die Mindestlichtweite wird unter Berücksichtigung der Bewegungen für sogenannte andere Strecken berechnet und kann auf allen Strecken des slowenischen Eisenbahnnetzes verwendet werden.

Das Mindestlichtraumprofil DE3 ist bei Umrüstungen, Erneuerungen und Wartung bestehender Strecken zu verwenden, wenn die Verwendung eines normalen Lichtraumprofils mit übermäßigen Kosten verbunden wäre.

17 ANHANG 3: Normales DE3-Lichtraumprofil für $R \geq 250$ m



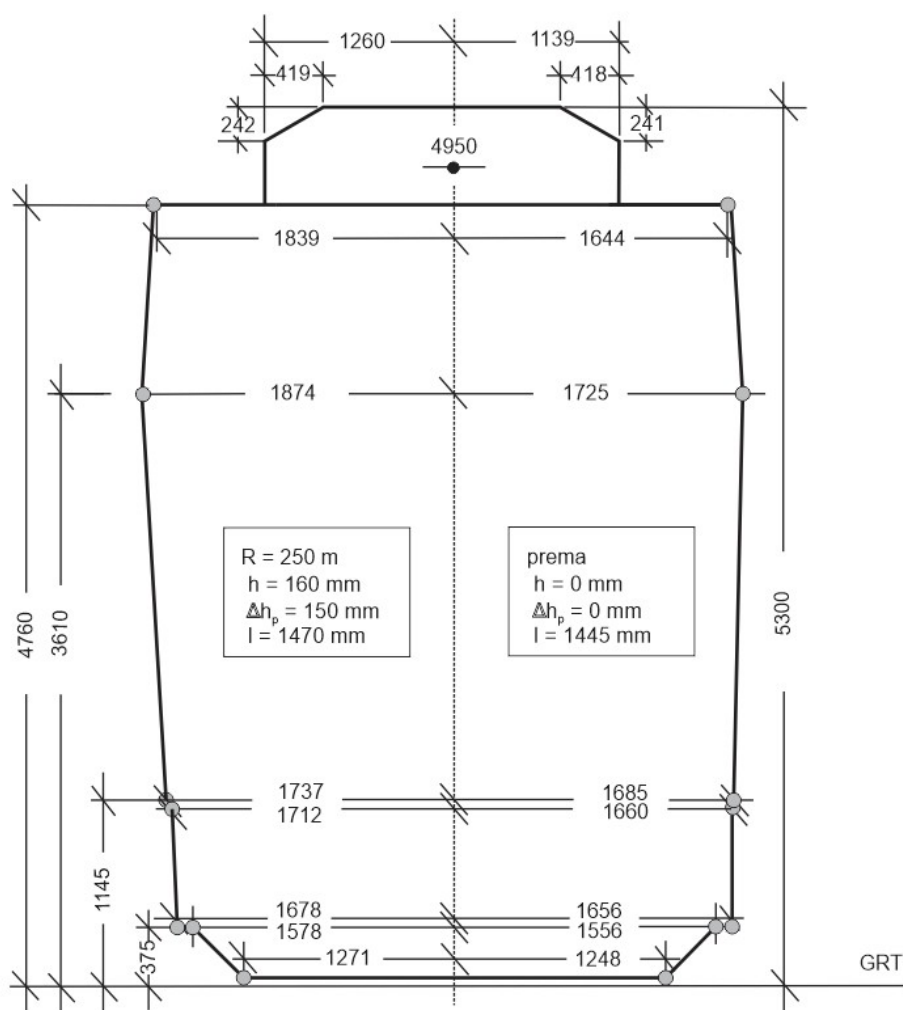
Gebiet A kann sich auf Anlagen und Bauwerke im Zusammenhang mit der Leistung des Schienenverkehrs (Flugzeuge, Laderampen, Rangieranlagen, Signalanlagen) und anderer Objekte und Anlagen bei der Ausführung von Bauarbeiten erstrecken, sofern geeignete Sicherheitsmaßnahmen getroffen werden.

Gebiet B kann sich bei der Ausführung von Bauarbeiten auf vorübergehende Arbeiten erstrecken, sofern geeignete Sicherheitsmaßnahmen vorhanden sind.

Gebiet C kann sich auf Anlagen und Einrichtungen im Zusammenhang mit der Umsetzung des Eisenbahnverkehrs (Straßennetzsäulen, Signalsäulen) auf der offenen Linie, den Hauptstrecken und den für Personenzüge bestimmten Hauptbahngleisen erstrecken.

Das normale DE3 Lichtraumprofil ist bei der Modernisierung, Erneuerung und Instandhaltung bestehender Leitungen zu verwenden, sofern die Platzverhältnisse dies zulassen.

18 ANHANG 4: GC-Mindestlichtraumprofil für $R \geq 250$ m



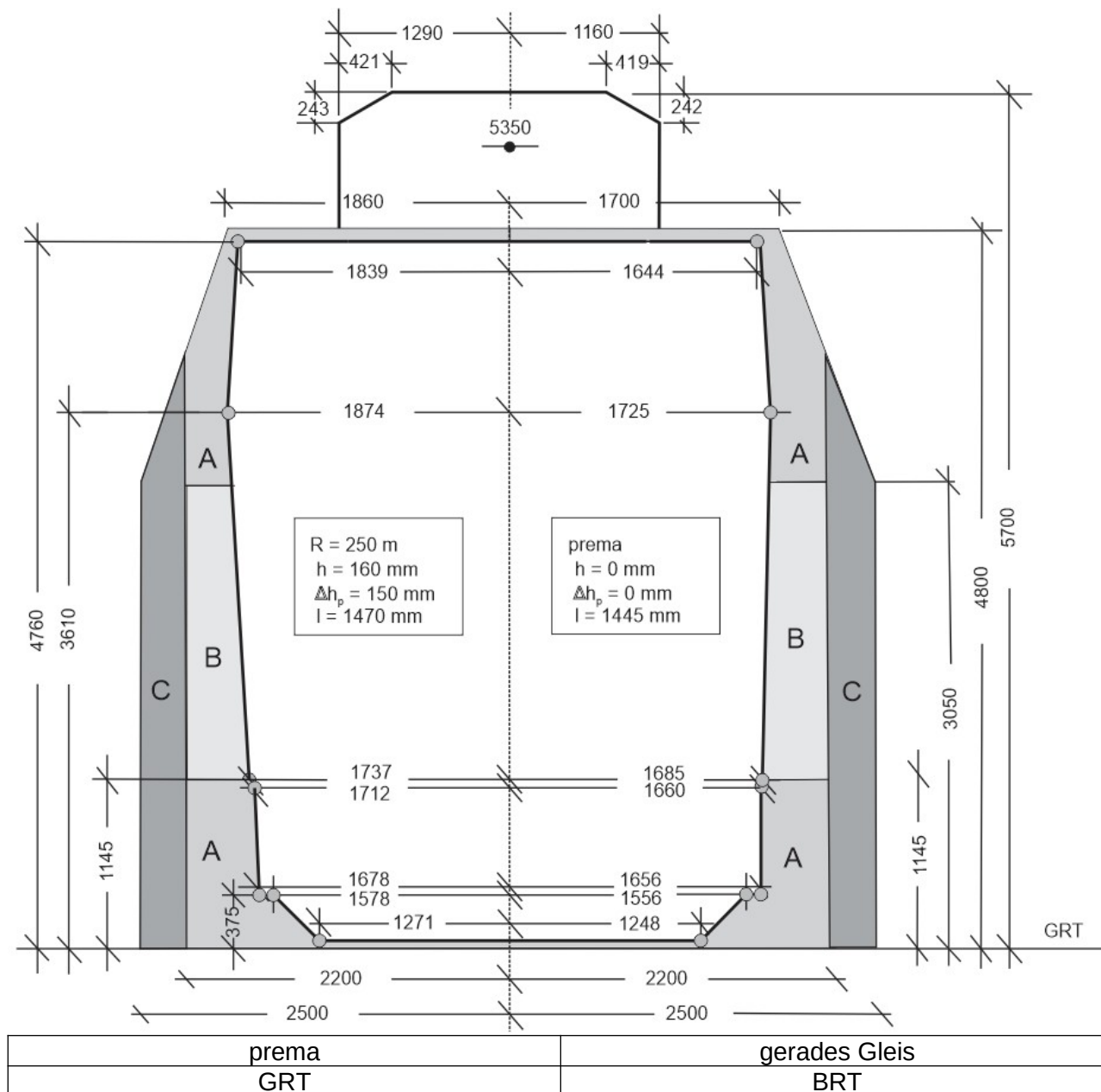
prema	gerades Gleis
GRT	BRT

Die rechte Seite des Mindestlichtraumprofils (minimale Halbwertsbreite) gilt für das gerade Gleis und die Spurweite von 1 445 mm, die linke Seite (mehr Halbwertsbreite) bis zum Radius der Kurve 250 m, die maximal zulässige Überhöhung von 160 mm, der höchstzulässige Überhöhungsfehlbetrag 150 mm und die höchstzulässige Spurweite von 1 470 mm. Die

Mindestlichtweite wird unter Berücksichtigung der Bewegungen für sogenannte andere Strecken berechnet und kann auf allen Strecken des slowenischen Eisenbahnnetzes verwendet werden.

Bei der Modernisierung, Sanierung und Instandhaltung bestehender Leitungen, bei denen die Verwendung eines normalen GC-Profiles zu übermäßigen Kosten führen würde, ist das GC-Mindestlichtraumprofil zu verwenden.

19 ANHANG 5: Normales GC-Lichtraumprofil für $R \geq 250$ m



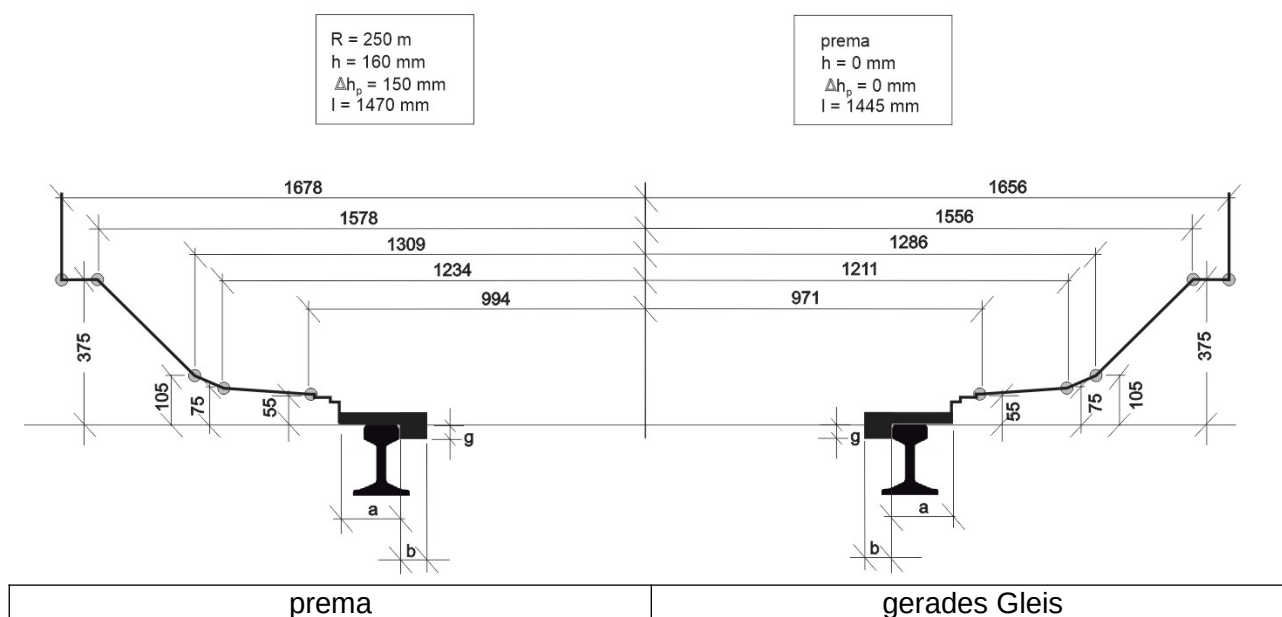
Gebiet A kann sich auf Anlagen und Bauwerke im Zusammenhang mit der Leistung des Schienenverkehrs (Flugzeuge, Laderampen, Rangieranlagen, Signalanlagen) und anderer Objekte und Anlagen bei der Ausführung von Bauarbeiten erstrecken, sofern geeignete Sicherheitsmaßnahmen getroffen werden.

Gebiet B kann sich bei der Ausführung von Bauarbeiten auf vorübergehende Arbeiten erstrecken, sofern geeignete Sicherheitsmaßnahmen vorhanden sind.

Gebiet C kann sich auf Anlagen und Einrichtungen im Zusammenhang mit der Umsetzung des Eisenbahnverkehrs (Straßennetzsäulen, Signalsäulen) auf der offenen Linie, den Hauptstrecken und den für Personenzüge bestimmten Hauptbahngleisen erstrecken.

Das normale GC-Lichtraumprofil wird nur für größere Aufrüstungen und Konstruktionen neuer Linien verwendet.

20 ANHANG 7: Unterer Teil des GI2-Lichtraumprofils für $R \geq 250$ m



- $b = 41$ mm für Schaltschienen
- $b = 45$ mm für Bahnübergänge
- $b = 70$ mm für alle anderen Fälle auf einem geraden Gleis
- $b = 80$ mm für alle anderen Fälle auf einem gebogenen Gleis

Der untere Teil des GI2-Lichtraumprofils gilt für alle Strecken des slowenischen Eisenbahnnetzes, mit Ausnahme von Gleisen an Rangierbahnhöfen mit aktiven Gleisbremsen oder anderen Signalsicherheitseinrichtungen.