

**Normdocument
Beheer en onderhoud
Regionaal spoor van de
RijnGouwelijn**

**Eisen aan het ontwerp van het
tramsysteem vanuit het aspect
onderhoudbaarheid en beheerbaarheid**



Colofon

Titel	Concept normdocument Beheer en Onderhoud Regionaal spoor RijnGouwelijn
Kenmerk	http://idms/livelink/livelink.exe?func=ll&objId=272311028&objAction=browse&viewType=1
Auteur	Rene Beusmans
Status	In bewerking
Versie	0.02
Datum	13 april 2011

Vaststelling Document

Naam en functie	Handtekening voor akkoord	Datum
Naam en functie	Handtekening voor vaststelling	Datum

Versiehistorie document

Versie	Datum	Opmerkingen/wijzigingen
0.01	03-04-2011	Opzet normdocument
0.02	04-04-2011	Aangeboden voor review
0.03	04-05-2011	Toegevoegd hoofdstuk beheer- en onderhoudaspecten vertrambare busbaan
0.04	29-06-2011	Toegevoegd hoofdstuk Overdrachtsdocumentatie

Geplande doorontwikkeling

Versie	Datum	Omschrijving ontwikkelpunt
2.0		1. Opstellen eisen aan het ontwerp vanuit het aspect veiligheid, gezondheid, omgeving en milieu (RAMSHEC; bodemwaarden) 2. Aanvullen eisen aan het ontwerp van materieel en VL systemen vanuit het aspect onderhoudbaarheid en beheerbaarheid

Trefwoorden en gebruikte afkortingen

Buitendienststelling, enkelsporig en dubbelsporig	Uit exploitatie genomen enkel of dubbel spoor
FMECA	Failure Mode, Effects and Criticality Analysis
Levensduur	Technische levensduur: de periode waarin een object in staat is om de vereiste functies te vervullen. Economische levensduur: de periode waarin de gemiddelde levensduurkosten voor de instandhouding van een object minimaal is.
Life Cycle Costs (LCC)	Kosten van ontwerp, bouw, exploitatie en sloop van assets
Life Cycle analysis (LCA)	Evaluatie van ontwerpvarianten op basis van levensduurkosten
Objectsoortencatalogus	De opbouw van een tramsysteem uit gestandaardiseerde objectsoorten De objectsoortencatalogus is in gecodeerde vorm de sleutel voor het uitwisselen van objectgegevens en objectdocumentatie.
Onderhoud, Exploitatiegerelateerd	Verzorgend, dagelijks onderhoud voor het waarborgen van veilige berijdbaarheid en beschikbaarheid, onderverdeeld in: <ul style="list-style-type: none"> • Storings afhankelijk Onderhoud (SAO); • Inspectie Onderhoud (IO); • Toestands afhankelijk Onderhoud (TAO); • Periodiek Onderhoud (PO) • Gebruiks afhankelijk Onderhoud (GAO).
onderhoud Niet-exploitatiegerelateerd	Vervangingsonderhoud en revisie-onderhoud
RAMS (Reliability Availability Maintainability Safety)	RAMS is het acroniem voor de prestatie-eisen: betrouwbaarheid, beschikbaarheid, onderhoudbaarheid en veiligheid aan een railinfra systeem.
Systems Engineering	Een methode voor de beheersing van complexe projecten en wordt gekenmerkt door werkzaamheden op basis van een programma van eisen (expliciet werken)
Tram Vrije Periode (TVP)	Equivalent van een buitendienststelling.

Inhoudsopgave

1.	TOELICHTING.....	8
1.1.	Aanleiding.....	8
1.2.	Doel van het normdocument	8
1.3.	Structuur van het normdocument.....	8
1.4.	Normdocument in relatie tot PVE 4.0.....	11
1.5.	Verantwoording.....	11
DEEL 1 ONDERHOUDBAARHEID		12
2.	ONTWERPRICHTLIJN INFRA.....	12
2.1.	Hoofdsysteem	13
2.1.1.	RAM-LCC dossier.....	13
2.1.2.	Eenvoud.....	13
2.1.3.	Standaardisatie	14
2.1.4.	Modulariteit, testbaarheid en demontagesnelheid.....	14
2.1.5.	Voormontage	14
2.1.6.	Indenticatie.....	15
2.1.7.	Monitoring, diagnose en besturing op afstand.....	15
2.1.8.	Functieherstel duur (FHD)	16
2.1.9.	Robuustheid (Exogene factoren)	16
2.1.10.	Aarding en veilige onderhoudbaarheid.....	17
2.1.11.	Inzetplaatsen en opstelplaatsen	17
2.1.12.	Onderhoudvensters en buitendienststelling	17
2.1.13.	Werkzones	18
2.1.14.	Nutsvoorzieningen	18
2.1.15.	Reiniging, opvang en verwerking vuilwater en slib.....	19
2.1.16.	Reservedelen.....	19
2.1.17.	Onderhoudbaarheid kunst	19
2.1.18.	Inspectie buiten PVR	20
2.1.19.	Toegankelijkheid voor onderhoud en vernieuwing	20
2.1.20.	Speciale onderhoudsgereedschappen en materieel	20
2.1.21.	Tegengaan vervuiling en graffiti.....	20
2.1.22.	Reinigbaarheid.....	21
2.1.23.	Levensduur en duurzaamheidsrelaties.....	21
2.1.24.	Life cycle costing.....	21
2.1.25.	Conditie en gebruik	21
2.1.26.	Sanering en hergebruik (recycling).....	21
2.1.27.	Instandhoudingsspecificaties RAM.....	21
2.1.28.	Instandhoudingsspecificaties veilige berijdbaarheid.....	22
2.1.29.	Documentatie, tekeningen en specificaties	22
2.2.	Draagsysteem	23
2.2.1.	Duurzaamheid.....	23
2.2.2.	Zettingsvrije plaat.....	23
2.2.3.	Overgangsconstructies	23
2.3.	Geleidingsysteem	24
2.3.1.	Alignement en spoorafstand	24
2.3.2.	Spoorconstructie en spoorstaafprofiel	24
2.3.3.	Wisselconstructie	25



2.3.4.	Elektrische scheidingsglas.....	25
2.3.5.	Wegdek (bevloering).....	26
2.3.6.	Overwegen (buitenstedelijk gebied)	26
2.4.	Tractie energievoorzieningsysteem	26
2.5.	Beveiliging- en beheersingsysteem	26
2.6.	Transfersysteem	27
2.7.	Overige systemen	27
2.7.1.	Ondergrondse infra	27
2.7.2.	Bewaking en toegang tot terreinen	28
3.	VEILIGHEIDSANALYSE INFRA.....	29
3.1.	Veiligheidsanalyse ontsporen	30
3.2.	Veiligheidsanalyse electrocutie	34
3.3.	Veiligheidsanalyse werken nabij perronrand	36
3.4.	Veiligheidsanalyse reizigers en derden	36
3.5.	Veiligheidsanalyse werken binnen PVR	36
4.	ONTWERPRICHTLIJN MATERIEEL.....	37
4.1.	Draagsysteem	37
4.1.1.	Ontwerpverantwoording asbelasting	37
4.2.	Geleidingsysteem	37
4.2.1.	Ontwerpverantwoording asbelasting	37
4.2.2.	Ontwerpverantwoording wielband profiel.	37
4.2.3.	instandhoudingsspecificatie wielband.....	38
4.2.4.	Conditie monitoring	38
4.2.5.	Geleiding en tractie	38
4.3.	Tractie energievoorzieningsysteem	38
4.3.1.	Ontwerpverantwoording stroomafnemer.	38
4.3.2.	instandhoudingsspecificatie stroomafnemer	39
4.3.3.	Conditie monitoring	39
5.	VEILIGHEIDSANALYSE MATERIEEL.....	40
DEEL 2 BEHEERBAARHEID		41
6.	REFERENTIEKADER INPASSING STEDELIJKE INFRASTRUCTUUR	41
6.1.	Inleiding	41
6.2.	Doelstelling stedelijke inpassing is beheerbaarheid.	41
6.3.	Algemene inrichtingseisen.	42
6.3.1.	Trambaan.....	42
6.3.2.	Dwarsprofiel	42
6.3.3.	Kruispunten.....	43
6.3.4.	Materialisatie	43
6.3.5.	Maatvoering en dwarsprofielen (maten zijn fictief)	44
6.3.6.	Dwarsprofiel gemengd gebruik trambaan ntb	44
6.3.7.	Dwarsprofiel gemengd gebruik tram-/busbaan ntb	46
6.3.8.	Dwarsprofiel gemengd gebruik trambaan met middenmast ntb	46
6.3.9.	Verlichting	46
6.3.10.	Bomen en obstakels langs trambaan en op haltes.....	47
6.3.11.	Keer- en eindpunten, inhaalsporen.....	48
6.3.12.	Rotondes.....	48



6.3.13.	Tram - snelheidsremmende maatregelen voor overig verkeer.....	48
6.3.14.	Tram en motor/bromfiets	48
6.4.	Geleidingssysteem	49
6.4.1.	Spoorafstand.....	49
6.4.2.	Horizontale boogstralen en bochtverbreding.....	49
6.4.3.	Verticale boogstralen en hellingen.....	49
6.5.	Tractie energievoorzieningssysteem	50
6.5.1.	Doorrijhoogte	50
6.6.	Transfersysteem	50
6.6.1.	Tramhaltes - locaties.....	50
6.6.2.	Tramhalte - inrichting	50
7.	REFERENTIEKADER INPASSING INFRASTRUCTUUR BUITENGEBIED (SNELTRAM) 53	
7.1.	Algemeen.....	53
7.2.	Haltes	53
7.3.	Boogstralen en hellingen.....	53
7.4.	Dwarsprofiel vrije trambaan (met middenmast) ntb.....	54
DEEL 3 VERTRAMBARE BUSBAAN		55
8.	BEHEERBAARHEID EN ONDERHOUDBAARHEID VERTRAMBARE BUSBAAN..	55
DEEL 4 OVERDRACHTSDOCUMENTATIE		56
9.	OVERDRACHTSDOCUMENTATIE TRAMSISTEEM	56
9.1.	Verwerven eigendom.....	56
9.1.1.	Beschikkingen van overheden.....	56
9.1.2.	Transacties onroerend goed.....	56
9.1.3.	Eigendom en beheer	57
9.1.4.	Objectovereenkomsten.....	57
9.1.5.	Voorzieningen/ objecten van RGL op terrein van derden.....	57
9.1.6.	Kabels en leidingen RGL op terrein derden	57
9.1.7.	Contractdocumenten	57
9.1.8.	Voorlopige/informele overdracht deelsystemen en tijdelijk beheer	58
9.2.	Acceptatie.....	58
9.2.1.	Prestatiemanagement.....	58
9.2.2.	Safetymanagement.....	59
9.2.3.	Kwaliteitsmanagement.....	59
9.3.	Instandhouding, systeemniveau	59
9.3.1.	Systeemontwerp, Functioneel objectenmodel en specificatie.....	59
9.3.2.	FO, Functioneel ontwerp	60
9.3.3.	TO, Technisch ontwerp.....	60
9.3.4.	Handleiding voor gebruiker.....	61
9.3.5.	Handleiding voor beheer.....	61
9.3.6.	Handleiding voor onderhoud (onderhoudsconcept, onderhoudsplan)	61
9.3.7.	Handboeken en documentatie	63
9.3.8.	Objectenlijst/voorraad/bestellijst van uit te wisselen onderdelen	63
9.3.9.	Aanleveren informatie voor Asset Management systeem SB	63
9.3.10.	Aanleveren informatie voor Asset Management systeem TB/OB	63
9.3.11.	Opleiding (test en proefbedrijf)	64

9.4.	Instandhouding, subsysteemniveau.....	64
BIJLAGE 1.	NORMDOCUMENT EN RELATICS	65
BIJLAGE 2.	ONDERHOUDSCONCEPT	66
BIJLAGE 3	RESERVERING	69
BIJLAGE 4	VERKENNING BUSBAANSPECIFICATIES	70
BIJLAGE 5	OVERDRACHTSDOCUMENTATIE	74

1. Toelichting

1.1. Aanleiding

Het normdocument Beheer en Onderhoud RGL is bedoeld om in de ontwerpfasen, waaronder inpassingsvraagstukken, richting te geven aan het ontwerp vanuit de aspecten onderhoudbaarheid en beheerbaarheid. Het normdocument maakt onderdeel uit van het proces “borgen instandhoudingsbelangen”¹.

1.2. Doel van het normdocument

Het doel van het normdocument is om voorafgaand aan het ontwerpproces aan het Realisatieteam duidelijk te maken op welke aspecten het beheerteam de ontwerpen gaat reviewen en verifiëren.

1.3. Structuur van het normdocument

Het normdocument is van toepassing op alle infrastructuur inclusief exploitatiesystemen en materieel RGL. De eisen aan het materieelontwerp beperken zich vooralsnog tot de interfaces wiel/rail en stroomafnemer/bovenleiding en de desbetreffende instandhoudingsspecificaties.

Voor het opstellen van een normdocument is een beeld nodig van het te realiseren systeem. Als werkhypothese voor een werkend tramsysteem is onderstaande systeemdecompositie gemaakt. Deze werkhypothese dient gaandeweg het project geactualiseerd te worden.

Het hoofdsysteem infrastructuur bestaat uit systemen. Deze zijn waar nodig onderverdeeld in subsystemen. De opdeling van hoofdsysteem in systemen en subsystemen sluit aan bij de objectsoortencatalogus van DBI RGL, versie xx, d.d..

De eisen in dit document volgen de indeling:

1. Generieke eisen aan het ontwerp van de infrastructuur en exploitatiesystemen respectievelijk materieel als geheel; de hierin opgenomen eisen gelden onverkort voor alle onderscheiden systemen en subsystemen.
2. Specifieke eisen aan de systemen, waar nodig onderverdeeld in subsystemen.

Voor de systeemindeeling is gebruik gemaakt van de volgende definities **ntb**.

- A. Draagsysteem: spoordragende elementen
- B. Geleidingsysteem: daar waar het voertuig feitelijk overheen rijdt
- C. Energievoorzieningsysteem: dat wat nodig is voor energieopwekking vanuit het openbaar net
- D. Beheersingsysteem: verkeersleidingsysteem en afstandbesturing
- E. Beveiligingsysteem: alle elementen die nodig zijn voor treinbeveiliging en die geen onderdeel van het beheersingsysteem (Verkeersleiding) vormen

¹ Beheerplan, hoofdstuk **ntb**

- F. Transfersysteem: objecten die specifiek aan één halte toe te wijzen zijn én essentieel zijn voor de werking van de transferfunctie
- G. Communicatiesysteem: objecten voor spraak, data en beeld communicatie die niet gerelateerd zijn aan treinbeveiligingsfuncties
- H. Systemen voor monitoring, diagnose en besturing van installaties
- I. Ondersteunende systemen: overige systemen die in technische zin niet primair noodzakelijk zijn voor het vervoeren van passagiers

<u>Systemen</u>	Subsystemen (cf objectsoortencatalogus)
<u>A. Draagsysteem</u>	<ul style="list-style-type: none"> - grondlichaam - overgangsconstructies - kunstwerken (viaduct, brug, beweegbare brug, open bak)
<u>B. Geleidingssysteem</u>	<ul style="list-style-type: none"> - spoorconstructie en wegdek - wissels - kruisingen - overwegen - spoorbeëindigingen - ontsporingsgeleiding - spoortoestellen (compensatielas, ES las) -wisselverwarming - smeerinrichting
<u>C. Tractie- energie voorzieningssysteem</u>	<ul style="list-style-type: none"> - GS (gelijkrichterstation) - tractievoeding - bovenleiding - secundaire voeding (haltes, detectielussen, VRI)
<u>D en E. Beheersing- en beveiligingssysteem</u>	<ul style="list-style-type: none"> - verkeersleidingsysteem - sturing baan, sturing trein, sturing station - spoorbeveiliging - wisselstellers, - controle beweegbare brug, waterkeringen, bruggen
<u>F. Transfersysteem</u>	<ul style="list-style-type: none"> - Civiele constructie - Verticaal transport (lift, roltrap) - Outillage - Installaties (verlichting, overige e-installaties)
<u>G. Communicatiesysteem</u>	<ul style="list-style-type: none"> - Omroep en ontruiming installatie - camerasystemen (CCTV) - reisinfo (DRIS) - intercom (SOS zuil, liftintercom)
<u>H. Systemen voor monitoring, diagnose en besturing van installaties, niet behorende tot Beveiliging en Bediening</u>	<p>Monitoring en besturing van</p> <ul style="list-style-type: none"> - baaninstallaties: Tractie energievoorziening, baanschakelaars, wisselverwarming, beweegbare waterkeringen - halte-installaties: klokken, roltrappen, liften, verlichting - Veiligheidsvoorzieningen (brandmeldinstallaties, brandbestrijdingsinstallaties, noodgeleideverlichting)

<p><u>I. Ondersteunende systemen en Kunst</u></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Niet spoordragende kunstwerken - opstelvoorzieningen, terreinen en werkplaats - Voorzieningen Ondergrondse infra (kabelkokers ed) - geluidschermen en geluidwerende voorzieningen, - afscherming baan (hekwerven ed) - Overige voorzieningen - Kunstobjecten
---	--

Toelichting geleidingsysteem

- wisselverwarming is hier functioneel gedefinieerd als onderdeel geleidingsysteem, maar wordt technisch vaak gerekend tot het tractie-energievoorzieningssysteem
- wisselsteller lijkt onderdeel van geleidingsysteem, maar hoort functioneel bij beheersing en beveiliging.

Toelichting tractie energievoorzieningsysteem

- Functioneel gezien hoort secundaire voeding haltes bij tractie energievoorziening

Toelichting beveiligingsysteem

- Indeling van de functies van het trambeveiligingssysteem is onafhankelijk van het type treinbeveiliging.
- Optioneel: opdeling in knoop- en lijnbeveiliging **ntb**.
- Infra-tram communicatie kan verder opgedeeld worden in bakens, seinen, borden, etc.
- Kabelverbindingen hebben betrekking op de kabels tussen beveiligingselementen onderling, incl. voeding; voor dataoverdracht aan beheersingssysteem zie beheersingssysteem

Toelichting transfersysteem

- In het transfersysteem zijn die objecten meegenomen die specifiek aan 1 halte toe te wijzen zijn en essentieel zijn voor de werking van de transferfunctie; als essentieel wordt tevens gerekend het bieden van comfort aan wachtende reizigers
- DRIS, omroepinstallatie toegangspoortjes en CCTV zijn onderdeel van een separate systemen die voor alle haltes aan elkaar hangen en vormen daarom geen onderdeel van het transfer systeem
- De energievoorziening van de haltes wordt geïntegreerd met het meubilair/abri). Functioneel gezien hoort secundaire voeding bij tractie energievoorziening
- Bij outillage (meubilair) is uitgegaan van een (beperkt aantal typen) standaarduitrusting per halte.
- Bij Installaties is in de opdeling een groep voor overige w(erktuigbouwkundige)-systemen en overige e(lektrotechnische)-systemen opgenomen

Toelichting systemen voor monitoring, diagnose en besturing van installaties niet behorende tot beveiliging en bediening.

Feitelijk wordt met "installaties niet behorende tot Beveiliging en Bediening" de restcategorie bedoeld (volgens het principe van "ja, tenzij").

- Op afstand bedienbare vermogensschakelaars worden gebruikt bij calamiteiten, gepland en ongepland onderhoud
- Diverse veiligheidsvoorzieningen en tunneltechnische installaties. Voorzieningen die bij een kunstwerk (tunnel) horen, ook indien (een deel van) de fysieke installaties zich in de ruimte van de stationsgebouwen bevindt

Toelichting ondersteunende systemen

- Niet spoordragende kunstwerken zijn bijvoorbeeld keermuren langs het spoor en een viaduct over het spoor;
- ETG
- Geluidscherm
- Baanafscheiding (hekwerken)
- De opstelvoorzieningen betreffen objecten die specifiek voor opstelsporen zijn;
- Overige voorzieningen:
 - o Tailtracks
 - o Werkplaats
 - o Overige ntb
- Voorzieningen voor Ondergrondse infra (kabelkokers ed): de kabels zelf (communicatie/voeding) worden aan de desbetreffende systemen toebedeeld

<u>Materieel Systemen</u>	Materieel subsystemen
<u>1. Geleidingsysteem</u>	- wiel - draaistel aangedreven (meeloop) - draaistel niet aangedreven (motordraaistel)
<u>2. Tractie energievoorzieningsysteem</u>	- stroomafnemer -

1.4. Normdocument in relatie tot PVE 4.0

In het pve 4.0 is onderhoudbaarheid en beheerbaarheid met de aspecteisen “beheer” en “kwaliteit” gespecificeerd. In bijlage 1 is een voorstel uitgewerkt voor het actualiseren van de in Relatics vastgelegde eisen. **Te nemen besluit: vastleggen eisen in Relatics.**

Opmerking. Het handhaven van dit normdocument als een op zich zelf staand pve, vergelijkbaar met pvematerieel en pveconcessie is ongewenst. De reden heeft te maken met het eistype. Het normdocument legt aspecteisen op aan het ontwerp².

1.5. Verantwoording

- Opgesteld in afstemming met PORGL, DBI en RSV
- Vastgesteld door DBI: ntb
- Beheer van het document: IDMS map ntb

Teksten voorzien van Ntb worden in overleg met Realisatie en Exploitatie vastgesteld.

² De naam pveBeheer is dan ook onjuist, omdat daarmee de proceseisen van Beheer worden bedoeld.

DEEL 1 Onderhoudbaarheid

2. Ontwerprichtlijn Infra

In het ontwerpproces worden in diverse fasen variantenstudies uitgevoerd. In de vroege planfase zijn dit bijvoorbeeld inpassingsvarianten. Vervolgens worden in het voorlopig en definitief ontwerp functies gedefinieerd en functie-oplossingen gekozen. Uiteindelijk ligt met het bestek de technische specificatie vast, bijvoorbeeld het type spoorconstructie of materiaalkeuze van halte-meubilair³.

De ontwikkelde varianten worden beoordeeld op basis van Topdoelstellingen (T-eisen), waaronder de combinatie RAM-LCC⁴. De uitdaging voor PORGL is om een ontwerp te (laten⁵) maken dat precies voldoet aan deze combinatie van eisen. Deze combinatie zorgt namelijk voor een optimale prijs/prestatie verhouding⁶. De eisen in dit normdocument dekt de beheer- en onderhoudsaspecten af. De eisen worden direct of indirect afgeleid van het onderhoudsconcept. In het onderhoudsconcept wordt op basis van een gekozen onderhoudsstrategie de tijdvensters en frequentie van de diverse onderhoudstaken vastgelegd.

Doelstelling voor de eisen aan het ontwerp vanuit het aspect beheerbaarheid en onderhoudbaarheid:
maximaliseren van de RAM prestatie en minimaliseren van de levensduurkosten.

Uitgangspunt voor de eisen aan het ontwerp vanuit het aspect beheerbaarheid en onderhoudbaarheid:
onderhoudsconcept.

In bijlage 1 is het onderhoudsconcept RGL opgenomen. De eisen in dit document die direct gerelateerd zijn aan het onderhoudsconcept zijn *cursief weergegeven*.

Inpassing van het normdocument in het ontwerpproces vereist enig overleg. Het voorstel van het beheerteam is om met een “system breakdown” tot en met het niveau van objectsoortencatalogus en

³ Bij een DB contract wordt het bestek door de opdrachtnemer opgesteld en voorgelegd aan de opdrachtgever

⁴ De LCC prestatie wordt bepaald door de optelsom van investeringskosten en instandhoudingskosten in de exploitatiefase.

⁵ Onderdeel van de ingenieursdienst is het leveren van ‘n RAMS en LCC specificatie van een ontwerp

⁶ Een ontwerp met een hoge score op ” RAM” kan matig scoren op LCC (hoge investeringskosten, korte levensduur en onderhoudsgevoelig) en heet daarmee niet de voorkeur

bijbehorende systeemgrenstekening de analyse (en communicatie over) RAM-LCC prestaties in te richten. Hierbij is van belang dat de objectsoortencatalogus wordt opgebouwd uit objecten die hetzij de RAM prestatie bepalen (“availability killers”), hetzij dominant zijn voor de levensduurkosten (“cost drivers”).

2.1. Hoofdsysteem

2.1.1. RAM-LCC dossier

[1] De benodigde informatie voor het berekenen van de RAM en LCC prestatie bestaat uit:

- systeemgrenstekening (sporenlayout, samenstellingstekening,..)
- FMECA analyse
- Duurzaamheidsrelaties
- Instandhoudingsspecificaties

ntb

[2] De RAM-LCC prestatie wordt gedurende het ontwerpproces op de volgende momenten ntb geactualiseerd en vastgelegd in het RAM-LCC dossier⁷.

2.1.2. Eenvoud

Een effectieve manier om te komen tot minimale beheer- en onderhoudskosten is door het vereenvoudigen van het ontwerp. Een complex ontwerp is meestal duur en weinig robuust. Een wissel bijvoorbeeld maakt een ontwerp complex en bepaald in hoge mate de RAM prestatie en kosten. Vereenvoudiging van het ontwerp door geen wissels toe te passen heeft ook consequenties voor het draagsysteem, dat aan minder strenge eisen hoeft te voldoen, de besturing (geen wisselsteller) en tractie-energievoorziening (geen overnamepunten).

Het standpunt: “het beste wissel is geen wissel”, maakt nog het beste duidelijk dat het uitgangspunt van PORGL is: “geen wissel, tenzij”.

Een tweede voorbeeld van potentiële “availability killers” en “cost drivers” zijn de beveiliging- en bedieningssystemen. Niet alleen is de samenhang tussen infra, materieel en (draadloze) datacommunicatie verbindingen een complexe aangelegenheid, de tendens is ook dat de levensduur van de systemen steeds korter

⁷ RAM-LCC is onderdeel van de uitvraag ingenieursdiensten. DBI beheerteam maakt binnen PORGL schaduwberekeningen van RAM-LCC en legt de resultaten vast in het RAM-LCC dossier.

wordt en dan niet om reden van technische slijtage maar omdat kort na realisatie nieuwe functionaliteit gevraagd wordt (beperkte economische levensduur).

2.1.3. **Standaardisatie**

[1] De infrastructuur van het gehele tramnet dient opgebouwd te zijn uit standaardcomponenten zoals opgenomen in de objectsoortencatalogus van DBI RGL. Deze objectsoortencatalogus zal door het project worden uitgewerkt op basis van de hoofd -en subsysteemindeling **ntb** van hoofdstuk 1. Deze catalogus zal vervolgens worden overgenomen als objectsoortencatalogus RGL en vastgelegd in Relatics.

[2] de objectsoortencatalogus zal bestaan uit standaard constructies: **ntb** (wissels en wisselstellers, spoorconstructie, haltes, bovenleiding)

[3] het aantal constructietypen dienen tot een minimum beperkt te blijven

[4] De infrastructuur van het gehele tramnet dient opgebouwd te zijn uit standaard inbouwmethoden en dwarsprofielen zoals opgenomen in: **ntb**

2.1.4. **Modulariteit, testbaarheid en demontagesnelheid**

[1] De daarvoor in aanmerking komende systemen van de infrastructuur dienen modulair te zijn opgebouwd⁸;

[2] de functies van modules zijn testbaar;

[3] Modules dienen met een minimaal tijdsbeslag **ntb** te kunnen worden uitgewisseld.

2.1.5. **Voormontage**

Alle spoorsystemen, waaronder ook de spoor- en wisselconstructies worden als een module, compleet samengesteld, en op locatie aangeleverd. Spoor- en wisselconstructies worden voorgemonteerd in de fabriek en ter plaatse afgenomen (afnamekeuring). “Pas maken” in het werk is niet toegestaan.

⁸ Modulariteit van systemen heeft een grote invloed op de beschikbaarheid. Een defecte module uitwisselen gaat met eenvoudige gereedschappen en relatief snel omdat er voor de uitwisseling geen bijzonder vakmanschap vereist wordt (storingsdiagnose vindt elders plaats).

2.1.6. Indentificatie

[1] Objecten (bvl masten, haltes , secundaire voedingskasten, UPS **ntb**) worden uniek geïdentificeerd volgens een **ntb** coderingssysteem⁹.

[2] De drager van de code wordt fysiek aan het objectverbonden op een **ntb** wijze

[3] De drager van de code is een GPS baken (RFID tag)

2.1.7. Monitoring, diagnose en besturing op afstand

[1] Deelsystemen van de infrastructuur, **ntb** dienen te beschikken over monitoring- en diagnosesystemen die de benodigde informatie over faalgedrag (storingsmeldingen) en tijdsperiode genereren en de mogelijkheid bieden deze te communiceren naar de beheerder¹⁰.

[2] Deelsystemen van de infrastructuur **ntb** dienen het mogelijk te maken dat binnen **ntb** tijd een diagnose wordt gesteld over de bedrijfsvaardigheid en mogelijke storingsoorzaak van het betreffende deelsysteem

[3] De infrastructuur dient het mogelijk te maken de baan- en stationsinstallaties en voorzieningen op afstand te monitoren en besturen¹¹. Dit zijn o.m.

- tractie energie voorziening
- wisselverwarming en weerstation
- liften (Gouda: ProRail)
- roltrappen (Gouda: ProRail)
- verlichting, omroep, DRIS
- VRI's,
- blusvoorzieningen, beveiligde poorten
- Riolering (of pompinstallaties)

[4] De infrastructuur dient het mogelijk te maken dat communicatie plaatsvindt op basis van IP (internet protocol).

⁹ In overleg met DBI Geo-advies worden de objecten in het Areaal beheer systeem “DG Dialog” vastgelegd

¹⁰ Loggen van bedrijfstoestanden, lokaal en centraal uit te lezen, van **ntb** objecten (vergelijkbaar met POS systeem Strukton)

¹¹ Eis calamiteitenafhandeling

[5] Voor lijngebonden deelsystemen van de infrastructuur (lees spoor, bovenleiding, kabels & leidingen) dient de absolute ligging X,Y en Z van deze deelsystemen te zijn vastgesteld¹²

[6] Lijngebonden deelsystemen van de infrastructuur dienen te beschikken over monitoring- en diagnosesystemen die de benodigde informatie over locatie en afwijkingen in de geometrie (en idem voor bvl, kabels en leiding) en tijdsperiode genereren en de mogelijkheid bieden deze te communiceren naar de beheerder.

[7] Deelsystemen in de nabijheid van lijngebonden deelsystemen met risico om binnen het profiel van vrije ruimte te geraken, dienen te beschikken over monitoring- en diagnosesystemen die de benodigde informatie over afstand ten opzichte van het profiel van vrije ruimte en tijdsperiode genereren en de mogelijkheid bieden deze te communiceren naar de beheerder.

2.1.8. Functieherstel duur (FHD)

Functieherstel bij falen als gevolg van endogene factoren.

*Bij falen als gevolg van endogene oorzaken dient functieherstel van de infrastructuur plaats te vinden binnen een functieherstelduur van **ntb** 30 minuten exclusief aan- en afrijtijden¹³. Endogene factoren zijn (niet gelimiteerd):*

- Ouderdomslijtage en gebruikslijtage
- On doelmatig gebruik
- On doelmatig onderhoud

Functieherstel bij falen als gevolg van exogene factoren

*Bij falen als gevolg van externe oorzaken dient functieherstel van de infrastructuur plaats te vinden binnen een functieherstelduur van **ntb** 30 minuten exclusief aan- en afrijtijden. Exogene factoren zijn (niet limitatief):*

- Aanrijding
- Blikseminslag
- vandalisme

2.1.9. Robuustheid (Exogene factoren)

¹² Vergelijkbaar met PVS (permanente vastlegging sporen)

¹³ Deelsystemen van de infrastructuur dienen een zo kort mogelijke hersteltijd te hebben (onder meer door het toepassen van uitwisselbare modules)

Het infrasysteem is in hoge mate **ntb** bestand tegen externe invloeden (exogene factoren)

- Verkeersongelukken (aanrijdingen), natuurgeweld (brand, blikseminslag, storm, water)
- Vandalisme en (koper)diefstal
- graffiti

2.1.10. Aarding en veilige onderhoudbaarheid

[1] De infrastructuur dient vanuit veilige onderhoudbaarheid te zijn voorzien van een aardingsysteem met tenminste de volgende functionaliteiten:

- voorkomen van falen van het tramsysteem als gevolg van elektromagnetische beïnvloeding en hogere harmonische signalen
- voorkomen van schade als gevolg van zwerfstromen
- het voorzien in een gedefinieerde route voor lekstromen uit de retourstromen van tractie-installaties
- de elektrisch geleidende onderdelen dienen zowel onderling als ten opzichte van de aarde vereffend in potentiaal te zijn
- bescherming van personen tegen elektrische schokken bij het aanraken van elektrotechnische en elektromechanische installaties (aanraakveiligheid)
- beschermen van de infrastructuur en zich daarin **bevindende personen** tegen blikseminslag (elektrische ontladingen in de atmosfeer)

2.1.11. Inzetplaatsen en opstelplaatsen

De infrastructuur dient langs de lijn voorzieningen te bieden voor:

[1] het inzetten van niet-railgebonden voertuigen

[2] parkeerplaatsen voor personenauto's en werkbussen van het onderhoudspersoneel

2.1.12. Onderhoudvensters en buitendienststelling

[1] De infrastructuur dient gepland onderhoudbaar te zijn binnen de volgende tijdvensters **ntb**:

- *exploitatiegebonden (dagelijks) onderhoud: per kalendermaand bruto vier aaneengesloten nachturen per etmaal op ma/di; di/wo, wo/do; do/vr;*
- *niet-exploitatiegebonden (groot) onderhoud¹⁴:*

¹⁴ De aanliggende trace's blijven gedurende het groot onderhoud beschikbaar voor de dienstregeling

- *trace west: 24 uur per etmaal gedurende x vrij programmeerbare dagen per jaar.*
- *Tracé stedelijk (Leiden): 24 uur per etmaal gedurende x vrij programmeerbare dagen per jaar.*
- *Trace oost: 24 uur per etmaal gedurende x vrij programmeerbare dagen per jaar.*

toelichting:

- A. *het geplande onderhoud valt niet onder het budget niet-beschikbaarheid.*
- B. *Het daadwerkelijk gebruik van onderhoudsvensters wordt in een TVP¹⁵ claim vastgelegd.*
- C. *de beschikbare nachturen zijn afhankelijk van exploitatietijd + in- en uitruktijd en varieert per traject*

[2] De infrastructuur dient het mogelijk te maken dat onderhoud zoveel mogelijk in enkelsporige buitendienststellingen kan plaatsvinden

Toelichting: hieruit volgt de minimaal benodigde spoorafstand

2.1.13. Werkzones

De spoorinfra wordt ingedeeld in werkzones volgens het vigerende OVS van ProRail (OVS271). Identificatie van een werkzone en de werkzonegrenzen zijn fysiek herkenbaar in de infra en op schaaltekening vastgelegd. Voor de beveiliging van een werkzone zijn de volgende voorzieningen aangebracht:

- Kortsluitpunten
- Bovenleidingschakelaars
- **ntb**

De locaties van de voorzieningen zijn in gecodeerde vorm op de schaaltekening vastgelegd.

2.1.14. Nutsvoorzieningen

Levering van nutsvoorzieningen voor beheer en onderhoud is standaard op ecologische basis.

Tapwater

- Voor tapwater wordt gebruik gemaakt van regen- of slootwater. Tapwater wordt zo mogelijk hergebruikt.

¹⁵ TVP: TramVrijePeriode

- Tapwater wordt gebufferd **ntb**.
- Voor het aanvullen van tekorten is er een aansluiting op het waterleidingnet. Voor het overpompen van tapwater in een tankwagen is er een pompvoorziening met een opvoerhoogte van **ntb**
- Tappunten staan op de volgende locatie(s) **ntb**
- Halte-meubilair wordt gereinigd met osmosewater (procedure haltereiniging PZH)

Electra

- Voor terreinverlichting wordt gebruik gemaakt van **ntb**

2.1.15. Reiniging, opvang en verwerking vuilwater en slib

Voor het reinigen van de sporen, het wegdek en overige objecten in een stedelijke omgeving zijn de plaatselijke verordeningen van toepassing¹⁶.

Het afstromend regenwater van spoor en bovenleiding is licht verontreinigd en wordt onder de volgende bepalingen aan het riool gekoppeld / ontkoppeld **ntb**.

Voorzieningen:

- Vuilwatertank (omvang **ntb**)
- slibtank (omvang **ntb**)

2.1.16. Reservedelen

[1] De infrastructuur, exploitatiesystemen en materieel bestaat uit deelsystemen waarvan de levering van reservedelen:

- door minimaal 2 leveranciers
- gedurende minimaal x **ntb** jaar

gegarandeerd is;

[2] Verwerving van reservedelen valt binnen de scope van het project.

[3] strategische reservedelen en voorraad is ongewenst. Definitie van strategisch reservedelen: systeemkrische onderdelen die niet voldoen aan eis 1

2.1.17. Onderhoudbaarheid kunst

¹⁶ Gemeente Leiden: handboek kwaliteit openbare ruimte, maart 2011, par 3.4.14 riolering, par. 3.4.15 duurzaam bouwen

De eisen aan kunst zijn:

- Registratie van eigendom(situatie) PZH
- het kunstobject is identificeerbaar en gecodeerd;
- De code en locatie is in een register vastgelegd;
- Voldoet aan **ntb** RAM en LCC eisen
- Voldoet aan veiligheidseisen voor reizigers en omgeving
- Voldoet aan saneringseisen en eisen aan verwijdering bij disfunctioneren
- Duurzaamheidseisen: welke levensduur heeft kunst en waaraan is deze gekoppeld (contracten met de gemeente, met de kunstenaar etc);
- Onderhoudsplan met de eisen voor dagelijks onderhoud
- Vervangingsplan met de eisen voor herstel en vervanging
 - Beschikbaarheid van sjablonen voor het maken van copyen
 - Reservedelen geleverd door de kunstenaar of derden **ntb**

2.1.18. Inspectie buiten PVR

De infrastructuur dient zo te zijn ontworpen dat inspectie kan plaatsvinden buiten PVR met uitzondering van **ntb**

2.1.19. Toegankelijkheid voor onderhoud en vernieuwing

*De infrastructuur dient binnen x **ntb** minuten toegankelijk te zijn voor inspectie, herstel, onderhoud en vernieuwing*

2.1.20. Speciale onderhoudsgereedschappen en materieel

[1] De infrastructuur en exploitatiesystemen is onderhoudbaar zonder speciale onderhoudsgereedschappen en materieel (hulpmiddelen voldoen aan het “standaard tenzij” principe);

[2] Indien voor het beheer en onderhoud van deelsystemen bijzondere voorzieningen nodig zijn (gereedschappen en meetinstrumenten) dienen deze gelijktijdig bij de aanschaf van de deelsystemen te worden geleverd. Voor het toepassen dient vooraf goedkeuring verkregen te worden van de strategisch beheerder. Verwerving van hulpmiddelen valt binnen de scope van het project.

2.1.21. Tegengaan vervuiling en graffiti

- De infrastructuur dient zo te zijn ontworpen en uitgevoerd dat vervuiling door

ongedierte, zwerfvuil en graffiti zoveel mogelijk wordt voorkomen

Toelichting: vermijden van randen, richels en gaten

- Worteldoeken onder schouwpaden

2.1.22. Reinigbaarheid

De objecten die schoon en rein gehouden moeten worden zijn:

- op een ergonomische manier bereikbaar en te onderhouden;
- met ecologische middelen reinigbaar
- zijn voorzien van een “graffitiproof” oppervlaktelaag die bestendig is tegen schoonmaken onder hoge druk, met oplosmiddelen etc.

2.1.23. Levensduur en duurzaamheidsrelaties

Van deelsystemen en componenten van de infrastructuur is:

- de theoretisch technische levensduur bekend en aantoonbaar in de praktijk
- de duurzaamheidsrelatie (degradatiesnelheid) bekend en aantoonbaar in de praktijk.

2.1.24. Life cycle costing

Ontwerp, aanleg, beheer en onderhoud van infrastructuur dient plaats te vinden op basis van life-cycle costing

2.1.25. Conditie en gebruik

Van geselecteerde componenten en systemen kan de conditie en gebruiksduur worden vastgesteld met standaard (meet-)middelen.

2.1.26. Sanering en hergebruik (recycling)

- Materiaalkeuze en (de-)montagemethoden zijn zoveel mogelijk gericht op hergebruik;
- Voor sanering en vernietiging van materialen worden methoden aangedragen die voldoen aan vigerende wet en regelgeving

2.1.27. Instandhoudingsspecificaties RAM

De geselecteerde componenten en systemen beschikken over

instandhoudingsspecificaties waaruit blijkt binnen welk afstelgebied de gevraagde

functies beschikbaar zijn¹⁷.

2.1.28. Instandhoudingsspecificaties veilige berijdbaarheid

De geselecteerde componenten en systemen beschikken over instandhoudingsspecificaties waaruit blijkt binnen welk afstelgebied het systeem veilig gebruikt kan worden.

2.1.29. Documentatie, tekeningen en specificaties

[1] documentatie voor de tactisch beheerder

[2] documentatie voor de operationeel beheerder

De eisen aan de overdrachtdocumentatie en overdrachtsproces zijn vastgelegd in (conform 000055)/ **ntb**

¹⁷ Instandhoudingsspecificaties zijn de kwaliteitseisen voor output sturing

Ontwerprichtlijn systemen Infra

2.2. Draagsysteem

2.2.1. Duurzaamheid

Het draagsysteem dient een zodanige (rest)zetting te hebben dat het voor het geleidingssysteem mogelijk is om gedurende < n.t.b. de levensduur> aan de comfort- en veiligheidsnormen voor de spoorligging te voldoen.

Toelichting: Verzakkingen zijn niet onbeperkt te compenseren in het spoorstelsel. Nastelbaarheid van de spoorconstructie is begrensd. Daarmee dient in de draagconstructie rekening te worden gehouden.

2.2.2. Zettingsvrije plaat

Zettingsvrije plaat wordt op (de overgang in) ondergronden toegepast voor:

- het borgen van de geleidbaarheid van de spoorconstructie
- het borgen van het rijcomfort

Zettingsvrije plaat heeft als voordelen:

- verlengt de levensduur van de spoorconstructie
- minimaliseert het liggingsonderhoud

2.2.3. Overgangsconstructies

[1] Het draagsysteem dient de overgang van constructies met verschillend zettingsgedrag zo te laten verlopen dat bij zettingsverschillen de vlakheid van de bovenkant spoorstaaf kan worden gewaarborgd

[2] De levensduur van een overgangsconstructie is minimaal gelijk aan de levensduur van het aangrenzende draagsysteem, niet zijnde een kunstwerk (casco)

[3] Het onderhoud aan de overgangsconstructie (waaronder liggingsonderhoud) vereist geen andere methoden, hulpmiddelen, materieel en gereedschappen als gebruikelijk bij het onderhoud aan een grondlichaam.

[4] Overgangsconstructies in de onderbouw van wissels zijn niet toegestaan.

2.3. Geleidingsysteem

2.3.1. Alignement en spoorafstand

[1] Spoorgeometrie: het alignement moet zodanig zijn dat instandhouding kan worden uitgevoerd met minimaal liggingsonderhoud (toepassen van zettingsvrije plaat, overgangsconstructies. Het alignement wordt met lengteprofielen vastgelegd¹⁸.

[2] Verticale boogstralen worden gestandaardiseerd in de volgende klassen: **ntb**

[3] Horizontale boogstralen worden gestandaardiseerd in de volgende klassen: **ntb**

[4] Het draagsysteem dient geschikt te zijn voor een geleidingsysteem met een spoorafstand tussen de hoofdsporen in rechtstand van 4.00 m voorkeursmaat

Opmerking. De boogstralen zijn zodanig bepaald dat:

- a. er voldoende grip is, waarbij het gebruik van zand niet is toegestaan (behalve voor het maken van een noodstop).
- b. booggeluid en trilling wordt voorkomen waarbij het gebruik van smeermiddelen (behalve water) niet is toegestaan.

2.3.2. Spoorconstructie en spoorstaafprofiel

[1] Er worden drie gestandaardiseerde spoorconstructies toegepast op basis van de volgende profielen.

- a) UIC54 (BS, transitie)
- b) Ri 59n (NS buitenstedelijk)
- c) S49 (NS stedelijk)

Voor specificatie van de spoorconstructies zie typetekeningen **ntb**.

[2] toepassen van duurzame materialen, bijvoorbeeld kopgehard staal (Dillidur) in bogen en op remplaatsen

[3] De overgang tussen rechtstand en boog is altijd met een overgangsboog van een **ntb** type.

¹⁸ Met lengteprofiel of PVS (permanente vastlegging spoor) wordt hetzelfde bedoeld

[4] groefrail toegepast in bogen en overgangsbogen wordt ongeacht de boogradius vorgebogen.

[5] spoortoestellen (compensatieklassen ed) moeten zo minimaal mogelijk worden toegepast.

[6] Er is een standaard voor een overwegconstructie (onderbouw, spoorconstructie en wegdek)

2.3.3. Wisselconstructie

[1] Er wordt één (1) standaard wissel toegepast (zie typetekening **ntb**). De standaard betreft:

a) Hoekverhouding

[2] wissels worden uitsluitend in rechtstand spoor toegepast

[3] In de wisselconstructie worden geen meegebogen elementen toegepast.

[4] Samengestelde wissels (overloopwissels en kruiswissels) bestaan uit dezelfde standaard **ntb** enkel wissel en uit een **ntb** standaard verbindingselement (overloop of kruis). Van samengestelde wissels wordt een typetekening gemaakt (een samengesteld wissel wordt in zijn geheel vervangen).

[5] Wissels van het type “Engelsman” worden niet toegepast

[6] De infrastructuur dient zo te zijn ingericht dat wissels in hoofdsporen die in normale exploitatie in de punt bereden worden in rechtstand worden bereden, met uitzondering van splitsingen en de eindpuntstations

[7] Op kruispunten met overig wegverkeer worden geen wissels toegepast

[8] Bijsturingswissels

2.3.4. Elektrische scheidingslas

[1] Een elektrische scheidingslas wordt niet toegepast in (het bovenbeen van) bogen. Door de slijtage in een boog en het daarbij vrijkomend materiaalslijpsel kan de las

overbrugt worden , met als gevolg spoorbezetmelding.

[2] Een of tweezijdige /dubbele lassen (lassen in profiel) zijn in principe niet toegestaan.

2.3.5. Wegdek (bevloering)

[1] De keuze van materialisering van het wegdek is afhankelijk van:

- medegebruik van het wegdek (de zwaarste belastingscategorie)
- de vereiste theoretisch technische levensduur,
- de door de stad gebruikte materialisering welke aansluit aan het tramsysteem
- de onderhoudbaarheid (schadeherstel en overig onderhoud)
- de vervangbaarheid
- de wijze waarop de spoorconstructie wordt onderhouden (klein en vervangingsonderhoud)

[2] De stedelijke omgeving stelt eisen aan de levensduur (stadsregie): zie hoofdstuk referentiekader stedelijke inpassing

2.3.6. Overwegen (buitenstedelijk gebied)

[1] Er wordt één (1) standaard overwegtype toegepast voor wegverkeer en voor fiets- en voetgangersverkeer (zie typetekening **ntb**). De standaard betreft:

[2] meubilair

- wegverkeer: **ntb**
- fiets- en voetgangersverkeer: **ntb**

[3] zichtlijnen: **ntb**

2.4. Tractie energievoorzieningsysteem

[1] Er wordt één (1) standaard bovenleidingsysteem toegepast (zie typetekening **ntb**).

2.5. Beveiliging- en beheersingsysteem

[1] Er wordt één (1) standaard beveiligingsysteem toegepast (zie typetekening **ntb**)

[2] Signalering (en optioneel een ingreep) wordt alleen toegepast als er onvoldoende

vrij zicht is. Bij voldoende vrij zicht volstaat een voorrangsregel.

[3] bijsturingsswissels worden handmatig bediend

[4] Gekoppelde wissels kunnen afzonderlijk van elkaar worden getest

2.6. Transfersysteem

[1] Er wordt één (1) standaard halte toegepast (zie typetekening **ntb**).

[2] haltes worden uitsluitend in rechtstand spoor toegepast

[3] haltes worden gefundeerd op zettingsvrije plaat en verbonden aan de onderbouw van het geleidingsstelsel (voorkomt liggingsonderhoud tbv regulering instapspleet).

[4] halte-meubilair is vandalisme en graffiti "proof";

[5] Halte-meubilair bestaat uit één of maximaal twee standaardconfiguraties.

[6] De energievoorziening van de haltes worden geïntegreerd met het meubilair/abri).

[7] Haltes voldoen aan de eisen van branding "R-Net"

Opnemen/refereren aan pve haltes PZH

2.7. Overige systemen

2.7.1. Ondergrondse infra

[1] Scheiding van ondergrondse infra (o.a. riolering) en tramtracé

[2] Kabels en kabelkruisingen worden in vrij toegankelijke kabelkokers of gelijkwaardig, aan een zijde, naast de trambaan gelegd¹⁹.

[3] Infrastructuur dient zo te zijn uitgevoerd dat werkzaamheden aan ondergrondse infra in exploitatiefase geen hinder voor tramverkeer heeft.

¹⁹ Gemeente Leiden: Handboek kwaliteit en ruimte; par 3.4.2 nutsvoorzieningen

[3] Toekomstvastheid. Ruimtereservering in kabelkokers om kabels bij te kunnen plaatsen.

[4] Identificatie. Het kabel en leidingtracé dient duidelijk geïdentificeerd te zijn en het moet mogelijk zijn om de actuele status te monitoren zonder te hoeven graven.

2.7.2. Bewaking en toegang tot terreinen

De toegankelijkheid van de Infrasystemen wordt ingedeeld in **ntb** categorieën (publiek toegankelijk, geautoriseerd personeel).

3. Veiligheidsanalyse infra

Het ontwerp wordt beoordeeld aan de hand van de in SMP [...] vastgelegde veiligheidsaspecten.
De resultaten worden vastgelegd in een V&G plan ontwerpfase.

Afspraken na.v. overleg 5 juli met Ronald Damstra

1. Leg in normdocument werkregimes vast.

- a. Enkelsporige BD
 - BVL spanning voerend
 - BVL spanningsvrij
- b. Dubbelsporig BD
 - BVL spanning voerend
 - BVL spanningsvrij

- c. Beheerste Toelating
- d. Toezichhouder
- e. Persoonlijke waarneming

Met voor elk regime een specificatie van:

- de werkplek
- de wijkplaats
- de veiligheidsvoorzieningen (hekwerk, gegarandeerde waarschuwinginstallatie, etc)

Te gebruiken bronnen:

- LRTC: 70 cm sicherheitsraum
- Normenkader veilig werken (info Railalert)
- Normen kader veilig werken: concepttekst van Hans Hoogeveen

2. Bepaal wie verantwoordelijk is voor opstellen V&G ontwerpplan. Rol van SB en TB (zie contractbeheerplan). Deze persoon levert producten:

- a. Veiligheidsanalyse baanwerker
- b. Veiligheidsanalyse baanwerker mbt electrocutie
- c. LRI

3. Ontwikkel Instandhoudingsspecificaties voor de baanparameters genoemd in SMP. Ga voor spoorlijtage uit van LRTC opgave, verdere bronnen zijn OHD0022 ProRail en Delta Rail onderzoek. [Uitdaging voor beheer is het bepalen van normen die praktisch haalbaar zijn: dwz:](#)

- a. Voorspelbare degradatie (betrouwbare systeemrelatie)
- b. Visueel waarneembaar en/of met eenvoudige meetinstrumenten

- c. Bandbreedte voldoende ruim, zodat meetfrequentie laag kan blijven (bij toestandsafhankelijk onderhoud)
- d. Voldoende afstel mogelijkheden

3.1. Veiligheidsanalyse ontsporen

Beheerder regionaalspoor infra, SMP H5, tabel 3, p22,

incident ontsporen

type

eis aangeven welke liggingcondities van de baan gelden en aantonen dat deze gehandhaafd blijven.

Ontsporing is onderdeel van aspect veilige berijdbaarheid van het spoor.

Bij uitwerking kun je de volgende in de gaten houden: zijn voor dit aspect de onderhoudseisen en handhaving ervan gedefinieerd en vastgelegd?

In de eerste instantie worden “de voorwaarden waar een spoorstaaf aan moet voldoen om ten alle tijden voldoende wiel-rail contact te garanderen” gedefinieerd. In de onderstaande staat bv PVS (vastlegging van fysieke parameters van het spoor, welke gemonitord moeten worden), meetpunten, meetresultaten/toleranties etc, en de bijbehorende documentatie. Maar ook alle zaken uit punt 2.

In vastlegging van de parameters zit een nauwe interactie met de infraontwerper: afstemming ev. voorstellen voor waarden, maar OOK de overdracht bij oplevering en beheer van documentatie in exploitatiefase. De kwaliteitsaspecten van samenwerking tussen infraontwerper en beheerder, overdracht en beheer van dossiers, alsmede de werkwijze bij ingrijpende infrastructuurwijzigingen worden vastgelegd in DeelSafetyCase Beheer, hoofdstuk kwaliteit, en worden meegenomen in de uitwerking van VZS. De (interne en externe) afstemming en vastlegging in het kader van veiligheid wordt vastgelegd in hoofdstuk veiligheidsmanagement.

In de tweede instantie wordt bepaald “hoe deze voorwaarden gehandhaafd worden bij onderhoud”. Hier gaat het over werkwijzen, technische middelen, procedures, rapportages, logfiles, audits, allerlei plannen, etc. Een mooie overzicht ervoor staat in punten 6-9

De fysieke paramenteren zelf zijn met name van belang richting PvE aan tactisch en

operationeel beheerder. Dit is een vrij technisch verhaal dat uitgebreid bekeken en vastgelegd moet worden bij ontwerp en aanpassing, maar verder eigenlijk niet zo vaak beschouwd hoeft te worden in de exploitatiefase. In de exploitatiefase ligt de nadruk meer op de handhaving, mede omdat er ook duidelijke interactie ligt met de vervoerder, omgeving (wegverkeer en omwonenden) en externe toezichthouders. Aan de hand van gekozen wijze van handhaving kan input geleverd worden voor aspect veilige berijdbaarheid liggingscondities VZS op het niveau van vervoersysteem, en de plannen die door DBI geschreven worden. Daarnaast heb je wederom input voor PvE richting tactisch beheerder ten aanzien van concrete procedures, etc.

Voor VZS kun je kijken naar de voorbeeld van ProRail, waar in de hoofdtekst bv de verantwoordelijkheden binnen de Demming cirkel beschreven zijn en in de bijlage een overzicht van bijbehorende documentatie geleverd wordt (procedures, normdocumenten) en een risicoanalyse, waarin onder anderen het aspect veilige berijdbaarheid wordt geadresseerd.

-om deze analyse volledig af te ronden is een systeembeschrijving van alle systemen, processen en organisaties, en bijbehorende raakvlakken binnen de scope van DBI nodig. In wezen loopt de opstelling van deze systeembeschrijving deels parallel aan het opstellen van de analyse, omdat je pas een volledig beeld van een onderhoudswerkzaamheid krijgt als je ook veiligheidsaspecten in beeld hebt. De te onderhouden systemen worden beschreven door de ontwerpers, de werktuigen, etc om te kunnen onderhouden worden omschreven door DBI zelf.

risico-inventarisatie onderhoudswerkzaamheden

Stap 1. Opstellen PVS (permanente vastlegging spoor)

Stap 2. Identificeren van bodemwaarden veiligheid incl identificatie van meetpunten (zie model Instandhoudingsspecificatie amsterdam):

- Draagsysteem
 - o Overgangsconstructie
 - o Kunstwerk
 - o grondlichaam
- geleidingssysteem
 - o spoorconstrcutie

- wisselconstructie
- spoortoestellen (compensatielas)

Stap 3. Deskresearch: toetsen revisie (lijntekeningen) aan PVS

Stap 4. Fysiek vastleggen van meetpunten in de infra (identificatie en GPS tags)

Stap 5. definiëren van gewenste meetresultaten (eisen: 1. de data moet direct gekoppeld zijn aan een onderhoudsmaatregel, 2. de data moet geschikt zijn om een conditiecijfer op werkzoneniveau te genereren)

Stap 6a. Ontwerp van een conditiemetingplan inclusief meetstrategie (obv gebruik of toestand)

Stap 6b. Contractering meetplan incl. verplichting tot rapportage

Stap 7. Uitvoeren meting (mechanisch / handmatig), bepalen maatregelen en vastleggen resultaten in Deelsafety case (logfile) en rapportage aan bevoegd gezag/strategisch beheerder

Stap 8. Herstel gebreken en afmelding/rapportage openstaande maatregelen in Deelsafetycase (logfile):

- Lassen slijpen
- Smeren
- Vervanging objecten

Zie spreadsheet normdocument: SAO

Stap 9. Audit: testmeting (mechanisch / handmatig) en registratie resultaten en mogelijk acties in Deelsafety case (logfile)

De onderstaande zaken hebben te maken met aspect veilige onderhoudbaarheid. Aan de hand van de overzicht van onderhoudswerkzaamheden (wat wordt er onderhouden, hoe, wie loopt risico bij het process) kan een globale risicoinventarisatie gemaakt worden. Als inspiratie hiervoor kan de risicoinventarisatie van ProRail gebruikt worden uit VZS, maar ook de risicoinventarisatie die toen in het kader van werkplekbeveiliging opgesteld is.

Aan de hand van de risicoinventarisatie kunnen eisen gesteld worden aan de

infraontwerpers, ter vulling van hun V&G dossier. Volgens ARBO is de opdrachtgever verplicht om een dergelijke inventarisatie mee te leveren aan de opdrachtnemer, in dit geval de tactisch beheerder. Aan de hand hiervan kunnen ook eisen gesteld worden aan de invulling van ARBO aspecten door tactisch beheerder.

veiligheidsanalyse en maatregelen aanrijdrisico personeel infra: baanwerker (railveiligheid en verkeersveiligheid)

Stap 7a. De meting met meettrein (mechanisch) vindt plaats met een voertuig dat voldoet aan de toelatingseisen en vraagt om die reden geen additionele veiligheidsmaatregelen.

Stap 7b. De handmatig meting vindt plaats in een enkelsporige buitendienststelling met afzetting van het nevenspoor en kop(beveiliging) door hekwerken.

Stap 8a. herstel gebreken met groot mechanisch gereedschap (GMG) dat voldoet aan de toelatingseisen

Stap 8b. herstel gebreken met klein mechanisch gereedschap (KMG) vindt plaats in een buitendienststelling (overdag: ongeplande TVP of s'nachts: geplande TVP/nachtgat)

Stap 9. zie stap 7b

veiligheidsanalyse en maatregelen aanrijdrisico overige weggebruikers (noemen..)

Stap 7a. De meting met meettrein (mechanisch) vindt plaats met een voertuig dat voldoet aan de toelatingseisen.

Stap 7b. De handmatig meting vindt binnen PVR van het buitendienstgesteld spoor plaats. Het PVR wordt met een signaleringslint afgezet om te voorkomen dat weggebruikers onbedoeld het meetgebied betreden. De meetgereedschappen worden aan- en afgevoerd in afgeschermden boxen.

3.2. Veiligheidsanalyse electrocutie

Beheerder regionaalspoor infra, SMP H5, tabel 3, p22,

incident electrocutie

type

eis Aantonen dat de risico's voor infrawerkers aanvaardbaar klein zijn

risico-inventarisatie onderhoudswerkzaamheden

Stap 1. Opstellen PVB (permanente vastlegging bovenleiding)

Stap 2. Identificeren van bodemwaarden veiligheid incl identificatie van meetpunten (zie model Instandhoudingsspecificatie amsterdam)

Stap 3. Deskresearch: toetsen revisie (ligging bovenleiding) aan PVB

Stap 4. Fysiek vastleggen van meetpunten in de infra (identificatie en GPS tags)

Stap 5. definiëren van gewenste meetresultaten (eisen: 1. de data moet direct gekoppeld zijn aan een onderhoudsmaatregel, 2. de data moet geschikt zijn om een conditiecijfer op bovenleidinggroep te genereren)

Stap 6a. Ontwerp van een conditiemetingplan inclusief meetstrategie (obv gebruik of toestand)

Stap 6b. Contractering meetplan incl. verplichting tot rapportage

Stap 7. Uitvoeren meting (mechanisch / handmatig), bepalen maatregelen en vastleggen resultaten in Deelsafety case (logfile) en rapportage aan bevoegd gezag/strategisch beheerder

Stap 8. Herstel gebreken en afmelding openstaande maatregelen in Deelsafetycase (logfile):

- Reguleren bovenleiding
- Vervangen dunne plekken, ledingonderbreker

Zie spreadsheet normdocument: SAO

Stap 9. Audit: testmeting (mechanisch / handmatig) en registratie resultaten en mogelijk acties in Deelsafety case (logfile)

veiligheidsanalyse en maatregelen aanrijdrisico personeel infra: baanwerker (railveiligheid en verkeersveiligheid)

Stap 7a. De meting met meettrein (mechanisch) vindt plaats met een voertuig dat voldoet aan de toelatingseisen en vraagt om die reden geen additionele veiligheidsmaatregelen.

Stap 7b. De handmatig meting (en ladderinspectie) vindt plaats in:

- een enkelsporige buitendienststelling met afzetting van het nevenspoor en kop(beveiliging) door hekwerken.
- Spanningsloosstelling (op afstand of lokaal) van groepen inclusief aarding (aardpunten **ntb**)

Stap 7c. Kijkerinspectie vindt plaats buiten PVR

Stap 8a. herstel gebreken met groot mechanisch gereedschap (GMG; hefbordeswagen) dat voldoet aan de toelatingseisen

Stap 8b. herstel gebreken met klein mechanisch gereedschap (KMG) vindt plaats in een buitendienststelling (overdag: ongeplande TVP of s'nachts: geplande TVP/nachtgat)

Stap 9. zie stap 7b

veiligheidsanalyse en maatregelen aanrijdrisico overige weggebruikers (noemen..)

Stap 7a. De meting met meettrein (mechanisch) vindt plaats met een voertuig dat voldoet aan de toelatingseisen.

Stap 7b. De handmatig meting vindt binnen PVR van het buitendienstgesteld spoor plaats. Het PVR wordt met een signaleringslint afgezet om te voorkomen dat weggebruikers onbedoeld het meetgebied betreden. De meetgereedschappen worden aan- en afgevoerd in afgeschermden boxen.

3.3. Veiligheidsanalyse werken nabij perronrand

Werkzaamheden binnen PVR, nabij de perronrand op ntb locaties zijn slechts toegestaan nadat in overleg met en goedkeuring van de opdrachtgever/TB een werkplekbeveiliging is opgesteld. Deze kan bestaan uit het volledig buitendienst stellen van het spoor, afschakelen en kortsluiten van de bovenleiding of d.m.v. persoonlijke waarneming (veiligheidsman)

3.4. Veiligheidsanalyse reizigers en derden

Bij de uitvoering van de werkzaamheden komen medewerkers van de aannemer in contact met reizigers en derden. De werkzaamheden dienen zodanig uitgevoerd te worden dat de reizigers zo min mogelijk hinder ondervinden van de werkzaamheden. Afhankelijk van de aard van de werkzaamheden moeten die afgeschermd worden of moeten de werkzaamheden buiten de exploitatie-uren plaatsvinden. Nooduitgangen en looproutes mogen niet geblokkeerd worden. Als werkzaamheden hinder kunnen opleveren voor reizigers of derden worden deze slechts uitgevoerd na overleg en toestemming van **TB**.

Omdat in de nachtelijke uren de mogelijkheid bestaat dat medewerkers van de aannemer in contact komen met ongenode bezoekers worden **ntb** werkzaamheden op **ntb** locaties buiten de exploitatie uren met minimaal twee personen uitgevoerd.

3.5. Veiligheidsanalyse werken binnen PVR

Werknemers die werkzaam zijn langs het perron of binnen het PVR dienen in het bezit te zijn van een toegangskaart van **ntb**.

Werkzaamheden in het trambeheersgebied dienen uitgevoerd te worden in de aanwezigheid van een daartoe opgeleide **veiligheidsman**.

In aanvulling op de te nemen maatregelen zoals aangegeven in het V&G plan [...] zijn de volgende stukken van kracht:

- Algemene veiligheidsvoorschriften
- Gedragsvoorschriften
- Regeling voor de stedelijke gebieden

4. Ontwerprichtlijn materieel

4.1. Draagsysteem

4.1.1. Ontwerpverantwoording asbelasting

[1] Ontwerpverantwoording van het door het voertuig uitgeoefende statische en dynamische krachten op het draagsysteem m.b.t. RAM en LCC aspecten.

4.2. Geleidingsysteem

4.2.1. Ontwerpverantwoording asbelasting

[1] Ontwerpverantwoording van het door het voertuig uitgeoefende statische en dynamische krachten op het geleidingsysteem m.b.t. RAM en LCC aspecten.

4.2.2. Ontwerpverantwoording wielband profiel²⁰.

[1] Ontwerpverantwoording van de geometriekeuze van het wielband profiel. Modelling van de kinematische eigenschappen van wielband en rail (contactvlak) als onderdeel van het tramsysteem met onder andere onderstaande parameters **ntb**:

- Beladingsgraad (leeg, gemiddeld, vol)
- Snelheid in combinatie met alignementssoorten (verticaal/horizontaal, scheluwte)
- Snelheid in combinatie met wisselpassage in rechtstand en krombereden

[2] Het dynamische gedrag dient te worden gesimuleerd op koorden van 1, 6 en **ntb** meters.

[3] De uitkomsten van de simulatie is het belastingspectrum van korte en lange golven. Dit spectrum dient meetbaar te zijn voor conditiemonitoring

[4] RAM variantenanalyse. Voor wiel/railcombinaties die voldoen aan de ontwerpeisen wordt een RAM analyse uitgevoerd, met tenminste de volgende parameters **ntb**.

[5] LCC variantenanalyse. Voor wiel/railcombinaties die voldoen aan de ontwerpeisen wordt een LCC analyse uitgevoerd, met tenminste de volgende parameters:

- a) Technische levensduur (gebruiksuren en tijd) rail draagsysteem
- b) Technische levensduur rail geleidingsysteem
- c) Technische levensduur rail spoorstaaf
- d) Technische levensduur wielband
- e) Technische levensduur draaistel

De technische levensduur wordt bepaald voor de conditieparameters conform het kinematisch model.

²⁰ Referentiemodel is beschikbaar IDMS..... (onderzoek DeltaRail 2010)

[6] De uitkomsten van het kinematisch model moet de bandbreedte leveren voor de instandhoudingsspecificaties van rail en van materieel (zie hiervoor de paragrafen instandhoudingsspecificaties) ten aanzien van **ntb**:

1. Maximale tolerantie horizontaal alignement
2. Maximale tolerantie verticaal alignement
3. Maximale tolerantie scheluwte
4. Maximale tolerantie spoorwijdte
5. Maximale tolerantie spoorlijtage (verticaal/horizontaal)
6. Maximale tolerantie slijtage wielbandprofiel (**ntb**)
7. Maximale tolerantie speermaat voertuigas
- 8.

4.2.3. instandhoudingsspecificatie wielband

De geselecteerde componenten en systemen beschikken over instandhoudingsspecificaties waaruit blijkt binnen welk afstelgebied de gevraagde functies beschikbaar zijn.

4.2.4. Conditiemonitoring

[1] conditiemeting wielband. Het moet mogelijk zijn om periodiek (op gebruik en/of tijdbasis) de kwaliteit (geometrie, defecten) van de wielband vast te stellen.

[2] conditiemeting wielstel (aangedreven/motorstel en niet aangedreven/meeloopstel). Het moet mogelijk zijn om periodiek (op gebruik en/of tijdbasis) de kwaliteit (speermaat, wielloop, draaiweerstand) van het wielstel vast te stellen.

[3] meting moet tijdens exploitatie kunnen plaatsvinden zonder dat deze er hinder van heeft.

4.2.5. Geleiding en tractie

Het gebruik van zand niet is toegestaan (behalve voor het maken van een noodstop).

4.3. Tractie energievoorzieningsysteem

4.3.1. Ontwerpverantwoording stroomafnemer.

[1] Ontwerpverantwoording van de geometriekeuze van het de stroomafnemer. Modelleren van de kinematische eigenschappen van de stroomafnemer en bovenleiding (contactvlak) als onderdeel van het tramsysteem voor onder andere onderstaande parameters **ntb**:

- Beladingsgraad (leeg, gemiddeld, vol)
- Snelheid in combinatie met alignementssoorten (verticaal/horizontaal, scheluwte)
- Snelheid in combinatie met wisselpassage in rechtstand en krombereden

[2] Het dynamische gedrag dient te worden gesimuleerd op koorden van 1, 6 en ntb meters.

[3] De uitkomsten van de simulatie is het belastingspectrum van korte en lange golven. Dit spectrum dient meetbaar te zijn voor conditiemonitoring

[4] De uitkomsten van het kinematisch model moet de bandbreedte leveren voor de instandhoudingsspecificaties van rail en van materieel (zie hiervoor de paragrafen instandhoudingsspecificaties) ten aanzien van ntb:

1. Maximale tolerantie horizontaal alignement
2. Maximale tolerantie verticaal alignement
3. Maximale tolerantie rijdraadslijtage
- 4.

4.3.2. instandhoudingsspecificatie stroomafnemer

De geselecteerde componenten en systemen beschikken over instandhoudingsspecificaties waaruit blijkt binnen welk afstelgebied de gevraagde functies beschikbaar zijn.

4.3.3. Condiitiemonitoring

[1] conditiemeting stroomafnemer. Het moet mogelijk zijn om periodiek (op gebruik en/of tijdbasis) de kwaliteit (geometrie, defecten, drukkracht) van de stroomafnemer vast te stellen.

[2] meting moet tijdens exploitatie kunnen plaatsvinden zonder dat deze er hinder van heeft.

5. Veiligheidsanalyse materieel

Het ontwerp wordt beoordeeld aan de hand van de in SMP [...] vastgelegde veiligheidsaspecten.

De resultaten worden vastgelegd in een V&G plan ontwerpfase. **ntb**

DEEL 2 Beheerbaarheid

6. Referentiekader inpassing stedelijke infrastructuur

6.1. Inleiding

Voor het opstellen van het referentiekader is gebruik gemaakt van de richtlijnen CVC Amsterdam (bron) en handboek kwaliteit openbare ruimte Gemeente Leiden (bron). De richtlijn CVC is een best practice op het gebied van stedelijke inpassing tram. Aan het handboek kwaliteit zijn eisen met betrekking tot beheerbaarheid en kwaliteit ontleend, waaronder de eis van standaardisatie: “de rust en samenhang in het straatbeeld wordt bereikt door het aantal mogelijke inrichtingsprofielen en het beschikbare assortiment van materialen te beperken (pag 21)”;

Uitdrukkelijk wordt erop gewezen dat het referentiemodel een handreiking is aan de ontwerpers van stedelijke infrastructuur en ondergeschikt is aan wettelijke kaders en richtlijnen²¹.

De eisen in dit hoofdstuk volgen de indeling:

- Generieke eisen aan het ontwerp van de infrastructuur; de hierin opgenomen eisen gelden voor alle binnen infrastructuur onderscheiden systemen en subsystemen.
- Specifieke eisen aan de systemen, waar nodig onderverdeeld in subsystemen.

6.2. Doelstelling stedelijke inpassing is beheerbaarheid.

[1] DBI RGL wil voorafgaand aan de planontwikkeling eisen en uitgangspunten aan het ontwerp inbrengen voor optimalisatie van de beheerbaarheid.

[2] De wijze waarop traminfrastructuur wordt ingepast is van invloed op de beheerbaarheid. Met een inpassing op basis van generieke regels en standaard

²¹ Wegenverkeerswet en uitwerkingen in landelijke aanbevelingen op verkeersgebied zoals opgesteld door het CROW

dwarsprofielen is het mogelijk het beheer te standaardiseren en uniforme beheerovereenkomsten met de stakeholders af te sluiten.

6.3. Algemene inrichtingseisen.

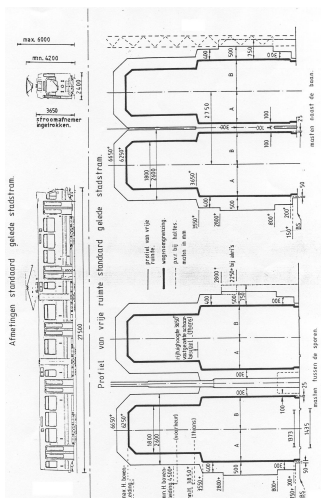
6.3.1. Trambaan

[1] Voor tramlijnen in stedelijk gebied is het algemene uitgangspunt dat daar waar de doorstroming van het wegverkeer het toelaat een vrije trambaan wordt toegepast.

[2] Wanneer de ruimte beperkt is, dient een afweging plaats te vinden tussen de verschillende ruimtelijke en verkeerskundige claims.

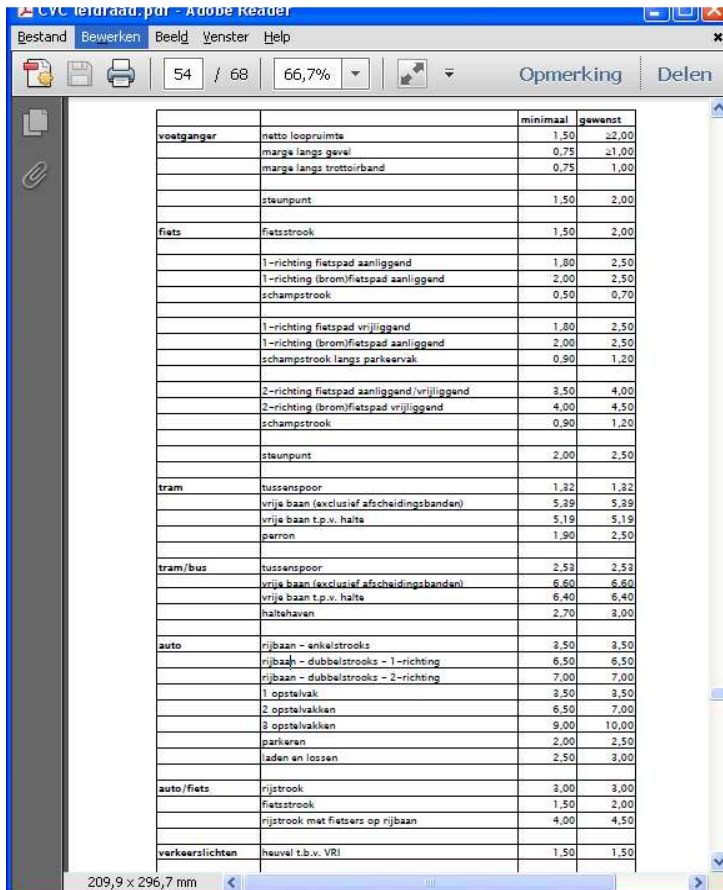
6.3.2. Dwarsprofiel

- Gemengd gebruik op gebiedsontsluitingswegen
- op erftoegangswegen²² is menging met overig wegverkeer mogelijk, echter neemt het stremmingsrisico toe als gevolg van onderhoud en calamiteiten.
Consequentie voor punctualiteit van de tramdienst **ntb**
- geen parkeren langs de trambaan (vermindert risico stremming).
- standaardmaat spoor: **ntb**.
- standaardmaat tussenspoor: **ntb**.
- standaard minimummaat trambaan in rechtstand: **ntb** (5,40 m; ter plaatse van haltes 5,30 m).
- Afmetingen profiel van vrije ruimte voor de tram: **plaatje**



²² Wegen met gemengd langzaam verkeer en gemotoriseerd verkeer, zonder rijrichtingscheiding en meestal zonder gescheiden fietspaden

- Ruimte-eisen voor overige verkeersdeelnemers: **tabel**



		minimaal	gewenst
voetganger	netto loopruimte	1,50	≥2,00
	marge langs gevel	0,75	≥1,00
	marge langs trottoirband	0,75	1,00
	steunpunt	1,50	2,00
fiets	fietsstrook	1,50	2,00
	1-richting fietspad aanliggend	1,80	2,50
	1-richting (bromfietspad aanliggend)	2,00	2,50
	schampstrook	0,50	0,70
	1-richting fietspad vrijliggend	1,80	2,50
	1-richting (bromfietspad aanliggend)	2,00	2,50
	schampstrook langs parkeervak	0,90	1,20
	2-richting fietspad aanliggend/vrijliggend	3,50	4,00
	2-richting (bromfietspad vrijliggend)	4,00	4,50
	schampstrook	0,90	1,20
tram	tussenspoor	1,32	1,32
	vrije baan (exclusief afscheidingsbanden)	5,39	5,39
	vrije baan t.p.v. halte	5,19	5,19
	perron	1,90	2,50
tram/bus	tussenspoor	2,53	2,53
	vrije baan (exclusief afscheidingsbanden)	6,60	6,60
	vrije baan t.p.v. halte	6,40	6,40
	haltehaven	2,70	3,00
auto	rijbaan - enkelstrooks	3,50	3,50
	rijbaan - dubbelstrooks - 1-richting	6,50	6,50
	rijbaan - dubbelstrooks - 2-richting	7,00	7,00
	1 opstelvak	3,50	3,50
	2 opstelvakken	6,50	7,00
	3 opstelvakken	9,00	10,00
	parkeren	2,00	2,50
	laden en lossen	2,50	3,00
	auto/fiets	rijstrook	3,00
fietsstrook		1,50	2,00
rijstrook met fietsers op rijbaan		4,00	4,50
verkeerslichten	heuvel t.b.v. VRI	1,50	1,50

6.3.3. Kruispunten

Bij voorkeur voorrang voor tram, bus.

Consequentie voor punctualiteit van de tramdienst ntb

6.3.4. Materialisatie

[1] Uitgangspunt van materialisering is dat de functie van de trambaan duidelijk is.

[2] de materialisering van het tramsysteem en materialisering van de stad wordt van dezelfde kleur en samenstelling en niet constructief gescheiden **ntb**

De materialisering is de combinatie van wegdek, signaallijnen of bakens

wegdek

- verhard: asfalt .
- onverhard: gras/grind/etc. Bij toepassing van een onverharde trambaan dient overleg gevoerd te worden met de Nood- en Hulpdiensten over mogelijke eisen m.b.t. bereikbaarheid.

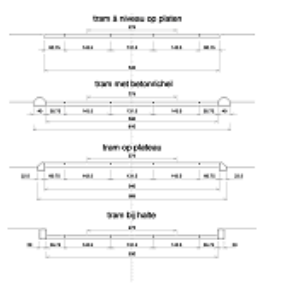
Signaallijnen en bakens

- rvs bakens (uitvoering HTM, De Haag CS)
- ntb

6.3.5. Maatvoering en dwarsprofielen (maten zijn fictief)

Tram		minimaal	gewenst
	tussenspoor		
	Gemengd gebruik (exclusief afscheidingsbanden)		
	Gemengd gebruik t.p.v. halte		
	Perron		
tram/bus	Tussenspoor		
	Gemengde gebruik (exclusief afscheidingsbanden)		
	Gemengde gebruik t.p.v. halte (Deze maat is gebaseerd op een tussenspoor van xxxm; indien de bestaande tussenspoormaat afwijkt van deze maat, dient de maatvoering hierop afgestemd te worden).		
	Haltehaven		

6.3.6. Dwarsprofiel gemengd gebruik trambaan ntb



[1] De standaard nettobreedte van de trambaan exclusief afscheidingen (in rechtstand), zonder middenmasten, bedraagt **5,40 m**. Hierboven komt nog een toeslag voor de breedte van schuine band of doorgetrokken lijn. Ter plaatse van de halte of in combinatie met betonrichels is de trambaan 5,30 m.

[2] Wanneer sprake is van een gecombineerde tram/busbaan zijn de afmetingen van de busbaan maatgevend (**zie dwarsprofiel tram/busbaan**).

[3] In het kader van de bevordering van de doorstroming van het openbaar vervoer en verkeersveiligheid is het gewenst om terughoudend te zijn met het maken van doorsteken in de baan.

[4] Bij snelheidsverschillen tussen de tram en het overige verkeer en hoge aantallen verspreid overstekende voetgangers moet de baan met een hek worden afgescheiden.

[5] Naast hekwerken kunnen de kruisingen met en de oversteken over de baan worden beveiligd met kruisen op de trambaan, tramwaarschuwingslichten en/of verkeersregelininstallaties.

[6] Voor oversteken wordt verwezen naar **ntb voetgangersoversteek voorzieningen**.

[7] Voor zover daar mogelijkheden toe zijn gaat in algemene zin de voorkeur uit naar beveiliging van de baan d.m.v. een hekwerk in het hart van de trambaan lopend van kruispunt tot kruispunt, inclusief de tramhaltes. Ook is het mogelijk hagen te plaatsen langs de trambaan. In de praktijk zal dit principe i.v.m. het benodigde ruimtebeslag niet toegepast kunnen worden.

[8] Zogenaamde staartoversteken zijn ongewenst die gekarakteriseerd worden door een grotere gestrektheid, vaak grotere halte-afstanden en snelheid. Daar tegenover staat dat tram en voetganger zich in compact stedelijk gebied anders gedragen. De

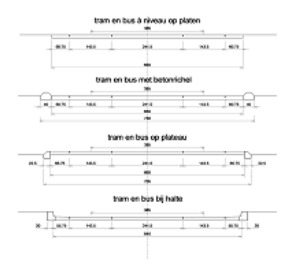
tram rijdt gemiddeld minder hard dan in de buitenwijken, de halteafstanden zijn vaak kleiner en de voetganger en trambestuurder zijn alerter, waardoor startoversteken mogelijk wél toegepast kunnen worden. Bij de bepaling van het maken van startoversteken speelt de haltelengte en de mogelijke omloopafstanden een rol.

[9] Straten waar geen sprake is van medegebruik door bussen en/of taxi's en de trambaan ook geen rol speelt als uitrukroute voor nood- en hulpdiensten, gaat de voorkeur uit naar een onverharde uitvoering.

[10] Bij verharde uitvoering zijn de opties (zie ook materialisering)²³

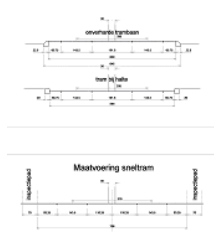
- afscheiding van het overig verkeer d.m.v. belijning
- afscheiding van het overig verkeer d.m.v. betonrichels

6.3.7. Dwarsprofiel gemengd gebruik tram-/busbaan **ntb**



Bijzonderheden **ntb**

6.3.8. Dwarsprofiel gemengd gebruik trambaan met middenmast **ntb**



Bijzonderheden **ntb**

6.3.9. Verlichting

²³ Belijning is minder dwingend en leidt sneller tot misbruik. Betonrichels kunnen leiden tot struikelpartijen (met name in winkelgebieden) en een voertuig dat illegaal de vrije baan gebruikt heeft de neiging langer door te rijden, vaak tot voorbij een halte.

[1] Gemengde banen en tramhaltes dienen met het oog op eventuele objecten op de rails verlicht te zijn conform de eisen **ntb (eisen voor rijden op zicht)**.

[2] Op kruisingen en oversteken is een afwijkende verlichting (in sterkte en/of kleur) gewenst.

[3] In situaties met vrije baan wordt uitgegaan van een algemeen verlichtingsniveau

Ntb: eisen t.a.v inspectie/onderhoud in nacht, incl toegangswegen

Ntb: eisen Gemeente Leiden

6.3.10. Bomen en obstakels langs trambaan en op haltes

[1] Bomen (maar ook andere verticale elementen) langs een trambaan kunnen leiden tot beperking van het onderlinge zicht tussen de trambestuurder en overige verkeersdeelnemers, ook wel coulisse-effect genoemd. Voor kruisend verkeer wordt met name gedacht aan voetgangers (verscholen achter een boom) en fietsers; voor afslaand verkeer aan onderling zicht tussen auto en tram. Vanuit dit oogpunt zijn bomen langs de trambaan niet gewenst. Indien er toch sprake is van bomen langs een trambaan, dan dient rekening gehouden te worden met de zichteisen die zijn opgenomen in **ntb**

[2] Takken dienen het zicht niet te belemmeren en altijd buiten het bereik van het profiel van vrije ruimte te blijven.

[3] Wanneer bomen worden toegepast langs een trambaan zijn langzaam verkeersoversteken halverwege het trambaanvak niet gewenst, tenzij de bomenrij ter plekke duidelijk onderbroken wordt.

[4] Een andere reden om terughoudend te zijn met bomen en struiken langs een trambaan is de bladval op de rails in het najaar en bloei in het voorjaar. Op punten waar geremd wordt (met name bij haltes) kan dit leiden tot doorglijden van de tram.

[5] Bij continue obstakels (zoals een hek van tenminste 15 m lengte) dient, in verband met Profiel van Vrije Ruimte, onderhouds- en ontruimingsruimte en uitzicht, tussen tramspoor en obstakel tenminste een ruimte van 1,50 m te zijn.

6.3.11. Keer- en eindpunten, inhaalsporen

Voor keer- en eindpunten en inhaalsporen (indien van toepassing) wordt een gestandaardiseerd ontwerp gemaakt²⁴.

6.3.12. Rotondes

[1] Rotondes worden op een tram gedimensioneerd. Hierbij dient men rekening te houden met de minimum boogstralen van **ntb** 25,00m.

[2] Gezien het belang van een ongestoorde doorstroming van de tram wordt in het algemeen het verkeer op (grote) rotondes met een tram door middel van verkeerslichten geregeld. Op kleine rotondes kan hier mogelijk van worden afgeweken.

[3] Een doorsteek door een rotonde maakt het geheel of gedeeltelijk regelen van de rotonde met verkeerslichten of waarschuwingslichten ook noodzakelijk in verband met de voorrangproblematiek van de tram bij het oprijden van de rotonde en bij het verlaten van het middengedeelte van de rotonde.

Voor maatvoering van rotondes wordt verwezen naar de CROW-publicatie nr 126 - Eenheid in rotondes.

6.3.13. Tram - snelheidsremmende maatregelen voor overig verkeer

Het betreft maatregelen om de snelheid van gemotoriseerd verkeer te remmen.

Mogelijke maatregelen zijn:

- flappen in combinatie met duidelijke wegmarkering;
- “ruig” materiaal zoals kasseien

6.3.14. Tram en motor/bromfiets

In situaties waar het tramspoor de rijbaan kruist dient rekening gehouden te worden met het nadelige effect van de kruisingshoek op de koersstabiliteit van motoren en (brom)fietsen. Wanneer deze hoek te klein (onder de 30 graden wordt kritisch) ontstaat het risico van inrijden op de groefrail

²⁴ Om tramlijnen te kunnen inkorten, bijvoorbeeld i.v.m. een tijdelijk gewijzigde lijnvoering of dienstregeling t.g.v. calamiteiten, zijn er in het tramnet diverse keermogelijkheden aanwezig.

6.4. Geleidingssysteem

6.4.1. Spoorafstand

De te hanteren breedte van het tussenspoor (ntb standaard 1,315 m) hangt af van:

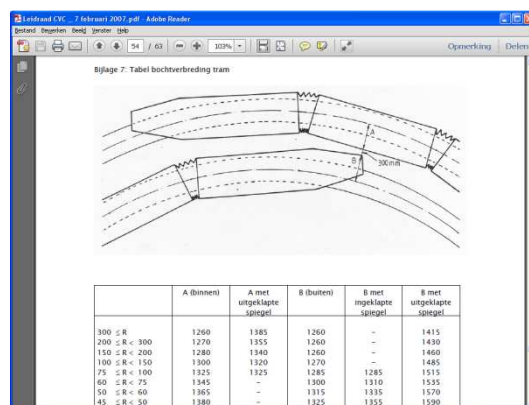
- is er sprake van solitair tramgebruik of is er medegebruik door bussen?
- worden er middenmasten toegepast of portalen?
- wordt er een hekwerk in de as van de trambaan toegepast?

6.4.2. Horizontale boogstralen en bochtverbreding

[1] Er dient in het algemeen gestreefd te worden naar grotere boogstralen t.b.v.:

- minimalisering slijtage en geluidsoverlast
- comfort van inzittenden van de tram
- snelheid van de tram

[2] Afhankelijk van de toe te passen stralen van de spoorbogen zullen de buiten- en de binnenkanten van de daarover rijdende tramwagens meer of minder buiten de sporen uitsteken, c.q. de bocht afsnijden. Om te voorkomen dat de uitstekende wagens elkaar raken, moeten de sporen in bogen extra uit elkaar gelegd worden. Dit wordt bochtverbreding genoemd. De toe te passen bochtverbredingen zijn weergegeven in onderstaande figuur ntb



Bijlage 7: Tabel bochtverbreding tram

	A (binnen)	A met uitgeklapte spiegel	B (buiten)	B met ingeklapte spiegel	B met uitgeklapte spiegel
300 ≤ R	1260	1385	1260	-	1415
200 ≤ R < 300	1270	1355	1260	-	1430
150 ≤ R < 200	1280	1340	1260	-	1460
100 ≤ R < 150	1300	1320	1270	-	1485
75 ≤ R < 100	1325	1325	1285	1285	1515
60 ≤ R < 75	1345	-	1300	1310	1535
50 ≤ R < 60	1365	-	1315	1335	1570
45 ≤ R < 50	1380	-	1325	1355	1590

6.4.3. Verticale boogstralen en hellingen

[1] Voor verticale bogen wordt voor de dalboog en topboog, een minimale straal van ntb aanhouden. Bij hogere ontwerpsnelheid worden grotere boogstralen toegepast.

[2] Raakvlak dalboog/materieel. Bij dalbogen wordt de afstand van de bumper van het voertuig tot het wegdek bepalend (eis in pve materieel..)

[3] De maximaal toe te passen helling in een rechtstand is **ntb** 1:25, in verband met remweg en uitzicht liever niet steiler dan 1:30. In bochten nooit steiler dan **ntb** 1:50.

6.5. Tractie energievoorzieningsysteem

6.5.1. Doorrijhoogte

[1] De standaardhoogte van de bovenleiding is gesteld op 5,50 m boven bovenkant spoor (B.S.); de maximale hoogte 6,00 m B.S.

[2] De minimale doorrijhoogte van een tram bedraagt 4,20 m (exclusief bevestiging van de bovenleiding).

6.6. Transfersysteem

6.6.1. Tramhaltes - locaties

[1] Bij de situering van tramhaltes bij kruispunten wordt in algemene zin gestreefd naar ligging vóór de kruising. Dit komt de verkeersveiligheid ten goede omdat trams dan met een lage (aanvangs-) snelheid de kruising passeren.

[2] Dit geldt tot op zekere hoogte ook voor elkaar kruisende tramlijnen, hoewel de mogelijke overstaprelatie tussen lijnen onderling en het feit of er sprake is van samenvoeging of splitsing van lijnen tot andere keuzes kan leiden.

[3] Bij het verplaatsen of nieuwe aanleg van een tramhalte dient aandacht geschonken te worden aan de herkomst en bestemming van de passagiers, de ontsluiting van de omgeving, de maximale loopafstanden conform het PvE Openbaar Vervoer en de onderlinge halteafstanden.

6.6.2. Tramhalte - inrichting

[1] Voor de toegankelijkheid van haltes voor mensen met een functiebeperking wordt verwezen naar het beleidskader PZH met betrekking tot toegankelijkheid en de CROW publicaties 184, 177 en 201. Alle haltes moeten bereikbaar via een gids- en/of geleidelijn.

[2] In het beleidskader toegankelijkheid openbaar vervoer wordt als maximum

spleetbreedtes een verticale spleet van 7 cm en een horizontale spleet van 10 cm genoemd. Alle OV-voorzieningen dienen hieraan te voldoen.

[3] De tramhaltes worden ontworpen voor passeersnelheden van maximaal 20 km/u (zowel voor OV als taxi's).

[4] Een halte dient in rechtstand uitgevoerd te worden. De zichthoogte is langs de trambaanzijde standaard 20 cm B.S. Langs de rijbaanzijde is de zichthoogte 8 à 12 cm indien er geen hek wordt toegepast.

[5] Een halte aan een boog in het spoor kan niet op 0,20 m boven B.S. worden aangelegd omdat de halte dan binnen het profiel van vrije ruimte van de tram komt.

[6] De halte dient bereikbaar te zijn middels een veilige oversteek aansluitend op de lengte van de halte, beveiligd door een verkeerslicht of V.O.P. in combinatie met geleidelijnen.

[7] Tussen V.O.P. en halte wordt een hellingbaan van tenminste 3 m toegepast.

[8] Uit oogpunt van veiligheid is het plaatsen van bomen en obstakels op tramhaltes ongewenst. Daarbij moet gedacht worden aan het verminderde zicht van de bestuurder op de wachtende passagiers en bladval van de bomen op de rails.

[9] De lengte van een tramhalte is in principe gedimensioneerd op het halteren van twee tramstellen van 30 m achter elkaar. De netto haltelengte voor een enkel tramstel is 31 m; voor een dubbel tramstel 62 m.

[10] Omdat het wettelijke verboden is voertuigen binnen een afstand van 5 m van voetgangersoversteekplaatsen tot stilstand te brengen, dient het kopteken op 5 m uit de oversteek geplaatst te worden. Binnen deze maat kan tevens het hoogteverschil tussen voetgangersoversteek en perron overbrugd worden.

[11] De minimale haltebreedte, waar nog een abri zonder zijschot op geplaatst kan worden, is 1,90 m. In verband met het in- en uitrijden van invalidenwagens is een minimale breedte van 2,20 m gewenst. Uit oogpunt van comfort voor de passagiers is een breedte van 2,50 m gewenst. Er kan dan ook een volwaardige abri geplaatst worden.

[12] Abri's dienen zodanig geplaatst te worden dat zij het zicht op overstekende voetgangers niet belemmeren. Minimaal dient 10 m afstand in acht te worden genomen tussen voetgangersoversteek en abri.

[13] Op tramhaltes wordt bij hoge intensiteiten en/of snelheden van het autoverkeer bij voorkeur een hekwerk langs de rijbaanzijde van het perron geplaatst.

[14] De voorste instapplaats van een tram wordt, ten behoeve van visueel gehandicapten, voelbaar gemarkeerd.

7. Referentiekader inpassing infrastructuur buitengebied (sneltram)

7.1. Algemeen

De trambaan wordt in het buitenstedelijk gebied zoveel mogelijk als vrije trambaan uitgevoerd (exclusief gebruik). Als buitenstedelijk gebied wordt aangemerkt:
Zoeterwoude (halte Meerburg) - Leiden (halte ROC)
Leiden (halte Transferium) – Katwijk (halte...) / Noorwijk (halte..)

7.2. Haltes

[1] Bij haltes dient rekening gehouden te worden met een minimumafstand van **ntb** 5,00 m tussen kop tram en oversteek. Deze lengte kan t.b.v. inpassing hellingbaan annex trappartij groter zijn.

[2] Perronhoogte: **ntb**. Het hoogteverschil tussen het perron en het maaiveld, waar de oversteek gesitueerd is, wordt overbrugd door een hellingbaan en een trap.

[3] Minimale breedte eilandperrons: **ntb** 6,00 m.
Minimale breedte kantperrons: **ntb** 3,00 m.

SI.02.04.024: De breedte van een eilandperron op het gedeelte van de RijnGouweLijn Oost Nieuw Spoor dient minimaal 4,50 meter te bedragen.

[4] Met oog op verkeersveiligheid liggen de haltes bij voorkeur vóór het kruispunt.

7.3. Boogstralen en hellingen

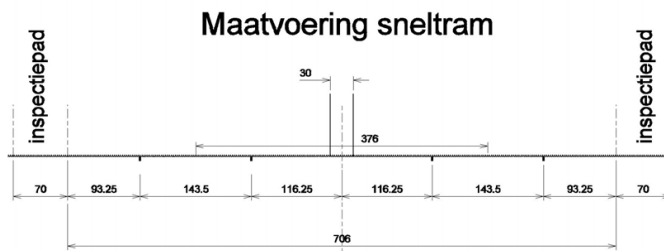
[1] De minimum horizontale boogstraal bedraagt **ntb** 90 m. Dit houdt echter een grote snelheidsreductie in.

[2] Bij **ntb** 70 km/u bedraagt de minimum horizontale boogstraal **ntb** 235 m. Bij deze snelheden en bogen moet men rekening houden met de toepassing van overgangsbogen en spoorverkanting (**verkantingstekort toepassen?**).

[3] De minimum verticale boogstraal bedraagt **ntb** 2000 m.

[4] De maximale helling bedraagt **ntb** 1:30.

7.4. Dwarsprofiel vrije trambaan (met middenmast) ntb



[1] De baan dient over de volle lengte uitgevoerd te zijn met een hek aan weerszijden van de baan.

[2] De minimale breedte van een vrije baan (inclusief inspectiepad) voor sneltrams bedraagt ntb 8,50 m in rechtstand op maaiveld. Bij een ongelijkvloerse ligging bedraagt de minimale breedte, inclusief inspectiepad, ntb 9,75 m.

[3] Ten behoeve van ondergrondse ligging van kabels en leidingen dient ondergronds een vrije ruimte van minimaal ntb 1 m aangehouden te worden tot de zijkant van de trambaan.

[4] Bij de sneltram is extra aandacht voor de coulissenwerking van naast de baan staande obstakels, in het bijzonder bomen, gewenst. Dit geldt zowel voor het zicht van de sneltrambestuurder op voertuigen op de ernaast gelegen rijbaan, als voor bestuurders van die voertuigen op de sneltram.

[5] Indien vanuit verkeersveiligheid gewenst, kan de trambaan ter plaatse van een oversteek worden gemarkeerd met kruisen op het wegdek.

DEEL 3 Vertrambare busbaan

8. Beheerbaarheid en onderhoudbaarheid vertrambare busbaan

In dit hoofdstuk worden de eisen aan het ontwerp van een vertrambare busbaan vanuit het aspect onderhoudbaarheid en beheerbaarheid opgesteld. Een vertrambare busbaan is een busbaan die kan worden omgebouwd tot een trambaan. In bijlage 4 wordt nader ingegaan op de inpassing en constructieve opbouw van een busbaan.

De inspanning voor de ombouw wordt bepaald door de mate waarin bij het busbaanontwerp gebruik wordt gemaakt van het pvetram. Een afwijking op een eis betekent per definitie hogere levensduurkosten, meer projectrisico's, een langere realisatietijd en overeenkomstig hinder voor de weggebruikers²⁵. Om deze reden worden de volgende eisen aan het ontwerp gesteld:

Voor de vertrambare busbaan is het pvetram uitgangspunt en daarmee de in dit document opgenomen eisen aan het ontwerp vanuit het aspect beheerbaarheid en onderhoudbaarheid

De keuze voor een bepaalde uitvoeringsvariant van de vertrambare busbaan wordt volgens de methodiek: "RAM-LCC analyse vertrambare busbaan RGL West" uitgewerkt²⁶.

²⁵ Uiteraard onder de voorwaarde dat het vertrammen daadwerkelijk plaats vindt.

²⁶ In de studie: "uitvoeringsvarianten vertrambare busbaan" worden de scenario's voor vertrammen en het effect op de levensduurkosten nader geanalyseerd [bron....]

DEEL 4 Overdrachtsdocumentatie

9. Overdrachtsdocumentatie Tramsysteem

In het beheerplan wordt gerefereerd aan het proces van inbeheername [bron: beheerplan, bijlage x]. De overdracht en acceptatie van systemen wordt met een inbeheernameplan vastgelegd. In stap 1 van het inbeheernameplan wordt de overdracht van informatie met het realisatieteam geregeld. Afsproken wordt welke documenten, in welke vorm en medium, wanneer en onder welk configuratiebeheer en codering aan het beheerteam beschikbaar worden gesteld.

De over te dragen documenten wordt overdrachtsdocumentatie genoemd. De overdrachtsdocumentatie wordt gebruikt voor:

1. Verwerven eigendom
2. Acceptatie van de tramsystemen (bewijs van conformiteit in het kader van prestatie management, safety management en kwaliteitsmanagement. Voldoet de levering aan de prestatie-eisen (pve); as build = to build)
3. Instandhouding van de tramsystemen

In dit pve worden de titels van de gevraagde overdrachtsdocumenten opgesomd. Aan de titels is een codering <ntb> gekoppeld die het mogelijk maakt om de documenten in versiebeheer te nemen.

9.1. Verwerven eigendom

9.1.1. Beschikkingen van overheden

Doel:

Overdracht:

- Permanente vergunningen
- Bouwvergunningen/ aanlegvergunningen
- "Concept gebruiksvergunning / gebruiksmelding, compleet, afgestemd met DMB en Brandweer"
- Concept aanvraag "openstellingsvergunning" ihkv Wet lokaalspoor

9.1.2. Transacties onroerend goed

Doel:

Overdracht:

Akten van eigendom voor de levering van gronden Economisch gebruik

9.1.3. Eigendom en beheer

Doel:

Overdracht:

- Informatie t.b.v. gereviseerde basisbeheerkaart met eigendomsgrens
- overzichtslijst met helder locatie aanduiding van alle aan andere beheerders overgedragen objecten en systemen
- Adresgegevens vaste objecten, huisnummerbeschikkingen per haltetoeegang en ruimtes tbv derden
- verzekeringen met effect op de gebruiks / beheerfase
- Garantieverklaring van leverancier voor het door de leverancier/ aannemer geleverde integrale systeem.
- ontheffingen en opgave van onder de ontheffing vallende systemen

9.1.4. Objectovereenkomsten

Doel:

Overdracht:

Beheer- en samenwerkingsovereenkomsten met daarin instandhoudingsafspraken en tekeningen, incl. opgave van onder de overeenkomst vallende systemen

9.1.5. Voorzieningen/ objecten van RGL op terrein van derden

Doel:

Overdracht:

Akten van vestiging van zakelijke rechten, huur-en gebruiksovereenkomsten e.d.

9.1.6. Kabels en leidingen RGL op terrein derden

Doel:

Overdracht:

- Akten of overeenkomsten voor Kabels en leidingen
- Documentatie van spoorgerelateerde kabels en leidingen
- Kabelsituatietekeningen van eigen K&L
- Databestand van inhoud diverse kabelkokers

9.1.7. Contractdocumenten

Doel:

Overdracht:

- Oorspronkelijk contract en contractwijzigingen. Registratie van afwijkingen en mutaties

t.o.v. contractspecificaties, onder vermelding van redenen en eventuele consequenties van de afwijking/ mutatie.

- Verificatiedocument, waarin project (en haar leveranciers) verklaart dat geleverde systemen gebouwd zijn conform het contract.

9.1.8. Voorlopige/informele overdracht deelsystemen en tijdelijk beheer

Doel: Tijdelijk beheer betreft deelsystemen die voorlopig worden overgedragen aan Beheer. Beheer neemt de verantwoordelijkheid over zonder dat sprake is van acceptatie.

Overdracht:

- Overdrachtprotocol.
- Afspraken onderhoudstermijn
- Formulier eigendomsoverdracht
- Eindafrekening / Vrijwaringsformulier

9.2.

9.3. Acceptatie

9.3.1. Prestatiemanagement

Doel: Het bewijs van conformiteit wordt aangetoond met en vastgelegd in het RAMS-LCC dossier. Onderdeel van het dossier zijn de pve's (Relatics) en InterfaceControl Documenten (ICD's)

Overdracht:

- Beschrijving operationele context: Hoe worden de assets operationeel gebruikt. Wat zijn de operationele limieten. Voor welke beschikbaarheid is het systeem ontworpen.
- RAMS aspect
 1. FMECA analyse, waaruit blijkt waardoor de installatie kan falen (merkbaar/niet-merkbaar) of een verminderde prestatie kan leveren (gebruik, veroudering, omgevingsinvloeden);
 2. MTBF (waarden en berekeningen) en MTTR (storingshersteltijd) voor alle objecten die onderhoud behoeven en opgave van het bijbehorend verzorgend onderhoud.
- LCC aspect
 1. Technisch levensduur op basis van gebruikseisen bij verzorgend onderhoud en juiste bediening en bewijs dat binnen de opgelegde maximale levensduurkosten (LCC) het systeem in stand kan worden gehouden,
 2. Onderhoudsstrategie (SAO, TAO, GAO, functietesten), onderhoudsinterval, onderhoudsactiviteiten incl. bedieningsvoorschriften, gereedschappen en het vereiste niveau van vakkennis en ervaring,
 3. Voorschrift vervangingswaarde / eenheidsprijzen en gehanteerde LCC methodiek (kosten, eenheidsprijzen met index, LCC evaluatiehorizon)

- Pve (Relatics)
- ICD

9.3.2. Safetymanagement

Doel: De veiligheid wordt aangetoond met deelsafetycases. Onderdeel van de safety cases zijn:

- Hazord log
- veiligheidsconcept

Overdracht:

- Configuratieregister hazord log
- Configuratieregister veiligheidsconcept (veiligheidsvoorschriften en milieuvoorschriften van toepassing voor beheerfase).
- Themalaag 'Veiligheid' gekoppeld aan lijntekening
 - Informatie lokale risico inventarisatie (LRI)
 - foto's van objecten binnen PVR
 - V&G gerelateerde aandachtspunten mbt inspectie en onderhoud infra-objecten
 - CE verklaring
 - Keuringscertificaten SHE-dossier

9.3.3. Kwaliteitsmanagement

Doel: Bewijs van levering conform ontwerp (bouwverantwoording/as built=to built; compliance van levering met ontwerp). Geleverde kwaliteit, aangetoond door 0-metingen, testen etc en lijst met afwijkingen op nieuwbouwspecificatie. Welke kwaliteitscriteria (nieuwbouwspecificaties) zijn voor de object(soorten) gehanteerd, hoe is tijdens het project de kwaliteit geborgd en gerealiseerd.

Overdracht:

- Bewijs van een integraal werkend systeem conform technische specificatie, functietest, 0-meting en eindmeting garantieperiode, specificatie van restpunten.

9.4. Instandhouding, systeemniveau

9.4.1. Systeemontwerp, Functioneel objectenmodel en specificatie

Doel: Beschrijft de functionaliteiten en de relaties daartussen, inclusief de relatie naar het fysieke object(soorten)model en de omgeving (interfaces).

Overdracht:

- (specificatie) van de objectsoortencatalogus en verwerkte standaardoplossingen (Het betreft zowel fysieke - als functionele -, als software standaards);
- Systeemgrenstekening met opbouw van het systeem in hoofdmodules incl. typespecificatie (tekening). De systeemgrensteiking is een functioneel objectenmodel dat de functionaliteit en de relaties daartussen beschrijft, inclusief de relatie naar het fysieke objectenmodel en de omgeving.
- Benoeming van de interfaces incl. verwijzing naar de specificatie en interface control document (ICD);

9.4.2. FO, Functioneel ontwerp

Doel: Het FO is een projectdocument (to built). Het FO is een overdrachtsdocument dat wordt geleverd in de as built status.

Overdracht:

1. Functioneel ontwerp as build (VO en DO) incl. tekeningenlijst (systeembeschrijving, systeembegrenzing en functiespecificaties)
2. Gedetailleerde procesbeschrijving
3. Gedetailleerde functiebeschrijving met een verdeling naar veiligheidsfuncties en niet-veiligheidsfuncties
4. Beschrijving van de systeemconfiguratie
5. Beschrijving van de presentatie en bedieningsfuncties (MMI)
6. Beschrijving van de werking van het systeem inclusief de logging/ registratiefuncties
7. Beschrijving van de interfaces met andere systemen (inclusief de gebruikte protocollen)
8. Alarmmanagement
9. Calamiteitenhandling
10. Storinghandling
11. Autorisatie

9.4.3. TO, Technisch ontwerp

Doel: Het TO is een projectdocument (to built). Het TO is een overdrachtsdocument dat wordt geleverd in de as built status. Het technisch ontwerp wordt beschouwd als de technische invulling (specificatie) van het functionele ontwerp.

Overdracht:

1. as built constructietekeningen, legplannen en tekeningenlijst
2. Technisch ontwerp as build (VO en DO), revisietekeningen inclusief tekeningenlijst, o.a.
 - Kabelloop (conform WION voorschrift)

- wapenings-, constructie-, detailtekeningen en palenplan"
- 3. specificatieblad nieuwe constructies (voor opname in objectsoortencatalogus; zie voorschrift "aanleveren informatie voor AM-systeem")
- 4. (detail-)tekeningen afwijkende constructies (niet voor opname in objectsoortencatalogus)"
- 5. Gedetailleerde uitwerking van de technische werking van het geleverde systeem en interfaces met andere systemen.
- 6. Hoofd- & detailberekeningen
- 7. Materiaal- & productspecificaties (Inclusief beproevingsresultaten beton)"
- 8. Beschrijving performance kritische functies
- 9. Instandhoudingsspecificaties (afwijkingen op). Gespecificeerde prestatieniveaus, uitgedrukt in nieuwbouwwaarde, referentiewaarde, bodemwaarde en veiligheidswaarde.
- 10. Instellingen van b.v. parameters
- 11. Gedetailleerde uitwerking van de bedieningsinterface
- 12. Gedetailleerde uitwerking van de logging/ registratie
- 13. Performance: uitwerking van de verwachte systeembelasting:
- 14. Beschrijving performance kritische functies
- 15. cyclustijden
- 16. responsetijden"
- 17. Backup - en restore beschrijving. (Procedures bij gebruikersinstructies)
- 18. Calamiteit-/uitwijk beschrijving. (Procedures bij gebruikersinstructies)
- 19. Milieu-onderzoek, geotechnische gegevens en onderzoek

9.4.4. Handleiding voor gebruiker

Doel: Gebruikershandleiding voor bediening t.b.v. de eindgebruikers

Overdracht:

9.4.5. Handleiding voor beheer

Doel: Gebruikershandleiding voor beheerder. Instandhoudingsspecificaties van lijngebonden- en functie-objecten (veiligheidswaarde, grenskwaliteit)

Overdracht:

- Instandhoudingsspecificaties infra
- Instandhoudingsspecificaties materieel

9.4.6. Handleiding voor onderhoud (onderhoudsconcept, onderhoudsplan)

Doel: Gebruikershandleiding voor het onderhoud van de geleverde systemen (hardware en software)

Overdracht:

1. FMEA analyse en (review) van instandhoudingsspecificaties (afwijkingen op). Gespecificeerde prestatieniveaus, uitgedrukt in nieuwbouwwaarde, referentiewaarde, bodemwaarde en veiligheidswaarde.
2. Risico-inventarisatie mbt inspectie en onderhoud van infra-objecten
3. Afspraken en/of eisen die onderhoudsaannemer stelt aan nieuw te bouwen installaties
4. Onderhoudsplan voor de geleverde componenten/systemen met daarin aangegeven de toe te passen onderhouds- en inspectieschema's en de bijbehorende onderhoudsfrequenties. Op basis van een FMEA analyse. Die analyse ook meeleveren.
 - Onderhoudsinstructies: hoe, middelen, montage/demontage
 - Een concept onderhoudsbegroting met daarin aangegeven het aantal uren, materialen en eventuele diensten per specifieke onderhoudsbeurt.
 - Lijst met aanbevolen reserveonderdelen met hun leveranciers, contact informatie en bestelcodes (zie ook gebruikersinstructie). Reservedelen geleverd vanuit project.
 - SLA's: met welke leveranciers zijn SLA's afgesloten; welke afspraken.
5. Omschrijving van eisen t.a.v. opleiding
6. Onderhoudsvoorschriften en instructies (hoe, middelen, montage/demontage). Onderhoudsintervallen
7. Inspectievoorschriften en instructies (hoe, middelen, montage/demontage). Specificatie van meetpunten, meetgereedschappen op tekening en in xls lijsten. Meetpunten uniek coderen.
8. Procedure voor het afhandelen storingen
9. Een concept onderhoudsbegroting met daarin aangegeven het aantal uren, materialen en eventuele diensten per specifieke onderhoudsbeurt.
10. Budgettering van de niet-beschikbaarheid
11. Lijst met benodigde (hulp-)gereedschappen met hun leveranciers, contact informatie en bestelcodes. Gereedschappen geleverd vanuit project.
12. Lijst met aanbevolen reserveonderdelen met hun leveranciers, contact informatie en bestelcodes. Reservedelen geleverd vanuit project.
13. Leverancierslijsten en SLA's: met welke leveranciers zijn SLA's afgesloten; welke afspraken.
14. Regeling strategische reservematerialen
15. Regeling afwijkende gereedschappen
16. Regeling afwijkende opleidingen
17. Regeling afwijkende gebruikersinstructies en handleidingen"

9.4.7. Handboeken en documentatie

Doel: Gebruiksaanwijzingen

Overdracht:

- Leveranciershandboek van de geleverde systemen
- Leveranciershandboek voor bediening, configuratie en onderhoud van de geleverde systemen
- Documentatie van de applicatie software (zowel voor het besturingsdeel als het presentatiedeel)
- Verklaringen leverancier/ aannemer
 - Garantieverklaring van leverancier voor het door de leverancier/ aannemer geleverde integrale systeem.
 - Bestek correctheidsverklaring, waarin aannemer verklaart dat geleverde systemen gebouwd zijn conform het bestek

9.4.8. Objectenlijst/voorraad/bestellijst van uit te wisselen onderdelen

Doel: specificatie van uitwisselbare onderdelen.

Overdracht:

- Voorraadlijst/bestellijst met gegevens over fabrikaat, Type/model, codering, Leverancier, Bouwjaar, Bestelnummer
- Alternatieve fabrikaten met gegevens

9.4.9. Aanleveren informatie voor Asset Management systeem SB

Doel: Het project levert objectkenmerken conform het dataprofiel van het asset managementsysteem van PZH (Beheerteam levert het profiel en coderingssystematiek).

Overdracht:

Ingevuld profiel

9.4.10. Aanleveren informatie voor Asset Management systeem TB/OB

Doel: Het project levert objectkenmerken conform het dataprofiel van het asset managementsysteem van TB/OB (Beheerteam levert het profiel en coderingssystematiek).

Overdracht:

Ingevuld profiel

9.4.11. Opleiding (test en proefbedrijf)

Doel: Opleidingseisen aan (bevoegd) personeel.

Overdracht:

- Opleidingseisen aan (bevoegd) personeel.
 - Opleiding t.b.v. eindgebruiker
 - Opleiding t.b.v. beheer
 - Opleiding in het onderhoud van de geleverde systemen (Installatietechnisch, hardware, software).
- Hierbij zijn de volgende onderwerpen onderkend:
 - Cursus (éénmalige opleiding) Meerdere sessies i.v.m. beschikbaarheid mensen
 - Cursuspakket: integraal en per systeem onderdeel/gebruiker.
 - Periodieke trainingen
- Opleidingshandboeken en instructie (initieel, periodiek)
- Opleiding en training on the job (test en proefbedrijf)

9.5. Instandhouding, subsysteemniveau

Doel: Overdachtsdocumentatie op subsysteemniveau, als aanvulling op de generieke documentatie op systeemniveau.

Overdracht: bijlage 5

Bijlage 1. Normdocument en Relatics



Huidige situatie

Eisenverkenner (indien een eis meerdere bovenliggende eisen heeft dan is de meest relevante eis gekozen)

topeis	eis	eistype	odl eis	odl eis
topeis	00010 kwaliteitsniveau	aspecteis Beheer	00389 K&L	00447 aanpassen K&L derden
topeis	00010 kwaliteitsniveau	aspecteis Beheer	00389 K&L	00446 ligging RGL tov rioleringen
topeis	00010 kwaliteitsniveau	aspecteis Beheer	00390 Beheerparagraaf	geen
topeis	00010 kwaliteitsniveau	aspecteis Kwaliteit	00084 streefcijfer betrouwbaarheid	geen
topeis	00010 kwaliteitsniveau	aspecteis Beheer	00129 onderhoud	00301 groot onderhoud materieel
topeis	00010 kwaliteitsniveau	aspecteis Beheer	00129 onderhoud	00302 klein onderhoud materieel
topeis	00026 verblijfsklimaat	aspecteis Beheer	000129 onderhoud	
topeis	00029 kostenoptimalisatie	aspecteis Beheer	00126 onderhoudbaarheid	00456 afstand rijdraad kunstwerk
topeis	00029 kostenoptimalisatie	aspecteis Beheer	00126 onderhoudbaarheid	00393 bereikbaarheid infrastructuur voor beheerpersoneel
topeis	00029 kostenoptimalisatie	aspecteis Beheer	00126 onderhoudbaarheid	00394 bereikbaarheid infrastructuur voor onderhoudspersoneel
topeis	00029 kostenoptimalisatie	aspecteis Beheer	00126 onderhoudbaarheid	00525 ligging eigen kabels en leidingen
topeis	00029 kostenoptimalisatie	aspecteis Beheer	00126 onderhoudbaarheid	00391 onderhoudbaarheid infrastructuur
topeis	00029 kostenoptimalisatie	aspecteis Beheer	00126 onderhoudbaarheid	00299 onderhoudbaarheid materieel
topeis	00029 kostenoptimalisatie	aspecteis Beheer	00126 onderhoudbaarheid	00395 Onderhoudbaarheid materieel
topeis	00029 kostenoptimalisatie	aspecteis Kwaliteit	00104 vandalisme bestendigheid	geen
topeis	00098 comfort	aspecteis Kwaliteit	00423 verkanting	
geen topeis	00127 beheerplan	aspecteis Beheer	00392 beheerplan infrastructuur	
geen topeis	00127 beheerplan	aspecteis Beheer	00300 beheerplan materieel	
geen topeis	00127 beheerplan	aspecteis Beheer	00525 kruising eigen K&L	
geen topeis	00128 inframanager	aspecteis Beheer	01154 beheerders RGL infrastructuur	

Gewenste situatie: **ntb**

Bijlage 2. Onderhoudsconcept

Voor het opstellen van een normdocument en onderhoudsconcept is een beeld nodig van het te realiseren systeem. Als werkhypothese voor een werkend tramsysteem is gekozen voor de in hoofdstuk 1 opgestelde systeemdecompositie. Deze werkhypothese dient gaandeweg het project geactualiseerd te worden. In onderstaand stappenplan voor het maken van een onderhoudsconcept, wordt in de stappen 1 en 2 de werkhypothese (de initiële systeemdecompositie) ingeruild voor het functioneel en technisch ontwerp en de bijbehorende FMECA analyses van de leveranciers en bouwcombinatie(s) RGL.

Stappenplan voor het opzetten van het onderhoudsconcept.

1. Selectie objecttypen met dominant faalgedrag.
Per objectsoort uit de objectsoortencatalogus bepalen van het dominant faalgedrag en gevolgen (FMECA analyse)
2. Vaststellen faalvormen, faaloorzaken en faalsnelheid (degradatieprofielen)²⁷
 - a. endogeen (slijtage of veroudering)
 - b. exogeen (derden en overmacht)
3. Bepalen onderhoudstypen voor de faaloorzaak(en)
 - a. exploitatie gerelateerd
 - i. Storings Afhankelijk Onderhoud (SAO);
 - ii. Inspectie Onderhoud (IO);
 - iii. Toestands afhankelijk Onderhoud (TAO)²⁸;
 - iv. Periodiek onderhoud (PO)²⁹
 - v. Gebruiks Afhankelijk Onderhoud (GAO)³⁰;
 - b. niet-exploitatiegerelateerd
 - i. revisie (Rev.; midlife onderhoud)
 - ii. vervangingsonderhoud (Verv.)
4. Inventarisatie onderhoudstaken en specificatie van kwaliteits- en efficiencyfactoren, waaronder:
 - a. Werken met daglicht
 - b. keuze klein (KMG) of groot materieel (GMG)

²⁷ Een faalvorm kan meerdere faaloorzaken hebben. Een faalvorm van het wissel is bijvoorbeeld breuk van het puntstuk. Mogelijke faaloorzaken zijn de ligging van het wissel, vermoeiing, slijtage.

²⁸ Tot deze categorie behoren de mechanische systemen waarvan de conditie kan worden bepaald.

²⁹ De restcategorie van mechanische systemen waarvan de conditie niet kan worden gemeten en alle overige systemen

³⁰ Indien betrouwbare duurzaamheidsrelaties beschikbaar zijn dan is het mogelijk om het onderhoud (mede) te bepalen op basis van gebruik (gebruiksafhankelijk onderhoud; GAO). Vooralsnog wordt hier niet van uitgegaan.

- c. machinaal (meettrein) of handmatig meten
- 5. Indeling onderhoudstaken naar impact op de dienstregeling
 - a. Buiten profiel (PVR)
 - b. Enkelsporige buitendienststelling
 - c. Dubbelsporige buitendienststelling
- 6. specificatie van onderhoudstaken naar frequentie en duur³¹
- 7. samenstelling werkpakketten (aantal werkzones / stedelijk trace /) en bepalen TVP claim.



Ter illustratie is op de volgende pagina een voorbeeld van een onderhoudsconcept uitgewerkt. De gegevens zijn fictief. De tijdshorizon wordt gelijk gesteld aan de levensduur van het object met de langst verwachte levensduur (afgebeeld is een horizon van 15 jaar) **ntb**

³¹ De gegevens zijn gebaseerd op best practices **(bronnen:)**.

			jaar	stremming	freq. [x/jaar]	FHD [uur]	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
dragen	overgangsconstructie	IO: conditiemeting	west	ja (dag)	1,000	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	
		IO: conditiemeting	stedelijk	ja (dag)	1,000	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
		IO: conditiemeting	oost	ja (dag)	1,000	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
dragen	overgangsconstructie	TAO: liggingsonderhoud	west	ja (dag)	1,000	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	
		TAO: liggingsonderhoud	stedelijk	ja (dag)	1,000	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
		TAO: liggingsonderhoud	oost	ja (dag)	1,000	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
geleiden	spoorconstructie	IO: conditiemeting	west	ja (dag)	1,000	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	
		IO: conditiemeting	stedelijk	ja (dag)	1,000	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
		IO: conditiemeting	oost	ja (dag)	1,000	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
geleiden	spoorconstructie	TAO: liggingsonderhoud	west	ja (dag)	1,000	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	
		TAO: liggingsonderhoud	stedelijk	ja (dag)	1,000	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
		TAO: liggingsonderhoud	oost	ja (dag)	1,000	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
geleiden	spoorconstructie	PO: reiniging (groefrail)	west	ja (dag)																					
		PO: reiniging (groefrail)	stedelijk	ja (dag)	12,000	1	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
		PO: reiniging (groefrail)	oost	ja (dag)																					
geleiden	spoorconstructie	Rev: slijpen	west	ja (dag)	0,300	8	8		8		8		8		8		8		8		8		8		
		Rev: slijpen	stedelijk	ja (dag)	0,300	8	8		8		8		8		8		8		8		8		8		8
		Rev: slijpen	oost	ja (dag)	0,300	8	8		8		8		8		8		8		8		8		8		8
geleiden	spoorconstructie	verv: spoorstaafvervang	west	ja (dag)	0,065	48																		48	
		verv: spoorstaafvervang	stedelijk	ja (dag)	0,065	48																			48
		verv: spoorstaafvervang	oost	ja (dag)	0,065	48																			48
geleiden	wisselconstructie	SAO: storingsonderhoud	west	ja (dag)	1,000	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
		SAO: storingsonderhoud	stedelijk	ja (dag)	1,000	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
		SAO: storingsonderhoud	oost	ja (dag)	1,000	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
geleiden	wisselconstructie	IO: conditiemeting	west	ja (dag)	1,000	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
		IO: conditiemeting	stedelijk	ja (dag)	1,000	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
		IO: conditiemeting	oost	ja (dag)	1,000	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
geleiden	wisselconstructie	verv: spoorstaafvervang	west	ja (dag)	0,065	24																		24	
		verv: spoorstaafvervang	stedelijk	ja (dag)	0,065	24																			24
		verv: spoorstaafvervang	oost	ja (dag)	0,065	24																			24
tractie energ voorz.	bovenleidingconstructie	TAO: regulering BVL	west	ja (dag)	0,500	8	8		8		8		8		8		8		8		8		8		
		TAO: regulering BVL	stedelijk	ja (dag)	0,500	8	8		8		8		8		8		8		8		8		8		8
		TAO: regulering BVL	oost	ja (dag)	0,500	8	8		8		8		8		8		8		8		8		8		8
tractie energ voorz.	bovenleidingconstructie	verv: rijdraadvervang	west	ja (dag)	0,065	24																		24	
		verv: rijdraadvervang	stedelijk	ja (dag)	0,065	24																			24
		verv: rijdraadvervang	oost	ja (dag)	0,065	24																			24

Bijlage 3 reservering

Bijlage 4 verkenning busbaanspecificaties³²

Inpassingsprofielen bus- en trambaan

Onderdeel	Parameter	eenheid	HOV-bus	HOV-tram
Onderdoorrijhoogte (excl evt. bovenleidingconstructie ³³)	In vrije ruimte	m	> 5,00	> 5,50 BS ³⁴ 1)
	Onder een kunstwerk	m	>= 4,30	>= 4,60 BS
	In een kunstwerk (tunnel)	m	>= 4,90	>= 5,20 BS
rijstrookbreedte	In rechtstand	m	3,30	3,40
	Bij een halte	m	3,00	3,10
Rijbaanbreedte (twee rijstroken)	In een 30 km gebied	m	7,00	6,60
	In een 50 km gebied	m	7,10	6,60
	In een 70 km gebied	m	7,30	6,60
	In rechtstand met zijmasten	m	n.v.t.	6,60
	In rechtstand met middenmast	m	n.v.t.	6,85
Ontwerpsnelheid in rechtstand	In een publiekintensief gebied	Km/u	30	30
	Binnen de bebouwde kom	Km/u	50	50
	Buiten de bebouwde kom	Km/u	70	70
Ontwerpsnelheid in bogen	Binnen de bebouwde kom	Km/u	50	50
	Buiten de bebouwde kom	Km/u	70	70
Horizontale boogstralen	Binnen de bebouwde kom 30 km/u	m	40 (>16)	40(>20)
	Binnen de bebouwde kom 50 km/u	m	120	150
	Binnen de bebouwde kom 70 km/u	m	300	300
	Buiten de bebouwde kom 70 km/u	m	475	475
Hellingen	Rechte baan	%	<=6	<=6 ³⁵
	Bogen	%	<=2,5	<=2,5
	Bij een halte	%	<=1	<=1
Verticale topboog	Bij een ontwerpsnelheid 30 km/u	m	175	375
	Bij een ontwerpsnelheid	m	375	500

³² Handboek Inrichting Openbare Ruimte versie 3.1 maart 2007; ASVV (Aanbevelingen voor Verkeersvoorzieningen binnen de Bebouwde kom)

³³ de constructiehoogte van de bovenleidingophanging wordt 0,1 m gehanteerd

³⁴ BS: Bovenkant Spoor

³⁵ Voor lightrail geldt tevens een maximale helling bij wissels van 4,5%

	50 km/			
	Bij een ontwerpsnelheid 70 km/	m	750	1000
Verticale voetboog	Bij een ontwerpsnelheid 30 km/u	m	135	500
	Bij een ontwerpsnelheid 50 km/	m	500	1000
	Bij een ontwerpsnelheid 70 km/	m	1000	1500
<u>Hellingen</u>	In rechtstand	%	6	5(<7)
	In een boog	%	2,5	2,5
	Op haltes / perrons	%	<1	<1

Dwarsprofiel HOV-busbaan.

De breedte van de HOV-busbaan is in principe 7,00 meter. Deze afstand is exclusief eventuele bouwwerken zoals een halte, geluidsschermen, grondkering, bochtverbreding en belijning. De 7,00 m is derhalve de exclusieve minimale verhardingsbreedte welke berijdbaar is voor een bus. Daar waar de ruimte beperkt is, kan een uitzondering worden gemaakt, tot ca. 6,70 m, bijvoorbeeld daar waar een snelheidsremmende maatregel (bij haltes e.d.) wordt aangelegd.

Bij de keuze van het dwarsprofiel dient rekening te worden gehouden met een ruimtereservering tussen de rijbanen (groenstrook) indien bij het vertrammen gebruik wordt gemaakt van bovenleiding met middenmasten. In paragraaf 6.3.7 en 6.3.8 zijn voorbeelden van deze dwarsprofielen opgenomen.

Vrije doorrijhoogte

De minimaal aan te houden onderdoorrijhoogtes:

- voor een bus: 3,10 m + 0,40 m vrije ruimte + 0,10 m reservering met het oog op het aanbrenge
- van nieuwe asfaltdekklagen is 3,60 m;
- voor een vrachtauto (met aanhanger): 4,10 m + 0,40 m vrije ruimte + 0,10 m reservering met het oog op het aanbrenge van nieuwe asfaltdekklagen is 4,60 m (voor een trekker met oplegger zelfs 4,65m). Bij nieuwbouw van kunstwerken wordt daarom vaak uitgegaan van de maat van 4,60 / 4,65 m.

Technische eisen

De baan wordt gemaakt op een stabiele ondergrond dan wel aan te brengen fundering; met de toe te passen constructie moet de weg blijvend goed vlak zijn en moet spoorvorming en/of verzakking worden uitgesloten. Dat is van groot belang voor het comfort, de omgeving (trillingshinder) en ook voor al dan niet verstoring van de dienstregeling bij volledig herstel. In verband met de belasting van de constructie

en het comfort van de reiziger, moet voorts worden gestreefd naar een zo vlak mogelijk verticaal alignement. Bij de aanleg van de baan dient, indien beschikbaar, gebruik te worden gemaakt van voor hergebruik beschikbare materialen in de fundering en opbouw van de baan.

Duurzaamheid

Voor de levensduur van de HOV worden voor de diverse onderdelen de volgende levensduur gehanteerd:

<u>Onderdeel</u>	<u>Levensduur</u>
hoofddraagconstructie	80 jaar
fundering	40 jaar
kunstwerken	40 jaar
baanverharding in ongewapend beton	30 jaar
baanverharding in asfalt	20 jaar
asfaltdeklaag	5-10 jaar

Baanondergrond en fundering

Vanuit oogpunt van duurzaamheid is als uitgangspunt gesteld: de principiële keuze van een wegverharding in ongewapend beton op een ondergrond met een minimum aan zetting. Slechts wanneer dit tegen alleen zeer hoge kosten te realiseren is, bijvoorbeeld indien de ondergrond niet genoeg draagkrachtig c.q. te zettinggevoelig is, mag hiervan worden afgeweken en wordt de baan uitgevoerd in een asfaltconstructie. Technisch wordt de zettingeis vertaald naar een zettingniveau waarbij juist geen schade ontstaat aan de wegconstructie. Overeenkomstig de huidige praktijk is een waarde van 30 mm over 5 m verlopemd als norm gesteld. In de ontwerpfase is het van groot belang dat er een geotechnisch onderzoek wordt gedaan naar de draagkracht ondergrond. Dit is een diepgaand en nauwkeurig grondonderzoek met 'sprongen', in de lengte van de baan gerekend, van 15 à 20 m tot om de 5 m bij wisselende bodemopbouw. Dit onderzoek is gericht op de:

- a) draagkracht/draagvermogen van de ondergrond;
- b) samendrukkingeigenschappen (zettinggevoeligheid) van de aanwezige ondergrond.

Aan de hand van een voorontwerpstudie is het totale tracé opgedeeld in deeltracés, met vanuit zettinggedrag min of meer gelijke eigenschappen ten aanzien van bovengenoemde punten a en b en over de gelijkmatigheid daarvan.

De fundering van de baan uitgevoerd in beton, bestaat uit hydraulisch menggranulaat, laagdikte 25 à 30 cm, onderbouw moet tenminste dezelfde breedte hebben als de bovenbouw. De fundering van de baan uitgevoerd in asfalt, bestaat uit hydraulisch menggranulaat, laagdikte 25 à 30 cm, onderbouw moet

tenminste 0,50 m breder zijn dan de bovenbouw. Onder de fundering wordt grondverbetering toegepast in een zandlaag van 50 cm dikte. Afhankelijk van de uitkomst van het grondonderzoek kan een aanpassing worden gedaan aan de uit te voeren funderingsmaatregelen, de te kiezen funderings- en verhardingsconstructie en de dimensionering daarvan.

Wegbouwkundige eisen aan de HOV-baan

De verhardingsconstructie van de HOV-baan dient te volgen uit een wegbouwkundige dimensioneringsberekening, mede gebaseerd op de lokale grondgesteldheid. De dimensioneringsberekening dient uit te gaan van de feitelijke lijnvoering en te gebruiken type HOV-voertuig. Bij een asfaltconstructie is de asfaltdeklaag bij voorkeur 35 mm SMA 0/11 type 2. Bij het opstellen van het verhardingsadvies dient gebruik te worden gemaakt van verkregen gegevens uit grondmechanisch en milieukundig bodemonderzoek. Daarnaast dient aandacht te worden besteed aan (oude en nieuwe) grondwaterstand.

De afwatering op de HOV baan dient zodanig van aard te zijn dat er geen vrij water op de HOV baan achterblijft. Principe oplossing voor de baanafwatering is:

- In de bebouwde kom: Straatkolk altijd buiten de baan, in de omliggende verharding plaatsen, aangesloten op een HWA-rioolstelsel.
- Buiten de bebouwde kom: Goottegels toepassen, naast de baan gelegen. Waar mogelijk infiltratiepunten in de wegbermen met overloopconstructie naar het nabijgelegen oppervlaktewater en/of nabijgelegen (gescheiden) rioleringstelsel.

Voor de afkoppeling van afwatering van busbanen, perrons en trambanen dient het afkoppelschema van de waterkwaliteitsbeheerder te worden gehanteerd. Bij het afwateren dient hiertoe de beslisboom aan-en afkoppelen van verharde oppervlakken worden gehanteerd. Deze beslisboom is opgesteld door de Werkgroep riolering West-Nederland (WrW) in 2003. De busbanen en trambanen dienen te worden beschouwd als matig vervuilde oppervlakken, de perrons als licht vervuilde oppervlakken.

Riolering, kabels en leidingen

Uitgangspunt is dat onder het tracé met uitzondering van de detectielussen en geleidingskabels, in lengterichting geen, voor beheer-en onderhoudsdoeleinden onbereikbare, riolering, kabels en leidingen mogen liggen. Uitzonderingen dienen te worden gewogen aan de kostenparameters aanleg en beheer en instandhouding. Kruisende kabels en leidingen (m.u.v. riolering) dienen in leidingenkokers te liggen. Ter plaatse van perrons minimaal 3x kruisende mantelbuizen \varnothing 110 mm meenemen, lengte mantelbuis = baanbreedte + perronbreedtes.

Langs de baan en haltes dient de riolering waar mogelijk op een maat meer dan 3,00 m uit de zijkant van de baan te liggen.

Bijlage 5 Overdrachtsdocumentatie

5.1 Draagsysteem

Baanlichaam

1. Dwarsprofielen / porfier (in principe wordt voor elke constructievorm een dwarsprofiel gemaakt (to build). De as build specificatie is minimaal een lijst met significante afwijkingen per dwarsprofiel)
2. Rapporten geotechnisch onderzoek
3. Zettingsprognose baanlichaam, bodemonderzoek, maatregelen voor stabilisatie, drainage specificaties
4. Geotechnisch bodemonderzoek en situatietekeningen
5. Onderhoudsvoorschrift landschap
6. Besteksgegevens
7. Tekeningen met horizontale drainage
8. Onderhoudsvoorschrift drainage en/of pompsysteem

Kunstwerken

Contractuele zaken

1. Juridische documenten
2. Vergunningen
3. Bestekdocumenten
4. Bestek
5. Bestekstekeningen
6. Nota van inlichtingen
7. Opdracht aan aannemer
8. Opdrachtbrief aan aannemer
9. Bestelbiljetten
10. Rapportages en verslagen
11. Schaderapportages
12. Afwijkingrapporten
13. Verslagen bouwvergaderingen
14. Week- en inspectierapporten
15. Oplevering
16. Proces-verbaal van oplevering
17. Inspectierapport
18. 0-meting
19. Restpuntenlijst
20. Afspraken en/of eisen die onderhoudsaannemer stelt aan nieuw te bouwen installaties
21. Beheergrenzen
22. Tekeningen met beheergrenzen (detailtekening en themalaag op lijntekening)
23. Tabel met beheergrenzen E/M installaties
24. Concept proces-verbaal van overdracht van objecten tussen DNZL en DIVV
25. Afspraken onderhoudstermijn
26. Formulier eigendomsoverdracht
27. Eindafrekening / Vrijwaringsformulier

Financiële zaken

1. Financiële informatie
2. Calculatie vervangingswaarde object, prijspeil 200x
3. Calculatie vervangingswaarde / levensduur deelinstallaties

Technisch documentatiepakket

1. Technische informatie
2. Voorlopig ontwerp en definitief ontwerp
3. Revisietekeningen, inclusief tekeningenlijst
4. Hoofd- & detailberekeningen
5. Materiaal- & productspecificaties
6. Garantieverklaringen
7. Leverancierslijsten
8. Hoeveelhedenlijst conserveringssystemen
9. Informatie over ligging en aansluitingen nutsvoorzieningen
10. "Ontwerpschema's besturing
11. Aansluitschema's, I/O lijst en listing CE-verklaring bij zelfstandige besturing"
12. Bijdrage Instandhoudingsplan beheerder
13. Onderhoudsplan en kosten (LCC A-onderhoud)
14. Vervangingsplan en kosten (LCC B-onderhoud)
15. Documenten in kader van Machinerichtlijn
16. Risico-inventarisatie
17. Gebruikersinformatie
18. Technische documentatie
19. Documenten in kader van tunnelveiligheid
20. Veiligheidsdossier
21. Tunnelveiligheidsplan
22. Bouwplan
23. Veiligheidsbeheerplan

Overige gegevens

1. Ringformulieren
2. Geotechnische gegevens
3. V&G dossier incl. RI&E

Asset Management

1. invoerprofiel AM Kunstwerk

Overgangsconstructies

1. speciale constructies
2. onderhoudsconcepten

5.2 Geleidingsysteem

Spoorconstructie

1. Legplannen en bouwtekeningen van spoor op bruggen
2. Tekeningen afwijkende constructies (afwijkingen op typetekeningen OVsystemen)
3. Onderhoudsvoorschrift van alle installaties
4. Gereviseerde PVS tekening of bogentekening: verticaal en horizontaal alignement
5. Bedieningsvoorschrift alle nieuwe installaties
6. Geometriemeting spoortracé
7. Overzicht van wisselverwarmingssysteem, incl verwarmingsstaat
8. Afstelgegevens compensatielas/ -inrichting
9. kwaliteitsmeting en garantiecertificaten ES lassen, compensatielas en compensatie-inrichting
10. Meting P-waarden lassen
11. spoortekening 1: 200: - 2 benig getekend, op coördinaat volgens rijksdriehoekstelsel - bogen met boogstralen, verkanting, maatvoering clotoide - spoorconstructies (railopstortingen en verdeling railstoelen, overpaden) - profiel van perrons, kunstwerken - kabelkokers / kabelbed / verbindingen met gebouwen - bebording / signalering / telefoon - nooduitschakelaar / krachtopstanden / wisselverwarming - kasten voor aansturing baanapparatuur / kabelverdelers - positie isolatielassen / assentellers / spoorsectie nummers - signalerings- of detectielussen / zendantennes - kilometering - assenschema, tangentialpunten
12. Typetekeningen conform AM-Rail voorschrift
13. Inmeettekeningen
14. lengteprofiel tekeningen, incl. tangentialpunten

Wisselconstructie

1. Legplannen wissels, type wissel, wisselnummering, wisselcomplexen met afwijkende spoorafstand
2. Tekeningen volgens bestek
3. Controle staten van de maatvoering (Geometriemeting)
4. Keuringsrapporten
5. Materiaalcertificaten
6. Revisietekeningen
7. Garantiebewijzen
8. Onderhoudsvoorschrift
9. Productinformatie
10. SAT formulier

Wisselsteller

1. Rapport werkingstest tongencontroleur
2. Rapport werkingstest vergrendeling
3. Werkingstest wissel wisselsteller
4. Meetrapport kabels
5. Installatietekening rugplaat (=wisselomzetstoel)
6. Tekeningen seinwezen (bladen S, OA, OBE/OS, I, M, OR)
7. Installatietekening wisselomzetstoelen
8. Garantiebewijzen
9. Keuringsrapporten

10. Onderhoudsvoorschrift
11. Keuringsrapporten
12. Onderhoudsvoorschrift

Spoorbeeindiging

1. FO en TO,
2. handleiding voor onderhoud

5.3 Tractie energievoorziening systeem

Gelijkrichterstation / exetren schakelinstallaties

1. Tekeningenlijst
2. Onderhoudsconcept
3. Garantieverklaringen
4. Bedieningsvoorschriften
5. Installatie voorschriften (voor zover van toepassing)
6. Keuringscertificaten
7. Isolatie testen van de installatie
8. Selectiviteits berekeningen
9. Kabelberekeningen
10. FAT Protocol
11. SAT Protocol
12. Gegevens van de installatie
13. Opstellingstekening met maatvoering van de installaties
14. Detaillering funderingsconstructie.
15. Aanzichttekeningen installatie.
16. Indelingstekeningen
17. Doorsnedentekening van de deelinstallaties.
18. Maatschetsen
19. Kabellooptekeningen
20. Kabellijsten
21. Sparingstekeningen
22. Gegevens doorvoeringen
23. Hoofdstroomschema's
24. Stuurstroomschema's
25. Schakelschema's
26. Tekeningen aansluiting 10kV net
27. Principeschema's, bedienings en werkingsschema's
28. Schema's van de (interne) transformatorbeveiliging,
29. Schema's van de koeling,
30. Schema met klokgetallen en klemaanduiding,
31. Tijdsvolgorde diagrammen van de hoofd, hulp en signaalcontacten,
32. I/O lijsten voor aansluiting van de centrale bediening van installaties
33. Aardingsconcept

Bovenleiding

1. FO en TO
2. Mastenplan
3. Constructietekening
4. Onderhoudsconcept
5. Schakelschema per stroomsectie

Netwerken (kabels, leidingen, draadloos)

1. plattegrond en specificaties kabelligging conform voorschrift WION en conform voorschrift lijntekening OVsystemen (Plattegrond 1:100 langs- en dwarsdoorsneden)

Energievoorziening

1. Geografische gegevens kabelloop hoogspanningskabels, adressen gelijkrichterstations
2. typebeproeving
3. dampdiffusiemeting
4. Specifieke eisen
5. Gegevens m.b.t. garnituren
6. Definitieve constructietekeningen
7. Definitieve productinformatie

5.4 Communicatiesysteem

Technisch ontwerp

- I/O lijst met de eigenschappen van de aangesloten signalen
- De geheugenindeling (inclusief de specifieke eigenschappen van de geheugenlocaties)
- Programmastructuur (klasse diagrammen en objectendiagrammen)
- Gedetailleerde beschrijving van de software: systeem, applicatie en invulling applicatie. Inclusief uitgavestanden.
- Softwarelistings
- Instellingen van b.v. parameters
- Standaards: programmering, naamgeving, commentaar, etc.
- Gedetailleerde uitwerking van de technische werking van het geleverde systeem en interfaces met andere systemen.
- Beschrijving performance kritische functies
- Instellingen van b.v. parameters
- Gedetailleerde uitwerking van de bedieningsinterface
- Gedetailleerde uitwerking van de logging/ registratie
- Performance: uitwerking van de verwachte systeembelasting:
- Beschrijving performance kritische functies
- PLC cyclus tijden
- De responsetijden
- Minimaal aangeven tijd tussen:
- Het geven van een commando op een SCADA cliënt en het sturen van een commando op een SCADA cliënt en het sturen van de bijbehorende PLC uitgang op Het wijzigen van de status van een PLC uitgang en het loggen van de gebeurtenis
- Communicatietijden tussen de diverse systemen Interface beschrijvingen tussen systemen (I/O lijsten)

- Koppelingen met: SCADA, PLC's, Servers, Netwerkinfrastructuur, MMI.
- Backup - en restore beschrijving. (Procedures bij gebruikersinstructies)
- Calamiteit-/uitwijk beschrijving. (Procedures bij gebruikersinstructies)

Aardingsconcept

Het concept en de uiteindelijke invulling daarvan

Tekeningen kasten

- Opstellingstekeningen kasten
- Uitvoeringstekeningen van kasten met de hoofdafmetingen en de opstelling van de apparatuur in de kasten en op de bedieningsfronten
- Plattegronden waarop locaties van geleverde systemen zijn aangegeven

Blokschema's

- Schema's waarop op schematische wijze een overzicht van alle systemen in de elektrische installatie is aangegeven en waarop per systeem wordt verwezen naar de betreffende samenstellingstekening, aansluitschema en stroomkringschema
- in AutoCAD volgens StabiCAD, indien mogelijk in E-Plan)

Installatieschema's

- Op schematische wijze de elektrotechnische - en besturingstechnische installaties aangeven.
- in AutoCAD

Stroomkringschema's

- Stroomkringschema's van de bediening, signalering en besturing van de installaties, inclusief detailtekeningen
- Relatie met hoofdstroomschema's: hoe worden objecten gevoed.
- (in AutoCAD volgens StabiCAD, indien mogelijk in E-Plan)

Kabel en leidingen overzicht

- Kabellijsten en kabelschema's (in en buiten gebouwen)
- De leidingloop en de plaats van de verschillende onderdelen
- Kabelloop
- Geulinhoudslijsten, met o.a. kabeltype, en doorsnede.
- Kabel codering conform codering methodologie van de beheerder

Detailconstructietekeningen

Specificaties tav omgevingscondities

Aansluitschema's

Aansluitschema's van de schakel- en verdeelkasten en systeemcomponenten met de daarop aan te sluiten apparatuur

Instellingen en configuratie

- Instellingen en configuratie van geleverde systemen
- Overzicht van afhankelijkheden tussen geleverde systemen onderling

Gebruikershandleiding voor gebruiker

Gebruikershandleiding voor bediening t.b.v. de eindgebruikers:

- MMI voor lokale en centrale bedieningsfunctie
- Centrale bedieningsfunctie:
- standaardfuncties: layout, beeldenstructuur, bedieningen, presentatie, alarmering, logging, systeem
- MMI-applicatie: hoe is de MMI verwerkt mede op basis van de standaardfuncties.
- Lokale bedieningsfunctie: welke en uitvoering
- Instellingen die operationele beperkingen opleveren
- Procedures opstarten/afbouwen processen.

Gebruikershandleiding voor beheer

Gebruikershandleiding voor beheerder (hardware en software):

- De gebruikershandleiding van de SCADA bediening omvat minimaal:
- Wijze van inlezen van commando's
- Wijze van oproepen van processchema's en overzichten
- Invoerkeuze
- Logische verknoping van centrale in/ uitschakel of blokkade commando's
- Overzicht gebruikersgroepen met toegekende rechten
- Overzicht van het gebruik van wachtwoorden
- Overzicht van tijdkritische bedieningen met de hiervoor benodigde oplossingen
- Handleiding om kleine aanpassingen aan objecten van de SCADA presentatie te realiseren
- Handleiding genereren van beheerrapportages

Gebruikershandleiding voor onderhoud

Gebruikershandleiding voor het onderhoud van de geleverde systemen (hardware en software)

- In gebruikshandleiding dienen de volgende onderdelen opgenomen te zijn:
- Procedure voor het afhandelen storingen
- Storingszoek diagram
- Indienst stellingsvoorschrift
- Lijst met aanbevolen reserveonderdelen met hun leveranciers, contact informatie en bestelcodes. (Zie ook onderhoudsplan)
- Procedure voor het laden van programma's
- Procedure voor het maken van back-up's
 - Geleverde systemen
 - Complete installatie
 - Databases
- Procedure voor het gebruik van gelogde systeem data
- Procedure voor vervangen hardware
- Overzicht van alle in te stellen beveiligingsinstellingen
- Procedure work-around processen: o.a. backup/restore, calamiteit/uitwijk

Kopie van de software productconfiguraties:

- Applicatie SW
 - source codes/ escrow verklaring
 - configuratie data
 - licentiecodes
- Operating System SW
 - licentie code
 - installatie CD
- Databases
 - licentie code
 - installatie CD

Rapporten en certificaten

- Testrapporten: Omvat zowel de testplannen, de uitgevoerde test(en)/ testcycli, de testresultaten als de testrapportage van FAT, SAT en IAT alsmede de acceptatie
- Veiligheidsbeoordeling (o.a. risico analyse) van de toepasbaarheid van het systeem.
- NEN 3140 rapporten
- Garantie certificaten,
- CE-verklaringen en CE markering

Datamodel

- Wijzigingshistorie.
- Datadictionary
- Beschrijving van de opbouw van de database (functioneel/technisch).
- Entiteit relatie diagram (functioneel/technisch)
- Beschrijving entiteiten/attributen.
- Kentallen (aantal voorkomens per entiteit en groei)

Kwaliteitsdossier

Hoe is tijdens project de kwaliteit geborgd en gerealiseerd.

- Glasvezeloverzichtstekening
- Glasvezelpatchlijsten
- Glasvezellasschema's
- Glasvezelmeetrappen
- Verdelerlijsten van de telecomverdelersKabellijst met kabelnamen / -nummers, type kabel, lengte, aangesloten locaties
- Trajecttekening met kabelloop, aftakklussen en handholesKabelplan per station/halte (overzichtstekening met hierin alle telematica \ kabels naar de afzonderlijke installaties)
- Akoestiekstudie.
- Meetrappen van omroepniveaus en verstaanbaarheidswaardes
- Meetrappen van verstaanbaarheidswaardes
- Meetrappen van de veldsterkte
- Digitale foto van de beelduitsnede van iedere camerapositie

5.5 Transfersysteem

1. Ontwerp berekeningen, functioneel ontwerp
2. Bestekstekeningen
3. Onderlegger, basis
4. Bewegwijzering (bebording, verwijzingen)
5. Vaste inrichting / Stationsmeubilair
6. Onderlegger, Basis, Terrein
7. Onderlegger, Terrein
8. Bouwkundige plattegrond
9. Plattegrond tekening van de daken
10. Bouwkundige doorsnede(n)
11. Gevel aanzichten – Buitenwanden
12. Wand aanzichten – Binnenwanden

13. Details hellingbanen
14. Details ladders en klimijzers
15. Bouwkundige voorzieningen roltrappen
16. Constructietekeningen
17. Certificaten (w.o. CE keurmerk...)
18. Garantieverklaringen en voorwaarden
19. onderhoudsconcept (incl FMEA, zie definitie)
20. Onderhoudsvoorschriften voorzien van detailtekeningen en/of referentie naar tekeningen (tekeningen meeleveren)
21. Onderhoudsplan voor 30 jaar (Meerjarenprognose onderhoud)
22. Funtioneel en technisch ontwerp
23. Bouwvergunning
24. Bestekstekeningen
25. Bouwkundige voorzieningen liften
26. Certificaten
27. Garantieverklaringen
28. Onderhoudsvoorschriften
29. Liftboek
30. Beheer gegevens lift intercom
31. Funtioneel en technisch ontwerp
32. Bouwvergunning
33. Bestekstekeningen
34. Certificaten
35. Garantieverklaringen
36. Onderhoudsvoorschriften
37. Roltrap/ hellingbaanboek
38. Funtioneel en technisch ontwerp
39. Bouwvergunning
40. Bestekstekeningen
41. Certificaten
42. Garantieverklaringen
43. Onderhoudsvoorschriften
44. Technisch ontwerp
45. Indeling technische ruimten 1:20
46. Sleutelbeheer/reserve sleutelbediening
47. kastaanzichten

5.5 Ondersteunende systemen

Smeerinrichting

1. Keuringscertificaten
2. Garantiebewijzen

Wisselverwarming

1. Onderhoudsconcept
2. Garantieverklaringen
3. Bedieningsvoorschriften
4. Installatie voorschriften (voor zover van toepassing)

5. Keuringscertificaten
6. Kabelberekeningen
7. FAT Protocol
8. SAT Protocol
9. Gegevens van de installatie
10. Maatschetsen
11. Kabelleoptekenigen
12. Kabellijsten
13. Hoofdstroomschema's
14. Stuurstroomschema's
15. I/O lijsten voor aansluiting van de centrale bediening van installaties

Geluidschermen

1. Functioneel en technisch ontwerp, onderhoudsvorschriften

Baanafschieding (hekwerk)

1. Constructietekeningen bijzondere hekwerksituaties
2. Principetekeningen
3. Garantieverklaringen
4. Onderhoudsvorschrift