

Bijlage F5 PVR (profiel van vrije ruimte) RandstadRail

1. Algemeen

Het profiel van vrije ruimte (PVR) is een optelsom van verschillende factoren die het ruimtebeslag bepalen, dat rijdend materieel nodig heeft. Daarbij wordt rekening gehouden met zowel de afmetingen van materieel in stilstand, van materieel in beweging, de invloed van de railbovenbouw geometrie, de kenmerken van de wiel-rail interactie als de invloeden van toleranties en slijtage van rail en materieel. Het Profiel van Vrije Ruimte is een afgesproken ruimte om het spoor, waarbinnen zonder toestemming geen vaste voorwerpen mogen worden geplaatst. Het risico zou dan bestaan dat tram of trein deze voorwerpen raakt tijdens het voorbijrijden. In bepaalde gevallen en onder speciale condities wordt het wel toegestaan voorwerpen te plaatsen binnen het PVR. Halte perrons zijn daar een bekend voorbeeld van. In principe mogen buiten het PVR wel voorwerpen worden geplaatst, maar altijd dient dit te worden getoetst door de verantwoordelijke instantie. In bepaalde gevallen is het denkbaar dat, bijvoorbeeld omdat anders het zicht van de bestuurder wordt belemmerd, ook direct buiten het PVR geen voorwerpen mogen worden geplaatst (zichtlijnen waarborgen). Omdat het PVR een mathematische omhulling weergeeft, zijn de maten exact, d.w.z. zonder tolerantie. De ontwerper en de bouwer van infrastructuur dienen in de maatvoering dusdanige toleranties te hanteren dat de kans dat infrastructuur binnen het PVR komt te verwaarlozen is.

Uitgangspunt bij het bepalen van het PVR is de inzet van materieel met een breedte van 2,65 m. Dat is de afmeting van het stilstaande voertuig het Statisch Omgrenzings Profiel (SOP). Bij het rijden beweegt het voertuig en neemt dus meer ruimte in. Dat noemen we het Kinematisch Omgrenzings Profiel (KOP). Het materieel dient te voldoen aan een kinematisch omgrenzingsprofiel (KOP). Er is dus nog een toeslag nodig op het KOP dat wordt bepaald door de mogelijk optredende afwijkingen in de Infra. Daaruit volgt een ruimer profiel, het Omgrenzings Profiel voor Vaste Voorwerpen (OPVV). Als dit OPVV gebruikt zou worden als PVR, zou een voertuig dat maximaal gebruik maakt van het kinematisch omgrenzingsprofiel, op een infra die maximale afwijkingen kent, praktisch kunnen raken aan de naast de baan opgestelde vaste voorwerpen. Er zal dus nog een zekere speling moeten worden gegeven, om te voorkomen dat het voertuig in aanraking komt met de vaste voorwerpen. Daarbij komt nog dat de vaste voorwerpen in de praktijk nog wel eens afwijkingen kunnen (gaan) vertonen in hun positie, zodat ook hier een tolerantie zal moeten worden gegeven. Daartoe wordt op het OPVV een toeslag gegeven, afhankelijk van de situatie, die uiteindelijk het Profiel van Vrije Ruimte (PVR) bepaald. Het PVR is bepalend bij het ontwerp van de infrastructuur; het KOP is bepalend bij de aanschaf van materieel.

Er worden drie verschillende profielen van vrije ruimte onderscheiden:

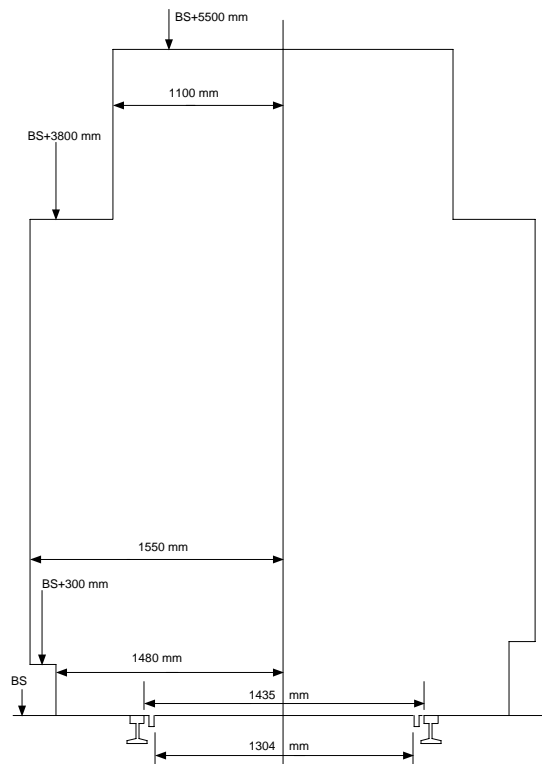
1. het PVR voor baanvakken waar uitsluitend lage vloermaterieel gaat rijden (tracédelen 1 t/m 3, 6, 7, 9 t/m 12);
2. het PVR voor baanvakken waar uitsluitend hoge vloermaterieel gaat rijden: de tracédelen 13, 14 en 15;
3. het PVR voor baanvakken waar al het RandstadRail materieel gaat rijden, het samenlooptraject en het opstel terrein Leidschendam (tracédelen 5, 8, 10, 12).

Hieronder zijn de PVR 's weergegeven met daarbij de tracédelen waarvoor zij van kracht zijn. Alle maten zijn in millimeters. Deze figuren gelden uitsluitend voor rechtstand en voor een baan waar geen snelheidsbeperking geldt en met ballastbed.

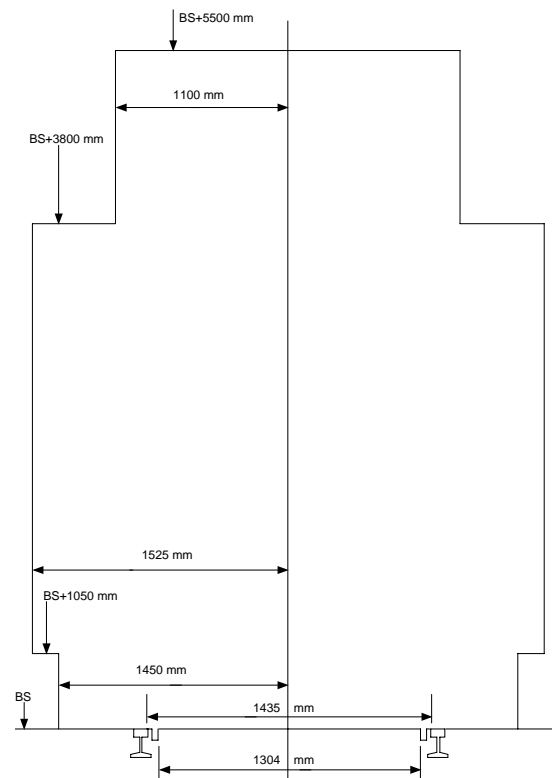
2. PVR in Rechtstand

Het PVR zoals hieronder beschreven laat de plaatsing van voorwerpen direct boven of onder bovenkant spoor binnen het PVR niet toe. In de praktijk zal dit wel nodig zijn. De plaatsing van de voorwerpen zal in die gevallen per geval en locatie in overleg tussen ontwerper en vervoerbedrijven worden bepaald.

Lage vloer: tracédelen 3, 6, 7, 9 t/m 12, voor de tracédelen 1 en 2 geldt dit PVR in principe ook, maar moet op locatie in detail zo nodig met een meetvoertuig het ruimtebeslag van het voertuig worden vastgesteld.



Hoge vloer: tracédelen 13 t/m 15



Samenlooptraject: tracédelen 5, 8 en het opstel terrein Leidschendam (in ieder geval de gezamenlijke sporen voor hoge en lage vloer, op de sporen die alleen voor hoge resp. lage vloer worden gebruikt kan het betreffende PVR worden toegepast)

Het PVR voor de hoge vloer (HV) valt geheel binnen het PVR voor de lage vloer (LV), zodat het PVR voor de lage vloer (LV) ook voor het samenlooptraject geldt.

Dubbel spoor: In het geval van dubbel spoor is het mogelijk om twee PVR-en tegen elkaar aan te leggen, aangezien toeslagen voor slijtage, ontwerpafwijkingen, etc. al in het PVR zijn opgenomen (in aanvulling op het statische en dynamische omgrenzingsprofiel). Indien tussen de sporen in voorzieningen zijn voorzien, dienen de sporen verder uit elkaar gelegd te worden. Het PVR kan direct tegen de voorziening worden aangelegd.

3. Halten

Bij haltes zijn reducties op deze maten mogelijk waarbij er nog keuzes zijn, afhankelijk van de constructie die wordt gekozen.

Bij een snelheidsbeperking van 40 km/h op de halte heeft HTM berekend dat op 30 cm hoogte voor alleen lage vloer de afstand hart spoor perronrand 1368 mm (bij directe bevestiging) en 1393 mm (bij ballastspoor) bedraagt. Voor hoge vloer zijn deze maten (bron RET) 1400 mm (bij directe bevestiging) en 1450 mm (bij ballastspoor). Voor het samenlooptraject zijn dat dezelfde maten met uitzondering van de maat op 1 meter hoogte bij directe bevestiging, die wordt 1403 mm.

Opmerking:

Bij de hierboven beschreven maten voldoen de spleetbreedtes in een aantal gevallen niet aan de PvE-eis in art 4.1.3.5, n.l. < 6 cm. Hiervoor is de volgende oplossing: in alle gevallen worden de halteperrons gebouwd met een afstand tot hart spoor van 1400 mm, mits zij gelegen zijn in rechtstand. De minimaal mogelijke spleet kan worden ingesteld door middel van een strip, bij voorkeur aan de zijkant voorzien van rubber. Nadat het rijgedrag van het voertuig in kaart is gebracht, kan eventueel door het aanbrengen van een bredere strip, de haltespleet verder worden gereduceerd.

4. Bogen

In geval van bogen zijn toeslagen vereist. Deze zijn afhankelijk van het type materieel en de boogstraal.

4.1 Lage vloer-materieel:

De waarden tussen haken in de kolom 'Uitslag buiten' geldt voor boogstralen tot en met $R = 50$ m, op een hoogte tussen 1895 mm +BS en 2550 mm +BS. Deze volgen uit de uitslag van de (ingeklapte) buitenspiegel. De technische horizontale boogstraal moet groter zijn dan 25 meter ($R_h > 25$ m).

Boogstraal R (m)	Uitslag binnenzijde (mm) t.o.v. hart spoor	Uitslag buitenzijde (mm) t.o.v. hart spoor
20	1950	2131 (+ 169 = 2300)
21	1929	2088 (+ 157 = 2245)
22	1911	2052 (+ 147 = 2199)
23	1894	2027 (+ 139 = 2166)
24	1879	2008 (+ 132 = 2140)
25	1864	1991 (+ 126 = 2117)
30	1808	1922 (+ 95 = 2017)
35	1768	1873 (+ 73 = 1946)
40	1738	1835 (+ 56 = 1891)
45	1714	1806 (+ 43 = 1849)
50	1696	1783 (+ 32 = 1815)
60	1668	1747
70	1648	1722
80	1633	1703
90	1622	1688
100	1612	1677
110	1605	1667
120	1598	1659
130	1593	1652
140	1588	1646
150	1585	1641
200	1585	1623
300	1584	1594

400	1577	1585
500	1573	1579
1000	1564	1569
1500	1562	1565
∞	1550	1550

Tabel 1. Waarden PVR voor hoogten tussen 300 mm +BS en 3800 mm +BS voor lage vloermaterieel

Voor het gebied op een hoogte tussen 0 mm +BS en 300 mm +BS geldt onderstaande tabel. De waarden zijn verkregen door het toepassen van reducties: 35 mm (treeplank zit verder naar binnen (1290 mm) dan de wagenbak op het breedste punt (1325 mm), geen hellingshoek van vaste voorwerpen meerekenen (marge wordt 20 mm i.p.v. 39 mm, correctie 19 mm), minder marge nodig voor invloed infra vanwege lagere hoogte boven BS, scheelt tweemaal 8 mm. Totale reductie 35 + 19 + 8 + 8 = 70 mm.

De waarde voor de uitslag binnen bij R=200 m wijkt in de Excel sheet af, vanwege de sprong in de veiligheidsmarge, in onderstaande tabel is deze waarde aangepast omwille van een continue verloop.

Ten opzichte van tabel 1 zijn de waarden 70 mm lager:

Boogstraal R (m)	Uitslag binnenzijde (mm) t.o.v. hart spoor	Uitslag buitenzijde (mm) t.o.v. hart spoor
20	1880	2061
21	1859	2018
22	1841	1982
23	1824	1957
24	1809	1938
25	1794	1921
30	1738	1852
35	1698	1803
40	1668	1765
45	1644	1736
50	1626	1713
60	1598	1677
70	1578	1652
80	1563	1633
90	1552	1618
100	1542	1607
110	1535	1597
120	1528	1589
130	1523	1582
140	1518	1576
150	1515	1571
200	1515	1553
300	1514	1524
400	1507	1515
500	1503	1509
1000	1494	1499
1500	1492	1495
∞	1480	1480

Tabel 2. Waarden PVR voor hoogten tussen 0 mm +BS en 300 mm +BS voor lagevloer materieel

Voor het gebied tussen 3800 mm +BS en 5500 mm +BS geldt een afstand van 1100 mm aan binnen- en buitenzijde voor zowel spoor in rechtstand als in een boog. In dit profiel is voldoende ruimte voor de stroomafnemer om de bakbewegingen te volgen, inclusief rollen ten gevolge van een centripetale versnelling (in bogen) en windbelasting. (de stroomafnemer staat ter hoogte van een draaistel, het midden van het draaistel zit onder het midden van het sleepstuk. Bij een rotatie van de bak ten opzichte van het draaistel zal

ook de stroomafnemer in gelijke mate roteren ten opzichte van het draaistel en bijna in gelijke mate met het spoor. De uitslag van de sleper ten opzichte van hart spoor zal dan kleiner worden. In feite is de rechtstand hier maatgevend).

Opmerkingen:

- De hierboven gegeven waarden voor het PVR zijn gebaseerd op spoor in ballast, de gebruikte toleranties houden hier rekening mee. In geval er sprake is van bijzonder weinig constructieruimte is het mogelijk het PVR te reduceren door toepassing van een directe spoorbevestiging. In dat geval dient te worden aangetoond dat met een kleiner PVR kan worden volstaan.
- Bij het in- en uitrijden van krappe bogen heeft het voertuig in de ervoor en erna volgende rechtstand meer ruimte nodig. Daarom moet 20 meter voor en na een boog een ruimer PVR te hanteren, per locatie vast te stellen.

4.2 Hoge vloer-materieel:

De technische horizontale boogstraal moet groter zijn dan 150 meter ($R_h > 150\text{m}$).

	150 m	200 m	250 m
Hoge vloer materieel binnenbocht	+64 mm	+10 mm	0
Hoge vloer materieel buitenbocht	+64 mm	+10 mm	0

Tabel 3. Toeslagen voor spoorafstand in bogen (mm) voor hoge vloermaterieel

4.3 Samenlooptraject

Op het samenlooptraject worden de waarden van de lage vloer toegepast. De technische horizontale boogstraal moet groter zijn dan 150 meter ($R_h > 150\text{m}$).

Bron: *Randstad Rail - Profiel van Vrije Ruimte, Versie 1.1 d.d.13 oktober 2004*
Auteur: *Peter Scheepmaker, HTM*