



Assetmanagement

## Technische vraagspecificatie

Correctief bewerken van spoorstaven ~~en wissels~~, 202~~43~~  
2026

Beherende instantie: AM  
Inhoud verantwoordelijke: Bart Schotsman  
Status: Definitief

|                                                      |                                   |                 |
|------------------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------|
| Datum van kracht:<br><b><del>0112-064-2023</del></b> | Versie:<br><b><del>0013</del></b> | Documentnummer: |
|------------------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------|

© 2023 Behoudens de in of krachtens de Auteurswet 1912 gestelde uitzonderingen mag niets uit deze uitgave worden vervoelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder de voorafgaande schriftelijke toestemming van de auteur.

© 2023 Apart from the exceptions in or by virtue of the 1912 copyright law no part of this document may be reproduced or published by print, photocopying, microfilm or any other means without written permission from the author.

model versie 2010

## INHOUD

|                                                                                |             |
|--------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>Revisiegegevens.....</b>                                                    | <b>54</b>   |
| <b>Algemeen.....</b>                                                           | <b>65</b>   |
| Toepassingsgebied.....                                                         | 65          |
| Gebruikte documenten.....                                                      | 76          |
| Spoorstaafprofielen en inbouwhoek.....                                         | 76          |
| Zones, referentiepunten.....                                                   | 87          |
| Overige definities.....                                                        | 87          |
| <b>Algemene eisen.....</b>                                                     | <b>109</b>  |
| Langsprofiel (longitudinal profile).....                                       | 109         |
| Oppervlakte ruwheid (Surface roughness).....                                   | 1140        |
| Visuele inspectie (Visual appearance).....                                     | 1244        |
| Dwarsprofiel (Transversal profile).....                                        | 1413        |
| Karakteristieke lengte van het beweringsproces.....                            | 1514        |
| Materiaalstructuur oppervlak.....                                              | 1544        |
| <b>Metingen, steekproeven en frequenties.....</b>                              | <b>1615</b> |
| <b>Slijpresten, freesspanen.....</b>                                           | <b>1615</b> |
| <b>Correctief bewerken bijzondere constructies en locaties.....</b>            | <b>1716</b> |
| <b>Correctief bewerken: specifieke eisen bij wissels.....</b>                  | <b>1817</b> |
| <b>Correctief Bewerken: aanvullende eisen aan uitvoering en resultaat.....</b> | <b>1918</b> |
| Oplevering.....                                                                | 1918        |
| <b>Correctief Frezen: aanvullende eisen aan uitvoering en resultaat.....</b>   | <b>1918</b> |
| <b>Correctief slijpen: aanvullende eisen aan uitvoering en resultaat.....</b>  | <b>2019</b> |
| <b>Certificering van het beweringsproces.....</b>                              | <b>2220</b> |
| Certificeren.....                                                              | 2220        |
| Instandhouden certificaat.....                                                 | 2321        |
| <b>Gereedmelding van het werk.....</b>                                         | <b>2422</b> |
| Documentatie.....                                                              | 2422        |
| Continue metingen.....                                                         | 2422        |
| Puntmetingen.....                                                              | 2422        |
| <b>Bijlage 1: Certificering en auditering.....</b>                             | <b>2523</b> |
| Scope van certificering.....                                                   | 2523        |

|                                                                                         |             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Beproevingen ten behoeve van afgifte van het certificaat .....                          | 2624        |
| Documentatie t.b.v. certificering .....                                                 | 2927        |
| Auditering voor instandhouding van het certificaat .....                                | 3027        |
| Scenario 1: Jaarlijkse audit of na groot onderhoud .....                                | 3027        |
| Scenario 2a: Klantwissel 1 .....                                                        | 3028        |
| Scenario 2b: Klantwissel 2 .....                                                        | 3229        |
| Scenario 3: Hercertificering bij wijziging kritische parameter door Opdrachtnemer ..... | 3229        |
| <b>Bijslage 2: Werkwijze opgave correctief werk en profielslijtage. ....</b>            | <b>3339</b> |
| <b>Revisiegegevens .....</b>                                                            | <b>4</b>    |
| <b>Algemeen - 5</b>                                                                     |             |
| Toepassingsgebied .....                                                                 | 5           |
| Gebruikte documenten .....                                                              | 6           |
| Spoorstaafprofielen en inbouwhoek .....                                                 | 6           |
| Zones, referentiepunten .....                                                           | 7           |
| Overige definities .....                                                                | 7           |
| <b>Algemene eisen .....</b>                                                             | <b>9</b>    |
| Langsprofiel (longitudinal profile) .....                                               | 9           |
| Oppervlakte ruwheid (Surface roughness) .....                                           | 10          |
| Visuele inspectie (Visual appearance) .....                                             | 11          |
| Dwarsprofiel (Transversal profile) .....                                                | 13          |
| Karakteristieke lengte van het beweringsproces .....                                    | 14          |
| Materiaalstructuur oppervlak .....                                                      | 14          |
| <b>Metingen, steekproeven en frequenties .....</b>                                      | <b>15</b>   |
| <b>Afval: slijpresten, freesspanen .....</b>                                            | <b>15</b>   |
| <b>Correctief bewerken bijzondere constructies en locaties .....</b>                    | <b>16</b>   |
| <b>Correctief bewerken: specifieke eisen bij wissels .....</b>                          | <b>17</b>   |
| <b>Correctief Bewerken: aanvullende eisen aan uitvoering en resultaat .....</b>         | <b>18</b>   |
| Oplevering 18                                                                           |             |
| <b>Correctief Frezen: aanvullende eisen aan uitvoering en resultaat .....</b>           | <b>18</b>   |
| <b>Correctief slijpen: aanvullende eisen aan uitvoering en resultaat .....</b>          | <b>19</b>   |
| <b>Certificering van het beweringsproces .....</b>                                      | <b>20</b>   |
| Certificeren 20                                                                         |             |
| Instandhouden certificaat .....                                                         | 21          |

|                                                                                                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| heeft opmaak toegepast: Standaardalinea-lettertype, Lettertype: Vet, Spelling en grammatica controleren |
| heeft opmaak toegepast: Standaardalinea-lettertype, Lettertype: Vet, Spelling en grammatica controleren |
| heeft opmaak toegepast: Standaardalinea-lettertype                                                      |
| heeft opmaak toegepast: Standaardalinea-lettertype                                                      |
| heeft opmaak toegepast: Standaardalinea-lettertype                                                      |
| heeft opmaak toegepast: Standaardalinea-lettertype                                                      |
| heeft opmaak toegepast: Standaardalinea-lettertype, Lettertype: Vet, Spelling en grammatica controleren |
| heeft opmaak toegepast: Standaardalinea-lettertype                                                      |
| heeft opmaak toegepast: Standaardalinea-lettertype                                                      |
| heeft opmaak toegepast: Standaardalinea-lettertype                                                      |
| heeft opmaak toegepast: Standaardalinea-lettertype                                                      |
| heeft opmaak toegepast: Standaardalinea-lettertype, Lettertype: Vet, Spelling en grammatica controleren |
| heeft opmaak toegepast: Standaardalinea-lettertype, Lettertype: Vet, Spelling en grammatica controleren |
| heeft opmaak toegepast: Standaardalinea-lettertype, Lettertype: Vet, Spelling en grammatica controleren |
| heeft opmaak toegepast: Standaardalinea-lettertype, Lettertype: Vet, Spelling en grammatica controleren |
| heeft opmaak toegepast: Standaardalinea-lettertype                                                      |
| heeft opmaak toegepast: Standaardalinea-lettertype, Lettertype: Vet, Spelling en grammatica controleren |
| heeft opmaak toegepast: Standaardalinea-lettertype, Lettertype: Vet, Spelling en grammatica controleren |
| heeft opmaak toegepast: Standaardalinea-lettertype                                                      |
| heeft opmaak toegepast: Standaardalinea-lettertype                                                      |

Gereedmelding van het werk ..... 22

Documentatie ..... 22

Continue metingen ..... 22

Puntmetingen ..... 22

Annex 1: Certificering en auditering ..... 23

Scope van certificering ..... 23

Beproevingen ten behoeve van afgifte van het certificaat ..... 24

Documentatie t.b.v. certificering ..... 27

Auditering voor instandhouding van het certificaat ..... 27

Scenario 1: Jaarlijkse audit of na groot onderhoud ..... 27

Scenario 2a: Klantwissel 1 ..... 28

Scenario 2b: Klantwissel 2 ..... 29

Scenario 3: Hercertificering bij wijziging kritische parameter door Opdrachtnemer ..... 29

Annex 2: Werkwijze opgave correctief werk en profielslijtage ..... 30

- heeft opmaak toegepast: Standaardalinea-lettertype, Lettertype: Vet, Spelling en grammatica controleren
- heeft opmaak toegepast: Standaardalinea-lettertype
- heeft opmaak toegepast: Standaardalinea-lettertype
- heeft opmaak toegepast: Standaardalinea-lettertype
- heeft opmaak toegepast: Standaardalinea-lettertype, Lettertype: Vet, Nederlands (standaard), Spelling en grammatica controleren
- heeft opmaak toegepast: Standaardalinea-lettertype
- heeft opmaak toegepast: Standaardalinea-lettertype
- heeft opmaak toegepast: Standaardalinea-lettertype
- heeft opmaak toegepast: Standaardalinea-lettertype
- heeft opmaak toegepast: Standaardalinea-lettertype
- heeft opmaak toegepast: Standaardalinea-lettertype, Lettertype: Vet, Spelling en grammatica controleren

## Revisiegegevens

| Datum            | Versie     | Hoofdstuk/<br>paragraaf | Wijziging                                                                                           |
|------------------|------------|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 12-04-'23        | 001        |                         | Initiële versie.                                                                                    |
| 16-05-'23        | 002        | Eis 8                   | <u>Meetpositie gewijzigd n.a.v. Nvl 1</u>                                                           |
|                  |            | <u>Eis 20/21</u>        | <u>Klasse Q met +0.3/-0.3 tolerantieverdeling. Gewijzigd n.a.v. Nvl 1</u>                           |
|                  |            | <u>Eis 31</u>           | <u>Verplaatst naar het procesdeel van het contract.</u>                                             |
|                  |            | <u>Eis 38</u>           | <u>Verwijzing naar wissels verwijderd.</u>                                                          |
|                  |            | <u>Eis 58</u>           | <u>Verwijzing naar de Eis 57 (foutieve verwijzing hersteld)</u>                                     |
|                  |            | A2                      | Enkele verwijzingen                                                                                 |
| <u>01-06-'23</u> | <u>003</u> | <u>Wissels</u>          | <u>Eisen t.a.v. slijpen en frezen van wissels zijn verwijderd</u>                                   |
|                  |            | <u>Eis 55-57</u>        | <u>Vervallen. Eisen 56 en 57 worden onderdeel van de beoordeling van het slijpontwerp (eis 58).</u> |
|                  |            | <u>Eis 58</u>           | <u>Toevoegen van een toelichting</u>                                                                |

## Algemeen

Dit document beschrijft de technische eisen voor de volgende processen:

Correctief bewerken van spoorstaven-~~en wissels~~:

- Verwijderen van RCF- en Stud-scheurvorming;
- Herprofilering;
- Herstel golfslijtage.

In elke van deze onderdelen worden eisen geformuleerd voor o.a.

- het bewerkingsproces;
- resultaat van het bewerkingsproces;
- de uitvoerende opdrachtnemer (ON);
- de gebruikte systemen en middelen;
- certificering- en auditproces.

Dit document moet gezien worden in samenhang met de volgende documenten:

- de aanbestedingsleidraad.
- de raamovereenkomst.
- de technische vraagspecificatie, (dit document).
- de vraagspecificatie, deel II Procesdeel.

## Toepassingsgebied

Correctief bewerken van spoorstaven:

- Verwijderen van RCF- en Stud-scheurvorming;
- Herprofilering;
- Herstel golfslijtage.

### Gebruikte documenten

Deze vraagspecificatie heeft de volgende documenten gebruikt als brondocumenten:

- [1] RLN00065-2, versie 002, Mechanische oppervlaktebewerkingen spoorstaven, 01-02-2019, Bart Schotsman.
- [2] NEN-EN 13231-2:2020, Railtoepassingen – bovenbouw – aanvaarding van werk – deel 2: aanvaarding van herprofileringswerk van spoorstaven in lopend spoor, wissels, kruisingen en compensatie-inrichtingen.
- [3] NEN-EN 15610: 2019, Railtoepassingen – Geluidsemissie – Meting van de railruwheid gerelateerd aan generatie van rolgeluid.
- [4] ISO 4287, “Geometrische productspecificaties (GPS) – Oppervlaktegesteldheid: Profielmethode – Termen, definities en parameters voor de oppervlaktegesteldheid.
- [5] NEN-EN13674-1:2011+A1:2017, “Railtoepassingen – Bovenbouw – Rail – Deel 1: Vignole spoorwegrails 46 kg/m en daarboven”.
- [6] Acceptatieprotocol “Referentiekader voor norm opruimen slijpresten (brokken + slijpsel + slijpstof), 08-09-2016, versie 001.
- [7] RLN00065-1, versie 007 “Mechanisch bewerking van bovenbouwconstructies met lichte machines, 30-06-2021.
- [8] IHS00001-1-V002, Spoor Deel 1: onderhoudswaarden, interventie-waarden, onmiddellijke actiewaarden, 30-06-2021.
- [9] IHS00002-1-V002, Wissels en kruisingen, Deel 1: onderhoudswaarden, interventiewaarden, onmiddellijke actiewaarden, 30-06-2021.

### Spoorstaafprofielen en inbouwhoek

De processen beschreven in dit document zijn van toepassing op alle spoorstaafprofielen en materialen welke door ProRail in spoorconstructies zijn of worden toegepast. Deze zijn weergegeven in tabel 1 en tabel 2.

TABEL 1: HUIDIG TOEGEPASTE PROFIELEN EN INBOUWHOEK

| Profielen bogen    |                                      | Inbouwhoek |
|--------------------|--------------------------------------|------------|
| Bovenbeen          | Onderbeen*                           |            |
| NP46E3             | NP46E3                               | 1:20, 1:40 |
| UIC54E5 (54E1 AHC) | UIC54E1<br>UIC54E5 bij $r < = 500$ m | 1:40       |
| UIC60E2            | UIC60E2                              | 1:40       |

\*Het profiel van het onderbeen op beide benen in rechtstand

TABEL 2: HUIDIG TOEGEPASTE EN AANWEZIGE MATERIALEN

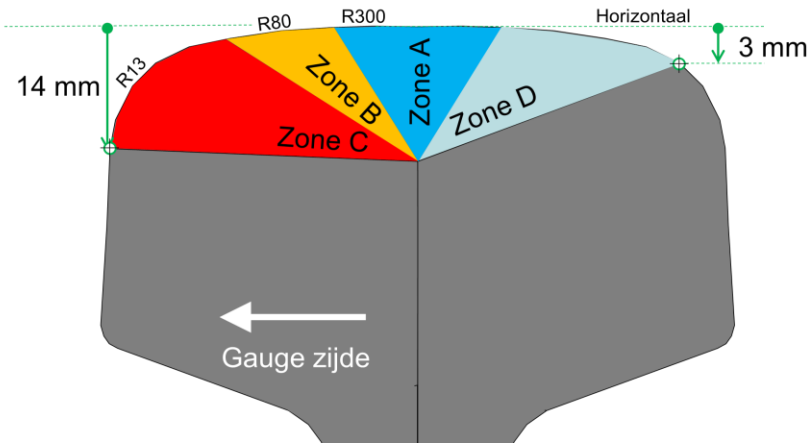
| Materialen |                           |
|------------|---------------------------|
| Groep A    | Standaard: R220, R260(Mn) |
| Groep B    | Premium: R350HT, R370CrHT |

Zones, referentiepunten

In tabel 3 en figuur 1 zijn de gedefinieerde slijp- en freeszones weergegeven. De positionering en de benaming van de zones komen per profiel overeen met de boogsegmenten uit het profielontwerp zoals is weergegeven in de NEN-EN13674-1, annex A.

TABEL 3: ZONES EN DEFINITIE

| Zone | Naam        | Definitie                                      | Referentie, NEN-EN13674-1 Annex A     |
|------|-------------|------------------------------------------------|---------------------------------------|
| C    | R13         | R13                                            | R13 (R16 UIC60E2)                     |
| B    | AHC-zone    | R80, AHC zone                                  | Gebied B – A, rijkant, (R70, UIC60E2) |
| A    | Top of rail | R300                                           | Gebied A, R300, R200 (UIC60E2)        |
| D    | Veldzijde   | Aansluitend aan A, tot 3 mm onder top of rail. |                                       |



FIGUUR 1: ZONES

Overige definities

| Term                | Verklaring                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| AHC                 | Anti Head Check                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| AHC-zone            | Verlaagde schouder (zone B) van boogspoorstaven ter voorkoming van Head Check ontwikkeling                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| CI                  | Certificerende instelling                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Correctief bewerken | Bewerking om spoorstaafdefecten te verwijderen en te herprofilen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Cyclisch bewerken   | Geplande bewerking voor RCF-preventie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| EC                  | Eddy current meettechniek                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Facetten            | Een vlak, met discrete overgang, in langsrichting van de spoorstaaf                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Golfslijtage        | Een specifieke slijtagevorm waarbij golving in de rijspiegel ontstaat.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Herprofilering      | Herstel van het spoorstaafkopp profiel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Metingen            | Alle visuele inspecties en metingen zoals benoemd in dit document                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| OG                  | Opdrachtgever                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| ON                  | Opdrachtnemer                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| MGT                 | Gepasseerd tonnage in Mega Gross Tons, berekend volgens UIC-fiche 714                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| PVR                 | Profiel van vrije ruimte                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <u>Slijpontwerp</u> | <u>Het slijpontwerp is een locatie specifieke aanpak voor het correctief verwijderen van spoorstaafschade en herstel van het spoorstaafprofiel. Met de aanpak wordt, voorafgaand aan de uitvoering van het werk, aangetoond dat, bij oplevering, aan alle gespecificeerde eisen wordt voldaan.</u><br><br><u>Het slijpontwerp is uitgewerkt tot het detailniveau van de slijppass, waarmee wordt aangetoond dat het slijpproces beheerst is.</u> |
| SSCS                | Spoorstaaf conditioneringssystemen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| TOR                 | Top of rail; Bovenzijde spoorstaaf                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| WEL                 | White etching layer; martensitische structuur als gevolg van wielslip of mechanische bewerking                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Wissel              | Een wissel start bij de voorlas en eindigt bij de achterlas.<br>De lengte van een wissel wordt gedefinieerd door de LT van het bijbehorende tekening-nummer van het wissel. Zie hiervoor OVS00056-6.1 of BID00021-1                                                                                                                                                                                                                              |

heeft opmaak toegepast: Lettertype: (Standaard) +Hoofdstekst (Calibri)

Met opmaak: Regelafstand: Meerdere 1,1 rg

heeft opmaak toegepast: Lettertype: (Standaard) Arial

Algemene eisen

In dit hoofdstuk worden de eisen beschreven die gelden voor de volgende processen:

- 1. Het proces van slijpen en frezen voor het verwijderen van defecten met behulp van slijp- en freestritten (correctief bewerken);
- 2. Herprofilering van de spoorstaafkop.

Langsprofiel (longitudinal profile)

Eis 1: Langsprofiel dient te voldoen aan klasse 1

Het langsprofiel dient te voldoen aan de acceptatie eisen uit de EN13231-2, paragraaf 4.3, tabel 2, klasse 1.

Eis 2: Peak-to-peak limits langsprofiel

De maximale peak-to-peak limits uit tabel 4 dienen te worden gehanteerd.

TABEL 4: PEAK-TO-PEAK LIMITS IN MM PER GOLFLENGTEBEREIK EN MATERIAALGROEP

|                        | Golflengte bereik |           |            |             |
|------------------------|-------------------|-----------|------------|-------------|
| Peak-to-peak (max)(mm) | 10-30 mm          | 30-100 mm | 100-300 mm | 300-1000 mm |
| Groep A*               | +/-0,010          | +/-0,010  | +/-0,015   | +/-0,075    |
| Groep B*               | +/-0,007          | +/-0,007  | +/-0,010   | +/-0,050    |

\*Materiaalgroep uit tabel 2: Huidig toegepaste en aanwezige materialen

Eis 3: Meting met gekalibreerd meetinstrument.

Het meetinstrument dient aantoonbaar compliant te zijn met de NEN-EN 13231-2 en de metingen dienen uitgevoerd te worden met een gekalibreerd meetinstrument.

Eis 4: Percentage overschrijding in het meetrapport

Bij oplevering van het werk dient in de rapportage het percentage overschrijding van de peak-to-peak limiet vermeld te worden.

Eis 5: Overgang onbewerkte naar bewerkte spoorstaaf

Na bewerking dient de inloop, van onbewerkt naar bewerkte spoorstaaf, minimaal 1:1000 te zijn. Zowel horizontaal als verticaal.

### Oppervlakte ruwheid (Surface roughness)

#### Eis 6: De toegestane oppervlakteruwheid

De toegestane oppervlakteruwheid is  $R_a = 6.0 \mu\text{m}$  en  $R_v = 18.0 \mu\text{m}$ . Aan beide dient te worden voldaan.

#### Eis 7: Meting volgens ISO4287

De meetinstellingen volgens ISO4287 dienen te worden toegepast.

#### Eis 8: Ruwheidsmeting op 2 facetten

De gemiddelde oppervlakteruwheid ( $R_a$ ) en valleydiepte  $R_v$  dienen op twee facetten te worden gemeten: 1 facet in zone ~~C-B~~, zo dicht mogelijk bij de overgang naar zone C, en 1 facet in zone A ~~of B~~.

#### Eis 9: aantal metingen

Er dienen 6 aansluitende metingen per facet te worden uitgevoerd.

#### Eis 10: Afkeur

Afkeur wanneer  $R_a > 6.0 \mu\text{m}$  of  $R_v > 18.0 \mu\text{m}$  voor 1 van de metingen.

De afkeurwaarde is weergegeven in tabel 5.

#### Eis 11: Rasterlijn indien geen facetten

Wanneer het bewerkingsproces geen facetten aanbrengt dient in zone ~~B-C~~ en zone A ~~of B~~, voor de meting, een rasterlijn te worden aangebracht waarlangs de meting plaatsvindt

TABEL 5: BEOORDELING OPPERVLAKTE RUWHEID

| Parameter                               | Locatie                                       | Aantal metingen       | Afkeurwaarde                            |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------|-----------------------------------------|
| Maximale $R_a$ -waarde                  | Zone <del>C-B</del> en zone A <del>of B</del> | 12: 2 x 6 aansluitend | Alle 6 metingen<br>=>6.0 $\mu\text{m}$  |
| Maximale $R_v$ -waarde (profiel-diepte) | Zone <del>C-B</del> en zone A <del>of B</del> | 12: 2 x 6 aansluitend | Alle 6 metingen<br>=>18.0 $\mu\text{m}$ |

#### Eis 12: Maximale tijdspanne tussen correctieve bewerking en ruwheidsmeting

De meting dient direct na uitvoering van de correctieve bewerking te worden uitgevoerd. Indien dit niet mogelijk is in ieder geval binnen 0,3 MGT gepasseerd tonnage waarbij er in minimaal 1 van de twee gemeten facetten geen wiel-rail contact is geweest.

## Visuele inspectie (Visual appearance)

**Eis 13:** Verkleuring als gevolg van de bewerking is zeer beperkt toegestaan

Lichte, niet continue verkleuring, is lokaal toegestaan.



FIG 2: BEWERKT OPPERVLAKE MET TOEGESTANE LICHT VERKLEURING

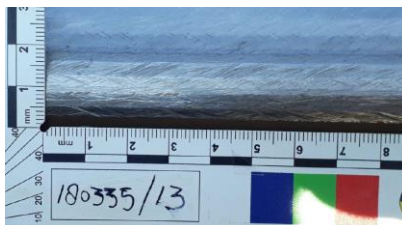


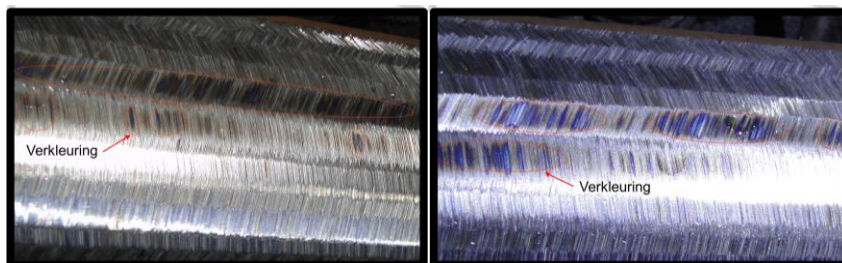
FIG 3: BEWERKT OPPERVLAKE MET TOEGESTANE LICHT VERKLEURING (ZELFDE ALS IN FIG 2)

**Eis 14:** Verkleuring waarbij het werk afgekeurd

Afkeur van het werk vindt plaats wanneer het bewerkte oppervlak zwart (burn) of helder blauw kleurt. Zie voorbeelden in figuur 4.

**Eis 15:** Inspectie op handafstand

Visuele beoordeling van het spoorstaafoppervlak dient op handafstand bij strijklucht plaats te vinden.



FIGUUR 4: VOORBEELDEN VAN DIRECTE AFKEUR. ZWARTE SLIJPGROEVEN (LINKS), HELDER BLAUW IN SLIJPGROEVEN (RECHTS).

## Eis 16: Imperfecties niet dieper dan 0,1 mm

Imperfecties (putten, deuken, imprints van chips, etc.) in het oppervlak als gevolg van de bewerking mogen niet dieper zijn dan 0,1 mm en maximaal 1x per 10 m voorkomen.

## Eis 17: Het aantal en geometrie van de facetten

Wanneer door het bewerkingsproces facetten worden gerealiseerd dan dienen deze bewerkingsfacetten te voldoen aan de eisen in tabel 6.

TABEL 6: FACETTEN EN FACETBREEDTE

| Zone   | Profielstraal in mm | Minimum aantal facetten** | Maximum facetbreedte in mm* |
|--------|---------------------|---------------------------|-----------------------------|
| C      | R13 (R16)           | 4                         | 4                           |
| B en D | R80 (R70)           | 3                         | 7                           |
| A      | >= R200             | 3                         | 8                           |

\*Afwijking in facetbreedte maximaal 25% per 100mm

\*\*De hoek tussen de facetten:

(a) De hoek tussen de facetten in een boogsegment van het doelprofiel is gelijk (+/- 3°); en

(b) De ingesloten hoek tussen facetten in verschillende boogsegmenten is niet groter dan op basis van de ingesloten hoek verwacht mag worden (+/- 3°).

## Eis 18: Overgang onbewerkte deel en bewerkte deel in dwarsprofiel

Het onbewerkte en bewerkte deel dient geleidelijk in elkaar over te gaan.

## Eis 19: Maximale tijdsperiode tussen correctieve bewerking en visuele inspectie

De visuele inspectie dient direct na uitvoering van de correctieve bewerking te worden uitgevoerd.

### Dwarsprofiel (Transversal profile)

**Eis 20:** Dwarsprofiel dient te voldoen aan klasse Q

Na correctief bewerken en herprofielen dient het dwarsprofiel te voldoen aan de eisen zoals gesteld in EN-13231-2, paragraaf 5.4, tabel 3, klasse **PQ**.

**Eis 21:** De verdeling van de tolerantie

De verdeling van de toleranties op het dwarsprofiel is  $+0, \underline{+3}$  mm /  $-0, \underline{-3}$  mm.

**Eis 22:** Afwerking van zone D

Bij oplevering na de bewerking van de spoorstaafkop dient het doelprofiel minimaal tot *reference point C2* (EN13231-2:2020) te worden gevolgd.

**Eis 23:** Geleidelijke overgang veldzijde

De overgang van het bewerkte naar onbewerkte oppervlak aan de veldzijde dient te voldoen aan par 3.3 van de NEN-EN13231-2:2020. Wat betekent dat het oppervlak wordt bewerkt tot *reference point C2* (EN13231-2:2020) en minimaal een hoek van 5° met de referentielijn maakt.

**Eis 24:** Geleidelijke overgang rijkant

Aan de rijkant gaat het bewerkte en onbewerkte oppervlak geleidelijk in elkaar over.

Afkeur vindt plaats bij een overgang van 1 mm tussen het wel en niet bewerkte deel van de rijkant.

**Eis 25:** Meting van het dwarsprofiel

Meting van het dwarsprofiel dient plaats te vinden met een gekalibreerd meetinstrument met een profielmeetnauwkeurigheid van 0,05 mm of beter.

**Eis 26:** Uittijning profielen voor bepalen van de afwijkingen op het dwarsprofiel

Bij beoordeling van het dwarsprofiel dient uittijning van de bewerkte profielen plaats te vinden op referentiepunten A en B2 volgens de EN13231-2:2020. Uittijning van de profielen kan ook plaatsvinden op de ongesleten rijkant.

## Karakteristieke lengte van het bewerkingsproces

**Eis 27:** Karakteristiek lengte bewerkingsproces valt niet samen met eigenfrequentie baanvak.

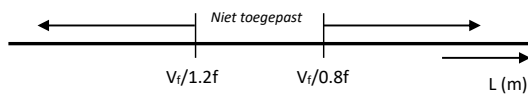
Bij baanvakken met een baanvakssnelheid  $\geq 100$  km/u dient de bewerkingsnelheid zodanig gekozen te zijn dat de karakteristieke lengte voldoet aan:

$$\text{FORM. 1} \quad L_c \leq \frac{V_f}{1.2 \cdot f} \quad \text{OF}$$

$$\text{FORM. 2} \quad L_c \geq \frac{V_f}{0.8 \cdot f}$$

Waarin:

- $V_f$ : baanvakssnelheid (m/s)
- $L_c$ : karakteristieke lengte van het bewerkingsproces (m)
- $f$ : eigenfrequentie.  $f = 1000\text{Hz}$



FIGUUR 5: TOE TE PASSEN KARAKTERISTIEKE LENGTE VAN HET BEWERKINGSPROCES IN RELATIE TOT DE BAANVAKSNELHEID.

## Materiaalstructuur oppervlak

**Eis 28:** “WEL” structuur alleen acceptabel in ruwheidstoppen

Martensitische of bainitische structuur (WEL) mag alleen voorkomen in de ruwheidstoppen van het bewerkte oppervlak.

Afkeur vindt plaats bij meer dan 1 overschrijding per facet, of vergelijkbare eenheid, en/of voor continue WEL met een gemiddelde laagdikte groter dan  $d > 9 \mu\text{m}$ .

## Metingen, steekproeven en frequenties

**Eis 29:** Frequentie en steekproefgrootte metingen t.b.v. oplevering werk

Tabel 7 geeft de vereiste frequentie van uitvoering van metingen en de steekproefgrootte.

TABEL 7: MEET- EN INSPECTIEFREQUENTIE EN STEEKPROEFGROOTTE UITGEVOERD DOOR DE ON TEN BEHOEVE VAN DE OPLEVERING VAN HET WERK.

| Bewerkingsproces   | Frequentie   | Steekproefgrootte                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------------------|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Correctief frezen  | Per werkplek | -Continue EC-meting in zone A, B en C<br>-Integrale visuele inspectie<br>-Integrale meting van het langsprofiel<br>-1 meetlocatie/500 m, voor meten van dwarsprofiel, met een minimum van 2 per werkplek, op het bewerkte profiel<br>-Meting van de oppervlakteruwheid dient alleen uitgevoerd te worden bij certificering en audit. |
| Correctief slijpen | Per werkplek | -als correctief frezen<br>-aanvullend 2 locaties met ruwheidsmetingen.                                                                                                                                                                                                                                                               |

**Eis 30:** Medewerking verlenen aan inspecties door OG

De OG voert ook eigen metingen en inspecties uit in het kader van toezicht. De ON dient hieraan medewerking te verlenen.

**Eis 31:** Rapporteren spoorstaafdefect

~~Wanneer er defecten in de spoorstaaf worden gesignaleerd die een risico zijn voor de veilige berijdbaarheid, dienen te worden gemeld.~~

heeft opmaak toegepast: Doorhalen

**Eis 32:** Maximale tijdspanne tussen correctieve bewerking en meting

De meting dient direct na uitvoering van de correctieve bewerking te worden uitgevoerd. Indien dit niet mogelijk is in ieder geval binnen 0,3 MGT gepasseerd tonnage.

**Eis 33:** Gebruikt meetinstrument bij meetresultaten in opleverrapport

De opgeleverde meetresultaten dienen te zijn voorzien van het gebruikte meetinstrument en datum einde geldigheid kalibratie.

## Slijpresten, freesspanen

**Eis 34:** Stof, spanen en ander afval opvangen

Het afval dat ontstaat bij het correctief bewerken (stof, spanen, sinters en ander afval), dient te worden opgevangen, opgeruimd en afgevoerd.

## Correctief bewerken bijzondere constructies en locaties

### Eis 35: Correctief bewerken ter plaatse van componenten voor treinbeveiliging

Correctief bewerken dient te worden uitgevoerd ter plaatse van componenten voor treinbeveiliging (bakens, assentellers, ES-lassen (niet uitputtend)).

### Eis 36: Assentellers

Wat betreft assentellers dient de bewerking ook ter hoogte van een assentelsysteem te worden uitgevoerd met inachtnaam van een maximale verticale spoorstaafslijtage, zie [Annex-Bijlage 2](#).

De bewerkingsmachine en/of delen daarvan met een temperatuur boven de 85 graden Celsius dienen niet in de ruimte ingenomen door de wielsensor te komen of achter te blijven.

### Eis 37: Smeerinstallaties

Correctief bewerken dient te worden uitgevoerd ter plaatse van componenten van smerinstallaties.

### Eis 38: Maatregelen bij tunnels

Voorafgaand aan het correctief bewerken van spoorstaven ~~en wissels~~ in tunnels dient er contact opgenomen te worden met de betreffende beheerders en moet de calamiteiten organisatie geregeld zijn. Er dienen maatregelen te worden genomen die door de beheerders voorgeschreven worden. Hierbij valt bijvoorbeeld te denken aan het uitschakelen van brand, rook en licht detectie. Daarnaast moet worden voldaan aan de betreffende wetgeving.

In een tunnel met een overdekt stuk van langer dan 250 meter of open bak constructies dient Opdrachtnemer rekening te houden met de onder andere de volgende risico's, (niet uitputtend):

1. De aanwezigheid van zwerfvuil en de verhoogde kans op brand t.g.v. het bewerkingsproces;
2. De aanwezigheid van blootliggende kabels onder het niveau van bovenkant spoorstaaf;
3. De aanwezigheid van sensoren voor gasdetectie en of treinstilstand-detectie die onder het niveau van bovenkant spoorstaaf geplaatst zijn.

### Eis 39: Voorkomen en bestrijden van brand

Als gevolg van de correctieve bewerking kunnen branden ontstaan aan (houten dwarsliggers) of in de nabijheid (berm) van het spoor. ON dient maatregelen te nemen ter voorkoming en bestrijding van brand. Eventuele schade ontstaan als gevolg van brand dient zo spoedig mogelijk door ON hersteld en gemeld te worden, tenzij het herstel door de betreffende onderhoudsaannemer in het kader van storingsherstel wordt uitgevoerd. In dat laatste geval komen de kosten hiervan voor rekening van ON.

## Correctief bewerken: specifieke eisen bij wissels

heeft opmaak toegepast: Doorhalen

### Eis 40: Wissels volledig bewerken

~~De wissels dienen volledig te kunnen worden bewerkt.~~

### Eis 41: Handmatig slijpen toegestaan bij wissels

~~Daar waar niet machinaal bewerkt kan worden met behulp van een trein of 2 wegvoertuig moet in dezelfde treinvrije periode handmatig worden bewerkt. Bij handmatig bewerken zijn de eisen uit RLN00065-1 van toepassing.~~

### Eis 42: 30 m voor en na wissels volledig bewerken

~~De aansluitende sporen van de wissels dienen bewerkt te worden vanaf 30 m voor tot 30 m na het wissel.~~

### Eis 43: Helling en profiel spoorstaaf in de wissels

~~Bij de wissels dient 54E5 of 60E2 profiel met inbouwhoek 1:40 toegepast te worden onafhankelijk van de spoorstaafhelling. Het resultaat is een doorlopend profiel.~~

### Eis 44: Bij wissels: overgang anti head check profiel naar aansluitend spoorstaaf

~~Het anti head check profiel dient vanaf 10 m voor tot 10 meter na het wissel te worden aangebracht. De overgang van het anti head check profiel in het wissel gebied naar het spoorstaafprofiel buiten het wissel dient een verloop van 1:3000 te hebben.~~

### Eis 45: Bij het correctief bewerken van wissels: controle met 1,2,3 en 4 mal

~~De Opdrachtnemer dient de facetten zodanig te slijpen, dat er geen afkeur bij de controle (met "1,2,3,4 mal" conform RLN00065-1) kan ontstaan.~~

## Correctief Bewerken: aanvullende eisen aan uitvoering en resultaat

### Oplevering

**Eis 46:** De opgegeven materiaalafname dient gerealiseerd te zijn:

In bogen wordt de afname gemeten op de railschouder, overgang zone B/C

In rechtstand wordt dit gemeten op de kop, overgang zone A/B

Indien er in de onttrekking nog tijd beschikbaar is, dient deze benut te worden voor het verwijderen van restschade.

**Eis 47:** Tijdens of na correctief bewerken dient een continue EC-meting te worden uitgevoerd in de volledige zone A, B en C, als aantoonwijze voor het resultaat van het correctief bewerken.

**Eis 48:** Bij het verwijderen van golfslijtage dient een minimale bewerkingsdiepte van 0,5 mm + de golfhoogte te worden gerealiseerd. De bewerkingsdieptediepte wordt voor golfslijtage door de OG opgegeven.

**Eis 49:** Geen overschrijding spoorstaafslijtage

Bij oplevering mag er geen overschrijding zijn van de toegestane slijtagehoek en van de toegestane horizontale en verticale spoorstaafslijtage. Daartoe zal OG het *handelingskader spoorstaafslijtage (versie 01022023)* hanteren bij opgave (~~Bijlage~~**Annex 2**).

## Correctief Frezen: aanvullende eisen aan uitvoering en resultaat

**Eis 50:** Geen indicaties van overmatige gereedschapsslijtage

Bij het correctief frezen van spoorstaven mogen bij oplevering op geen enkel facet patronen zichtbaar zijn die voortkomen uit overmatige slijtage van het snijgereedschap: chatter, groeven, smeren en verkleuring.

**Eis 51:** Geen continue repeterende patronen na frezen

Bij oplevering dient het bewerkte oppervlak vrij te zijn van repeterende patronen anders dan van de snijplaten.

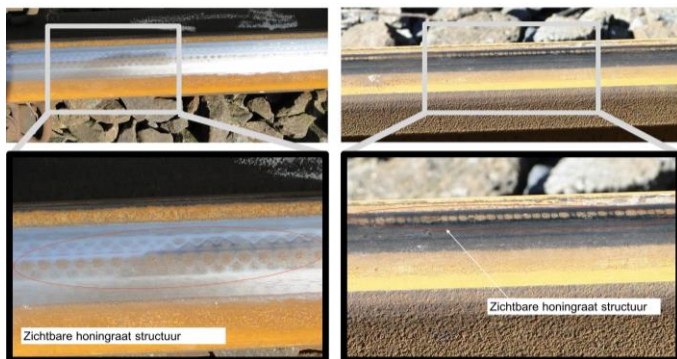
**Eis 52:** Percentage bewerkte oppervlak dat is nageslepen na frezen

Het percentage van het oppervlak dat met slijpen is nabewerkt bedraagt minimaal 90%/meter. Van minimaal 80%/meter dient de nabewerking zodanig te zijn dat de freesbewerking visueel niet meer zichtbaar is.

Wanneer in de gauge corner snijplaten met de radius van het railprofiel zijn toegepast, kan naslijpen van de gauge corner achterwege blijven.

**Eis 53:** Slijpstenen

De toegepaste slijpstenen dienen gelijk te zijn aan de slijpstenen welke toegepast zijn bij testen en certificering ten behoeve van dit contract.



FIGUUR 6 : VOORBEELDEN VAN CONTINUE REPETERENDE PATRONEN: DIT IS NIET TOEGESTAAN.

## Correctief slijpen: aanvullende eisen aan uitvoering en resultaat

### Eis 54: Slijpstenen

De bij correctief slijpen toegepaste slijpstenen dienen gelijk te zijn aan de slijpstenen welke toegepast zijn bij testen en certificering ten behoeve van dit contract.

Verder dient de MESH en korrelgrootteverdeling van de slijpsteen zodanig te zijn gekozen dat de geëiste ruwheid ook bij de maximale sneddiepte aan de eisen in tabel 5 voldoet. Dit kan aangetoond worden door toepassen van formule B3 uit de RLN00065-2.

### Eis 55: Maximale temperatuur 350°C

De bulktemperatuur van bewerkingsstappen (gros slijpen, fijn slijpen, akoestisch slijpen en andere slijpgangen) mag bij alle materialen de 350°C niet overschrijden. Dit met verwaarlozing van de additionele temperatuurverhoging als gevolg van sequentiële slijpgangen. [Eis 57, dwarsprofiel, Eis 21](#)

heeft opmaak toegepast: Doorhalen

### Eis 56: Parameteranalyse en maximale toegestane vermogen bij slijpen

De parameteranalyse voor slijptemperatuur en ruwheid dient te worden uitgevoerd conform RLN00065-2 Bijlage 1. Er dient een zodanige instelling van het slijpproces te worden gekozen dat het resultaat onder de grafiek van de maximale temperatuur en maximale ruwheid blijft of dat voldaan wordt aan de maximale slijpvermogens uit de tabellen.

heeft opmaak toegepast: Doorhalen

### Eis 57: Oppervlakteruwheid

Na elke bewerkingsstap mag de ruwheid van het laatst bewerkte facet niet hoger zijn dan 1.5x de maximale ruwheid bij oplevering.

heeft opmaak toegepast: Doorhalen

### Eis 58: Slijpontwerp

De ON stelt een locatie specifieke aanpak vast, het slijpontwerp (zie kader). Bij uitvoering van slijpwerkzaamheden in het kader van deze specificatie, wordt gewerkt volgens dit slijpontwerp.

Bij inschrijving toont ON, voor 5 dwarsprofielen met verschillende afnames, aan hoe alle bewerkingsstappen beheerst zijn.

Wanneer afwijkende spoorstaafprofielen aanwezig zijn op de locatie van het werk, dient vooraf een nieuw ontwerp gemaakt te worden.

**Toelichting Slijpontwerp** Bij inschrijving toont ON, voor 5 dwarsprofielen met verschillende schadedieptes, aan hoe alle bewerkingsstappen beheerst zijn. Beoordelingscriterium is dat het geslepen oppervlak bij vroegtijdig stoppen voldoet aan alle eisen, m.u.v. de ruwheid, daarvoor geldt eis 60, en het dwarsprofiel.

Bij correctief bewerken van spoorstaven wordt een grote diversiteit aan slijtageprofielen verwacht, waarbij spoorstaafschades op verschillende posities op het profiel aanwezig kunnen zijn. ProRail heeft daarvoor in deze aanbesteding het concept 'Slijpontwerp' geïntroduceerd.

Het slijpontwerp is onderdeel van de procesbeheersing van het slijpproces. Niet alle eisen zijn immers iedere slijppass toetsbaar, zowel door de proceseigenschappen als door, bijvoorbeeld de benodigde meettijd. Met het slijpontwerp legt de ON een locatie specifieke aanpak vast.

Deze toelichting geeft praktische handvatten voor het opstellen van het slijpontwerp, de beoordeling en hantering in de praktijk.

Met het slijpontwerp toont de ON voorafgaand aan het werk, aan dat het door ProRail gespecificeerde eindresultaat beheerst gerealiseerd wordt. Het slijpontwerp bestaat daartoe uit een aantal onderdelen:

- Een zone-specifieke materiaalafname van de spoorstaafkop (zones A-D) benodigd voor herprofilering van het spoorstaafkopprofiel en het verwijderen van de spoorstaafschade;
- De profielontwikkeling per slijppass:
  - De materiaalafname per slijppass;
  - Het aantal en de breedte van de facetten;
  - De controleberekening van oppervlakteruwheid en temperatuurtoename  $\Delta T$ , volgens de RLN00065-2, bijlage 1.
- Het spoorstaaf doelprofiel.

De beoordeling van het slijpontwerp vindt plaats op de volgende aspecten:

- De onderbouwing van de keuze om een nieuw slijpontwerp te maken of een oude te hergebruiken\*;
- De keuze van het representatieve dwarsprofiel(-en) en aanwezige defecten uit de werkzone om het slijpontwerp mee op te bouwen;
- Het voorgestelde doelprofiel en de profieluitlijning zoals in de EN13231-2 is voorgesteld;
- De verwijdering van de spoorstaafschade;
- Het aantal benodigde slijppasses.
- Per slijppass wordt beoordeeld:
  - De materiaalafname
  - Het aantal facetten en de facetbreedtes
  - Of voldaan wordt aan de eisen t.a.v. oppervlakteruwheid ( $R_{a,max} = 6 \mu m$ ,  $R_{v,max} = 18 \mu m$ ) en temperatuurtoename  $\Delta T$  ( $\Delta T_{max} = 475^{\circ}C$ ).

\*Een oud slijpontwerp kan hergebruikt worden mits onderbouwd wordt dat het aanwezige spoorstaafprofiel en spoorstaafdefecten overeenkomen.

Het slijpontwerp wordt geïntroduceerd als onderdeel van de procesbeheersing van het slijpproces, en is besproken met en beoordeeld en geaccepteerd door de OG voor uitvoering van het werk. Tijdens uitvoering van het werk kan getoetst worden of gewerkt wordt volgens het slijpontwerp, door:

- Bij het aanwezige personeel tijdens de uitvoering na te vragen of het slijpontwerp voor de specifieke werkzone.

heeft opmaak toegepast: Lettertype: (Standaard) +Hoofdttekst (Calibri), 9 pt

Met opmaak: Regelafstand: enkel

heeft opmaak toegepast: Lettertype: (Standaard) +Hoofdttekst (Calibri), 9 pt

heeft opmaak toegepast: Lettertype: (Standaard) +Hoofdttekst (Calibri), 9 pt

heeft opmaak toegepast: Lettertype: (Standaard) +Hoofdttekst (Calibri), 9 pt

heeft opmaak toegepast: Lettertype: (Standaard) +Hoofdttekst (Calibri), 9 pt

heeft opmaak toegepast: Lettertype: (Standaard) +Hoofdttekst (Calibri), 9 pt, Niet Superscript/ Subscript

heeft opmaak toegepast: Lettertype: (Standaard) +Hoofdttekst (Calibri), 9 pt

heeft opmaak toegepast: Lettertype: (Standaard) +Hoofdttekst (Calibri), 9 pt

heeft opmaak toegepast: Lettertype: (Standaard) +Hoofdttekst (Calibri), 9 pt

heeft opmaak toegepast: Lettertype: (Standaard) +Hoofdttekst (Calibri), 9 pt, Niet Superscript/ Subscript

heeft opmaak toegepast: Lettertype: (Standaard) +Hoofdttekst (Calibri), 9 pt

heeft opmaak toegepast: Lettertype: (Standaard) +Hoofdttekst (Calibri), 9 pt, Niet Superscript/ Subscript

heeft opmaak toegepast: Lettertype: (Standaard) +Hoofdttekst (Calibri), 9 pt

heeft opmaak toegepast: Lettertype: (Standaard) +Hoofdttekst (Calibri), 9 pt

heeft opmaak toegepast: Lettertype: (Standaard) +Hoofdttekst (Calibri), 9 pt

heeft opmaak toegepast: Lettertype: (Standaard) +Hoofdttekst (Calibri), 9 pt, Niet Vet

heeft opmaak toegepast: Lettertype: (Standaard) +Hoofdttekst (Calibri), 9 pt, Cursief

heeft opmaak toegepast: Lettertype: (Standaard) +Hoofdttekst (Calibri), 9 pt

heeft opmaak toegepast: Lettertype: (Standaard) +Hoofdttekst (Calibri), 9 pt

heeft opmaak toegepast: Lettertype: (Standaard) +Hoofdttekst (Calibri), 9 pt

bekend is. En of er volgens dat ontwerp gewerkt wordt;

- Middels ruwheidsmetingen en visuele beoordeling van het spoorstaafoppervlak;
- Opvragen van de geregistreerde data;

**Met opmaak:** Lijstlinea, Afstand Na: 8 pt, Met opsommingstekens + Niveau: 1 + Uitgelijnd op: 0,63 cm + Inspringen op: 1,27 cm

**heeft opmaak toegepast:** Lettertype: (Standaard) +Hoofdttekst (Calibri)

## Certificering van het bewerkingsproces

**Eis 59:** Alle bewerkingsmachines, treinen en 2-wegvoertuigen een CI certificaat

De certificering van het bewerkingsproces betreft alle bewerkingsmachines, treinen en 2-wegvoertuigen welke door ProRail in contracten voor correctief bewerken van spoorstaven en wisseldelen en worden ingezet door ON.

De scope van de certificering, op te leveren documentatie en eisen uitvoeren van de beproeving zijn opgenomen in ~~Annex~~ Bijlage 1.

## Certificeren

**Eis 60:** Certificeren van het bewerkingsproces wordt uitgevoerd door een CI.

**Eis 61:** De CI geeft het certificaat af.

**Eis 62:** Initiële certificering: ProRail selecteert en huurt CI in

Bij de eerste keer dat het bewerkingsproces wordt gecertificeerd, selecteert ProRail de CI en huurt deze in.

**Eis 63:** Besluit door CI in samenspraak met ProRail

De CI beoordeelt in samenspraak met ProRail of de uitkomst van de certificering positief is. Indien gewenst kan vooraf het testplan worden besproken met ProRail. Datzelfde geldt voor de afwijkingen in de testresultaten.

**Eis 64:** Geldigheidsduur certificaat

De geldigheidsduur van het certificaat bedraagt de contractduur. Het certificaat vervalt met beëindiging van het contract of na vastgestelde ernstige afwijkingen.

**Eis 65:** Instellingen kritische parameters op certificaat

De gewijzigde instellingen dienen altijd op het certificaat te worden vermeld.

**Eis 66:** Relevante accreditatie

De CI moet geaccrediteerd zijn voor de techniekvelden die relevant zijn voor het beoordelen van machines voor frees- en slijpbewerkingen in het spoor.

**Eis 67:** ~~LAB~~ ISO/IEC 17025 certificaat

**heeft opmaak toegepast:** Niet onderstrepen

Het laboratorium dat wordt ingeschakeld voor het Materiaalonderzoek dient ISO/IEC 17025 gecertificeerd te zijn.

### Eis 68: Ervaring CI

Bovenop de eisen 60 tot en met 67 dient de CI aantoonbaar eerder certificering van spooronderhoudsmachines te hebben verzorgd.

## Instandhouden certificaat

### Eis 69: Instandhoudingsverplichting certificaat

Gedurende de looptijd van het contract heeft de opdrachtnemer de verplichting onafhankelijk te laten toetsen dat de gecertificeerde bewerkingsmachines nog, minimaal, de op het certificaat vermelde prestatie leveren.

Eis 69A: Na groot (jaar-)onderhoud: complete audit; scenario 1

Eis 69B: Na klantwissel 1: langer dan 2 maanden niet volgens de ProRail contracteisen gewerkt;

Eis 69C: Na klantwissel 2: langer 10 dagen maar korter dan 2 maanden;

### Eis 70: Nieuw certificaat bij wijziging kritische parameters

Opdrachtgever wil uitsluiten dat door Opdrachtnemer geïnitieerde wijzigingen in het bewerkingsproces onge-merkt leiden tot kwaliteitsverlies ten opzichte van het certificaat. Bij wijziging van, kritische aspecten/parameters, vervalt het certificaat en dient opnieuw gecertificeerd te worden. Het testplan van de, eventueel beperkte, beproeving dient ter goedkeuring aan ProRail te worden voorgelegd.

### Eis 71: Wijziging kritische parameters in overleg met ProRail

Wijzigingen van kritische aspecten/parameters dienen in overleg met ProRail te worden afgehandeld. Een wijziging van een kritische parameter of introductie van een nieuwe parameter leidt tot het vervallen van het certificaat.

### Eis 72: Wijzigingsvoorstel bij afwijkingen

Voor de, tijdens uitvoering of middels Materiaalonderzoek, gevonden afwijkingen dient de ON een wijzigingsvoorstel in te dienen.

## Gereedmelding van het werk

In dit hoofdstuk worden de onderdelen van het gereedmeldingsdossier beschreven.

### Documentatie

**Eis 73:** De op te leveren documentatie bevat:

- Verklaring toegepaste machine  
Een getekende verklaring dat de toegepaste machine voldoet aan alle voor de certificering getoetste aspecten en tevens alleen de gecertificeerde meetinstrumentatie is gebruikt;
- De afwijkingenregistratie;
- Weersomstandigheden;
- Spoorstaafconditie.  
Met spoorstaafconditie wordt bedoeld aanwezigheid van onvolkomenheden in de spoorstaaf zoals, bramen, uitbrokkelingen, zijdelingse slijtage, defecten etc.
- Opleverdocumentatie bevat: Analyseresultaten van alle metingen.  
Per meting dient minimaal de meetwaarde te worden aangegeven en tevens of er afwijkingen zijn op de specificaties.

### Continue metingen

**Eis 74:** De op te leveren meetdocumentatie van de continue metingen bevat:

- De druk per slijpsteen;
- De bewerkingssnelheid;
- EC-meting

### Puntmetingen

**Eis 75:** De op te leveren meetdocumentatie van de punt metingen bevat:

- puntmetingen in overeenstemming met tabel 7 en het afgestemde inspectieplan.
- de bewerkingsdiepte per zone A, B, C en D;
- de metingen van het dwarsprofiel en afwijkingen ten opzichte van de specificatie;
- de metingen van het langsprofiel;
- de metingen van de oppervlakteruwheid (indien van toepassing);
- Bevindingen visuele inspectie;
- ~~1, 2, 3, 4 mal.~~

## ~~Annex~~ Bijlage 1: Certificering en auditering

### Scope van certificering

In deze ~~Annex~~ Bijlage zijn de in de certificering op te nemen instrumenten en prestaties aangegeven. Alle aspecten gemarkeerd met een (\*) zijn kritische parameters/aspecten van het proces.

Meetinstrumenten voor oplevering van het werk:

- Handmeetapparatuur\*;
- Machine gebonden meetapparatuur\*;

Bewerkingsapparatuur:

- Klein mechanisch gereedschap voor klein herstel;
- Frees- en slijptrein:
  - Machinedocumentatie t.b.v. certificering\*
  - Toegepaste slijpstenen (korreltype, korrelgrootte, korrelgrootteverdeling)\*
  - Freeswielontwerp\*
  - Machinesetup\*
  - Machinevermogen per slijpmotor\*
- Oplevering van het werk
  - Bewerkingsdiepte
  - Meetresultaten oppervlakteruwheid
  - Meetresultaten Langsprofiel
  - Meetresultaten Dwarsprofiel
  - Resultaten visuele inspectie
  - Labtest: materiaalkundige analyse

### Beproevingen ten behoeve van afgifte van het certificaat

#### A1: Praktijkproef

Er dient een Praktijkproef te worden uitgevoerd onder toezicht van de CI om aan te tonen dat voldaan wordt aan de gestelde eisen. De proef wordt uitgevoerd met de machine-instellingen welke door de ON, op basis van de ProRail vraagspecificatie, zijn gekozen.

#### A2: Beproeven met produktiesnelheid

De proef dient te worden uitgevoerd met de produktiesnelheid die ook tijdens de uitvoering van het contract zal worden aangehouden.

#### A3: Representatieve proeflocatie

- De representatieve proeflocatie bestaat uit een rechtstand en een boog, beide met een lengte van minimaal 100 meter. De maximale boogradius  $r_{\max} = 2000$  m.
- ~~Wanneer wissels en spoor met dezelfde machine bewerkt worden omvat de Praktijkproef minimaal 2 proeflocaties:~~
  - ~~Proeflocatie 1: 1 of meerdere wissels; de geselecteerde proeflocatie is een wissel met vast puntstuk. Dit wissel dient in zijn geheel bewerkt te worden.~~
  - ~~Proeflocatie 2: een spoor van min 200 meter.~~

#### A4: Tijdens de proef dient $d \geq 1.5$ mm te worden verwijderd. Waarbij:

- wordt aangetoond dat de meetsystemen juist functioneren;
- het spoorstaafoppervlak, langs- en dwarsprofiel voldoen aan de eisen in deze specificatie
- de variatie in afname  $< 0.3$  mm/10 m is.

#### A5: Voorbereiding (frezen)

Voor frezen wordt goedkeuring gevraagd aan ProRail voor toepassen van het freeswielontwerp.

#### A6: Materiaalafname per freesgang

Het freeswielontwerp is voorzien van het dieptebereik waarin deze toegepast kan worden. Dit bereik dient niet te worden overschreden.

#### A7: Het plan van aanpak is goedgekeurd.

Organisatie van de praktijkproef is de verantwoordelijkheid van de ON.

Voor aanvang van de certificering levert de ON een plan van aanpak. In dit plan van aanpak worden zowel de operationele uitvoering beschreven als de in te richten meetpunten en uit te voeren metingen. Ook is er een tijdschema voor het verloop van de Praktijkproef opgenomen. Dit plan van aanpak wordt goedgekeurd door de CI.

### A8: Verwijderen schade en herprofilering

In het plan van aanpak is het slijp- of freesontwerp opgenomen, [Eis 58](#), dat qua eisen en eindresultaat voldoet aan deze specificatie. De ON toont daarmee vooraf aan hoe voldaan wordt aan de eisen in de vraagspecificatie voor het verwijderen van de aanwezige defecten en herstel van de profielafwijkingen.

### A9: Correctief bewerken ter plaatse van objecten

Voorafgaand aan de proef wordt middels tekeningen aangetoond dat ter plaatse van alle spoorse objecten kan worden bewerkt. Voor objecten die niet op de proeflocatie aanwezig zijn, geldt dat beoordeling plaatsvindt tijdens de eerstvolgende opdracht.

### A10: Setup van de bewerkingsmachine

De proef dient verder te worden uitgevoerd in de setup zoals ook in het contract wordt vastgelegd. Dus met het van toepassing zijnde spoorstaafprofiel, vermogen en de gekozen slijpstenen, freeswielen, instellingen etc.

### A11: Aantal meetpunten

Het aantal meetpunten bedraagt minimaal 6 per been en proeflocatie, gelijk verdeeld over rechtstand en boog.

### A12: Per meetpunt dienen de metingen te worden uitgevoerd:

- Continue EC-meting in zone A, B en C
- Integrale visuele inspectie
- Integrale meting van het langprofiel
- Dwarsprofiel

### A13: Meting oppervlakteruwheid

Oppervlakteruwheid dient gemeten te worden op beide spoorstaafbenen, op 3 meetpunten in de boog en 1 in de rechtstand.

### A14: Beoordeling oppervlakteruwheid

Wanneer er een verschil is tussen de oppervlakte ruwheid gemeten tijdens de uitvoering van de Praktijkproef en bij het Materiaalonderzoek, dan is het resultaat uit het Materiaalonderzoek leidend.

### A15: Dwarsprofiel en afname

Het dwarsprofiel dient gemeten worden op alle gedefinieerde meetpunten.

### A16: Variatie in afname

Om vast te stellen dat voldaan wordt aan de eis van de variatie in afname dienen aanvullend 8 dwarsprofielmetingen gelijk verdeeld over 20 meter, voor en na de proef te worden uitgevoerd.

## A17: Samples Materiaalonderzoek

Naast uitvoeren van metingen om vast te stellen of aan de gestelde eisen wordt voldaan, dient Materiaalonderzoek van het bewerkte spoorstaafoppervlak te worden uitgevoerd.

## A18: Materiaalonderzoek

Tijdens Materiaalonderzoek dient te worden getoetst of het werk voldoet aan eisen t.a.v. WEL, oppervlakteruwheid en de eisen zoals in *Visuele Inspectie*, zijn geformuleerd.

Extra aandachtspunten zijn dat de microstructuur van het oppervlak wordt beoordeeld loodrecht op de ruweheidsrichting.

## Documentatie t.b.v. certificering

### A19: Eisen aan dossier

Het aan ProRail op te leveren dossier bestaat minimaal uit:

- Het certificaat
- Toegepast vermogen, toerental per slijpmotor;
- Documentatie over de slijpstenen (omtreksnelheid, type, MESH, diameter);
- De omgrenzing van de machine ten behoeve van PVR en uitsluiting van te slijpen objecten;
- De karakteristieke lengte(s) van de gebruikte bewerkingsmachine bij de geplande bewerkingssnelheid;
- De beproevingsresultaten:
- Het plan van aanpak en testplan van de beproeving;
- De meetresultaten van de beproeving;
- De resultaten van de materiaalkundige analyse;
- Een ingevulde verificatiematrix van de gestelde eisen

## Auditering voor instandhouding van het certificaat

**A20:** Om het certificaat in stand te houden dienen met regelmaat onafhankelijke audits te worden uitgevoerd. Hierin worden 3 mogelijkheden onderscheiden:

- Na groot (jaar-)onderhoud: complete audit;
- Na klantwissel 1: langer dan 2 maanden niet volgens de ProRail contracteisen gewerkt;
- Na klantwissel 2: langer 10 dagen maar korter dan 2 maanden niet volgens de ProRail contracteisen gewerkt.

### Scenario 1: Jaarlijkse audit of na groot onderhoud

Groot onderhoud danwel (gedeeltelijke) revisie van een gecertificeerde machine vormt aanleiding voor een omvattende instandhoudingscontrole op het certificaat. Onder groot onderhoud wordt verstaan al het geplande en ongeplande onderhoud dat buiten de definitie valt van het klein onderhoud zoals Opdrachtnemer dat op dagelijkse basis op de opstellocaties uitvoert.

Indien een machine in een kalenderjaar geen groot onderhoud danwel (gedeeltelijke) revisie krijgt, gelden onderstaande verplichtingen alsnog één keer in dat kalenderjaar.

- Opdrachtnemer organiseert een door een Certificeringsinstantie (CI) uit te voeren Praktijkproef tijdens het hervatten van het certificeringsplichtige in opdracht gegeven werk met als doel aan te tonen dat het opgeleverde resultaat voldoet aan de eisen in deze vraagspecificatie. Opdrachtnemer treedt in overleg met ProRail om te bepalen welke inzet hiertoe geschikt is, rekening houdend met de te bewerken scope, TVP-tijden en het feit dat deze praktijkaudit vanzelfsprekend zo snel mogelijk na het onderhouds- of revisiemoment dient plaats te vinden.
- De CI hierbij onder andere de door Opdrachtnemer uit te voeren metingen te beoordelen. Opdrachtnemer zorgt ervoor dat de CI haar bevindingen aan ProRail terugkoppelt.
- Opdrachtnemer laat een ISO/IEC 17025-geaccrediteerd laboratorium een Materiaalonderzoek van een door Opdrachtnemer uit te nemen sample (één sample volstaat) uitvoeren. Dit sample dient te worden uitgenomen ten tijde van de hierboven beschreven praktijkaudit, zodat de aanwezige CI erop kan toezien dat het sample van een kenmerk wordt voorzien. Opdrachtnemer zorgt ervoor dat de CI de uitkomsten van dit Materiaalonderzoek vergelijkt met resultaten als opgenomen in het certificeringsdossier van de betreffende machine. Opdrachtnemer zorgt ervoor dat de CI haar bevindingen aan ProRail terugkoppelt.
- Opdrachtnemer voegt de resultaten van de audit toe aan de verificatiematrix van de initiële certificering. Zo ontstaat een overzicht van de resultaten van de verschillende audits.
- Tevens dienen de resultaten te worden vergeleken met de resultaten zoals opgenomen in het certificeringsdossier en de verschillen te worden verklaard.

### Scenario 2a: Klantwissel 1

Op het moment dat een gecertificeerde machine twee maanden of langer niet conform één van de twee gecontracteerde vraagspecificaties heeft gewerkt, treden onderstaande verplichtingen in werking.

- Opdrachtnemer levert voorafgaand aan de certificeringsplichtige hervattingsinzet een dossier aan ProRail. Opdrachtnemer toont hierin aan dat de machine bij hervatting conform de gecertificeerde parameters zal werken.
- Nadere invulling van dit dossier geschiedt in overleg met ProRail. ProRail behoudt de mogelijkheid om in een later stadium op basis van praktijkbevindingen de aard van dit dossier te wijzigen.
- Opdrachtnemer organiseert een door een Certificeringsinstantie (CI) uit te voeren Praktijkproef tijdens het hervatten van het certificeringsplichtige in opdracht gegeven werk met als doel aan te tonen dat het opgeleverde resultaat voldoet aan de eisen in deze vraagspecificatie. Opdrachtnemer treedt in overleg met ProRail om te bepalen welke inzet hiertoe geschikt is, rekening houdend met de te be-

werken scope, TVP-tijden en het feit dat deze praktijkaudit vanzelfsprekend zo snel mogelijk na het onderhouds- of revisiemoment dient plaats te vinden.

- De CI hierbij onder andere de door Opdrachtnemer uit te voeren metingen te beoordelen. Opdrachtnemer zorgt ervoor dat de CI haar bevindingen aan ProRail terugkoppelt
- Opdrachtnemer voegt de resultaten van de Praktijkproef toe aan de verificatiematrix van de initiele certificering. Zo ontstaat een overzicht van de resultaten van de verschillende audits

NB: Wanneer een machine tijdelijk voor een andere opdrachtgever dan ProRail wordt ingezet en daarbij onder de eisen uit deze vraagspecificatie werkt, dan hoeft bovenstaande verplichting dus niet in werking te treden. Dit is bijvoorbeeld het geval wanneer Opdrachtnemer in opdracht van een PGO-aannemer aanvullende werkzaamheden verricht.

### Scenario 2b: Klantwissel 2

Op het moment dat een gecertificeerde machine tien dagen of langer niet conform de gecontracteerde vraag-specificaties heeft gewerkt, treedt onderstaande verplichting in werking.

- Opdrachtnemer levert voorafgaand aan de certificeringsplichtige hervattingsinzet een dossier aan ProRail. Opdrachtnemer toont hierin aan dat de machine bij hervatting conform de gecertificeerde parameters zal werken.
- Nadere invulling van dit dossier geschiedt in overleg met ProRail. ProRail behoudt de mogelijkheid om in een later stadium op basis van praktijkbevindingen de aard van dit dossier te wijzigen.

NB: Wanneer een machine tijdelijk voor een andere opdrachtgever dan ProRail wordt ingezet en daarbij onder de eisen uit deze vraagspecificatie werkt, dan hoeft bovenstaande verplichting dus niet in werking te treden. Dit is bijvoorbeeld het geval wanneer Opdrachtnemer in opdracht van een PGO-aannemer aanvullende werkzaamheden verricht.

### Scenario 3: Hercertificering bij wijziging kritische parameter door Opdrachtnemer

Opdrachtgever wil uitsluiten dat door Opdrachtnemer geïnitieerde wijzigingen in het bewerkingsproces onge-merkt leiden tot kwaliteitsverlies ten opzichte van het certificaat. In het kader van door Opdrachtnemer te initiëren wijzigingen gelden voorts onderstaande verplichtingen:

- Opdrachtnemer is verplicht om een voorgenomen wijziging van een kritische parameter / kritisch aspect bij ProRail te melden. In [Annex-Bijlage 1](#) is inzichtelijk gemaakt welke parameters / aspecten door ProRail als kritisch zijn aangemerkt.
- Indien Opdrachtnemer besluit om na afloop van een periode van testen en overleg met ProRail een wijziging van een kritische parameter / kritisch aspect definitief te implementeren, dan komt het op dat moment geldende certificaat te vervallen. Opdrachtnemer dient de betreffende machine voorts opnieuw te certificeren. Het testplan van de te plannen nieuwe Praktijkproef wordt daarbij in samenspraak met ProRail vormgegeven. Dit betreft dus altijd maatwerk en dus is in de verificatiematrix hier-toe geen standaardaudit opgenomen.
- Op het moment dat hercertificering onder de gewijzigde parameters / aspecten voltooid is en zowel Opdrachtgever als Opdrachtnemer beiden een nieuw danwel herzien certificeringsdossier van de Certificeringsinstantie hebben ontvangen, mag Opdrachtnemer de gewijzigde aspecten/parameters bij uitvoering van het in opdracht gegeven werk toepassen.
- Opdrachtnemer is vrij om wijzigingen van niet-kritische parameters / aspecten door te voeren. ProRail wordt hiervan graag van tevoren op de hoogte gesteld.

## Bijlage ~~Annex~~ 2: Werkwijze opgave correctief werk en profielslijtage.

### Doel en uitgangspunten

- Bij het bewerken van spoorstaven geldt in relatie tot slijtage/profielhoogte altijd het volgende: na afloop van bewerking dient er minimaal 1 mm restslijtagemateriaal aanwezig te zijn voordat IW bereikt wordt.
- In dit handelingskader is het hierboven gedefinieerde doel vertaald naar concrete werkafspraken voor zowel ProRail (tabel 1) als Opdrachtnemer (tabel 2) voor correctief bewerken met een materiaalafname van 2 mm.
- Voor andere bewerkingsdieptes is dezelfde methodiek van toepassing, waarbij gerekend wordt met de, voor die locatie, geplande materiaalafname.
- De variabelen 'bewerken' en 'resterende profielhoogte' zijn elkaars tegenovergesteld. ProRail beoordeelt op basis van slijtage, terwijl Opdrachtnemer veelal met behulp van een mal de resterende profielhoogte zal beoordelen. Deze verschillende benaderingswijzen worden in de tabellen visueel benadrukt.
- De slijtagenorm is overgenomen uit de IHS00001. De relevante tabellen zijn ook opgenomen in de bijlage. De nominale profielfmetingen zijn overgenomen uit de EN13674-1.
- In dit document worden telkens hele millimeters aangegeven. Meetresultaten dienen ook te worden afgerond naar hele millimeters.
- Wanneer er een grotere of kleinere afname dan 2 mm gepland is dient de Minimale Profielhoogte voor te worden verhoogd met de extra afname of verlaagd met de kleinere afname.
- De uitkomst van dit handelingskader is voorts eenduidig: wel of niet bewerken.

### Deelproces ProRail:

- ProRail voert inspecties uit. In de voorbereiding wordt de slijtage beoordeeld in BBMS. Tabel A2.1 is daarbij maatgevend voor het wel of niet vrijgeven / inplannen van scope.
- Bij boogspoorstaven waarbij ook zijdelingse slijtage aanwezig is, wordt bij twijfel indien mogelijk een MiniProf-meting uitgevoerd. Dit om zeker te stellen dat de loopkanthelling na uitvoering van bewerken nog voldoet.

Tabel A2.1: Toegestane verticale slijtage bij beoordeling door ProRail voor inplannen van het werk\*

| Profiel   | Minimale profielhoogte voor bewerken (mm)* | Maximale verticale slijtage voor bewerken (mm)* | Uitgaande van maximale afname (mm) | Nominale profielhoogte (mm) | Nominale kophoogte (mm) |
|-----------|--------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| 46E3      | 135                                        | 7                                               | 2                                  | 142                         | 42.5                    |
| 54E1/54E5 | 149                                        | 10                                              | 2                                  | 159                         | 49.4                    |
| 60E1/60E2 | 157                                        | 15                                              | 2                                  | 172                         | 51                      |

\*bij bewerken van boogspoorstaven dient ingeschat te worden of de loopkanthelling na bewerken nog voldoet.

### Voorbeelden deelproces ProRail (uitgaande van UIC54)

- Indien ProRail bij opname van een schaderegel 0-10 mm verticale slijtage aantreft, kan de betreffende schaderegel op basis van Tabel A2.1 voor het bewerken worden vrijgegeven / ingepland.
- Indien ProRail bij opname van een schaderegel 11 mm of meer verticale slijtage aantreft, wordt de schaderegel op basis van Tabel A2.1 afgekeurd.

## Deelproces Opdrachtnemer

- Voorafgaand aan de bewerking dient ON in de buitendienststelling de aanwezige profielhoogte te meten en te toetsen aan Tabel A2.2.

Tabel A2.2: Minimale profielhoogte voor aanvang van de bewerking\*

| Profiel   | Minimale profielhoogte voor bewerken (mm)* | Maximale verticale slijtage voor bewerken (mm)* | Maximale toegestane afname (mm) | Nominale profielhoogte (mm) | Nominale kophoogte (mm) |
|-----------|--------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| 46E3      | 134                                        | 8                                               | 2,0                             | 142                         | 42.5                    |
| 54E1/54E5 | 148                                        | 11                                              | 2,0                             | 159                         | 49.4                    |
| 60E1/60E2 | 156                                        | 16                                              | 2,0                             | 172                         | 51                      |

\*bij ~~frezen bewerken~~ van boogspoorstaven dient ingeschat te worden of de loopkanthelling na bewerken nog voldoet.

## Voorbeelden deelproces Opdrachtnemer (uitgaande van UIC54)

- Indien Opdrachtnemer in de BD op een schaderegel een profielhoogte van minimaal 148 mm meet, dan dient er conform opgave te worden bewerkt met een maximale afname van 2,0 mm.
- Indien in de BD op een schaderegel met een mal een profielhoogte van minder dan 148 mm meet mag er niet worden bewerkt. Hiertoe gelden géén uitzonderingen.

Bijlage: Relevante spoorstaafslijtage Tabellen IHS00001

## 4.1 Spoorstaven

### 4.1.1 Loopkanthelling (slijtagehoek)

Voor de loopkanthelling (slijtagehoek) geldt onderstaande tabel.

Tabel 4.1.1 Maximale loopkanthelling (slijtagehoek) spoorstaaf

| Snelheid   | OW<br>[graden] | IW<br>[graden] | OAW<br>[graden] |
|------------|----------------|----------------|-----------------|
| ≤ 200 km/h | (30)           | 32             | n.v.t.          |

### 4.1.2 Horizontale en verticale spoorstaafslijtage

Onderstaande tabel geldt voor onbewerkte spoorstaven.

Tabel 4.1.2 Maximale horizontale, verticale spoorstaafslijtage

|                 |                    | Horizontaal |      |        | Verticaal |      |        |
|-----------------|--------------------|-------------|------|--------|-----------|------|--------|
| Type            | Snelheid           | OW          | IW   | OAW    | OW        | IW   | OAW    |
| Spoorstaaf      | [km/h]             | [mm]        | [mm] | [mm]   | [mm]      | [mm] | [mm]   |
| 46E3            | $v \leq 40$        | (16)        | 18   | n.v.t. | (12)      | 14   | n.v.t. |
|                 | $40 < v \leq 100$  | (13)        | 15   |        | (10)      | 12   |        |
|                 | $100 < v \leq 160$ | (10)        | 12   |        |           |      |        |
| 54E1 en<br>54E5 | $v \leq 40$        | (16)        | 18   | n.v.t. | (15)      | 17   | n.v.t. |
|                 | $40 < v \leq 100$  | (13)        | 15   |        | (13)      | 15   |        |
|                 | $100 < v \leq 200$ | (10)        | 12   |        |           |      |        |
| 60E1 en<br>60E2 | $v \leq 40$        | (16)        | 18   | n.v.t. | (19)      | 23   | n.v.t. |
|                 | $40 < v \leq 100$  | (13)        | 15   |        | (16)      | 20   |        |
|                 | $100 < v \leq 200$ | (10)        | 12   |        |           |      |        |

### 4.1.4 Golfslijtage

Tabel 4.1.4 Maximale golfslijtage op spoorstaven

| Golflengtebereik | OW<br>[mm] | IW<br>[mm] | OAW<br>[mm] |
|------------------|------------|------------|-------------|
| 30-100 mm        | 0,03       | n.v.t.     | n.v.t.      |
| 100-300 mm       | 0,15       |            |             |
| 300-900 mm       | 0,25       |            |             |