

Safety management plan - Arcadis

**Project ERTMS Noordelijke Lijnen - Early Deployment Line
ProRail**

2 april 2024 versie 0.3, Concept

Contactpersoon

REMKO VAN DER WEIDE

M +31(0)6 57272672

E remko.vanderweide@arcadis.com

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 220

3800 AE Amersfoort

Nederland

VERSIEBEHEER

Documenthistorie

Versie	Datum	Samenvatting wijzingen	Reden wijzigingen
0.1	2023-03-01	Eerste concept door Remko van der Weide	Geen wijziging
0.2	2023-09-05	Algehele aanpassing van het document	Intern commentaar
0.3	2024-04-02	Algehele aanpassing van het document	Consolidatie met ESAAL SMP

Goedkeuring

Naam	Functie	Versie	Datum akkoord	Handtekening
Erwin Biersteker	Projectmanager	TBD	TBD	

Distributie

Naam	Functie	Versie	Datum uitgifte
Résjie Jhari	Reviewer		
Thomas Potters	Projectcoördinator ENL - Arcadis		
Aschwin van der Lugt	Projectmanager ENL - ProRail		
Laurens Gruwel	Safety manager ENL - ProRail		

INHOUDSOPGAVE

1	Inleiding	6
1.1	Aanleiding	6
1.2	Doel	7
1.3	Actualisatie	7
1.4	Referenties	8
1.5	Afkorting	9
1.6	Leeswijzer	10
2	Scopebeschrijving	11
2.1	Geografische scope	11
2.1.1	Early deployment line	11
2.1.2	Emplacement Leeuwarden	11
2.2	Systeemontwerp	12
2.2.1	Early deployment line	12
2.2.2	Emplacement Leeuwarden	12
2.3	Uitgangspunten	12
2.4	Levering dossiers	13
2.4.1	SASC t.b.v. aanbesteding	13
2.4.2	SASC t.b.v. ontheffing / indienststelling	14
2.4.3	SASC t.b.v. vergunningverlening	15
2.4.4	Veiligheidsdossier	15
2.5	Safety management	15
2.6	Gerelateerde veiligheidsdossiers	15
2.7	Levenscyclus CENELEC	16
2.8	Betrokken partijen en hun bijdragen	18
2.8.1	ProRail	18
2.8.2	Arcadis en de kennisalliantie	18
2.8.3	Leveranciers	19
2.8.4	Aannemers	19
2.8.5	ISA	19
3	Veiligheidsdoelstelling	20
3.1	Algemeen	20
3.2	Toepassing nieuwe voorschriften	21
4	Kwaliteitsmanagement	22

4.1	Ontwerpen en realiseren	22
4.2	Omgaan met afwijkingen en unicaten	23
4.3	KKT persoonscertificering	23
4.4	Sapphire	23
4.5	Ontwerpen van IMX-gegevens	23
4.6	System Engineering	24
4.7	Toepassing RLN60040	24
4.8	Wijzigingsmanagement	25
5	Safety activiteiten	26
5.1	Hazard management	26
5.2	Hazard identificatie	26
5.3	Hazard overdracht	26
5.4	Planning	26
5.5	Ontwerpproces	27
5.6	Analyse van afwijkingen en unicaten	27
5.7	Externe toetsing	27
6	Verificatie en validatie	28
7	TSI-compliance	29
8	Rollen en verantwoordelijkheden	30
Bijlage 1: Verificatie tegen NEN-EN 50126-1		31
Bijlage 2: Organigram		32

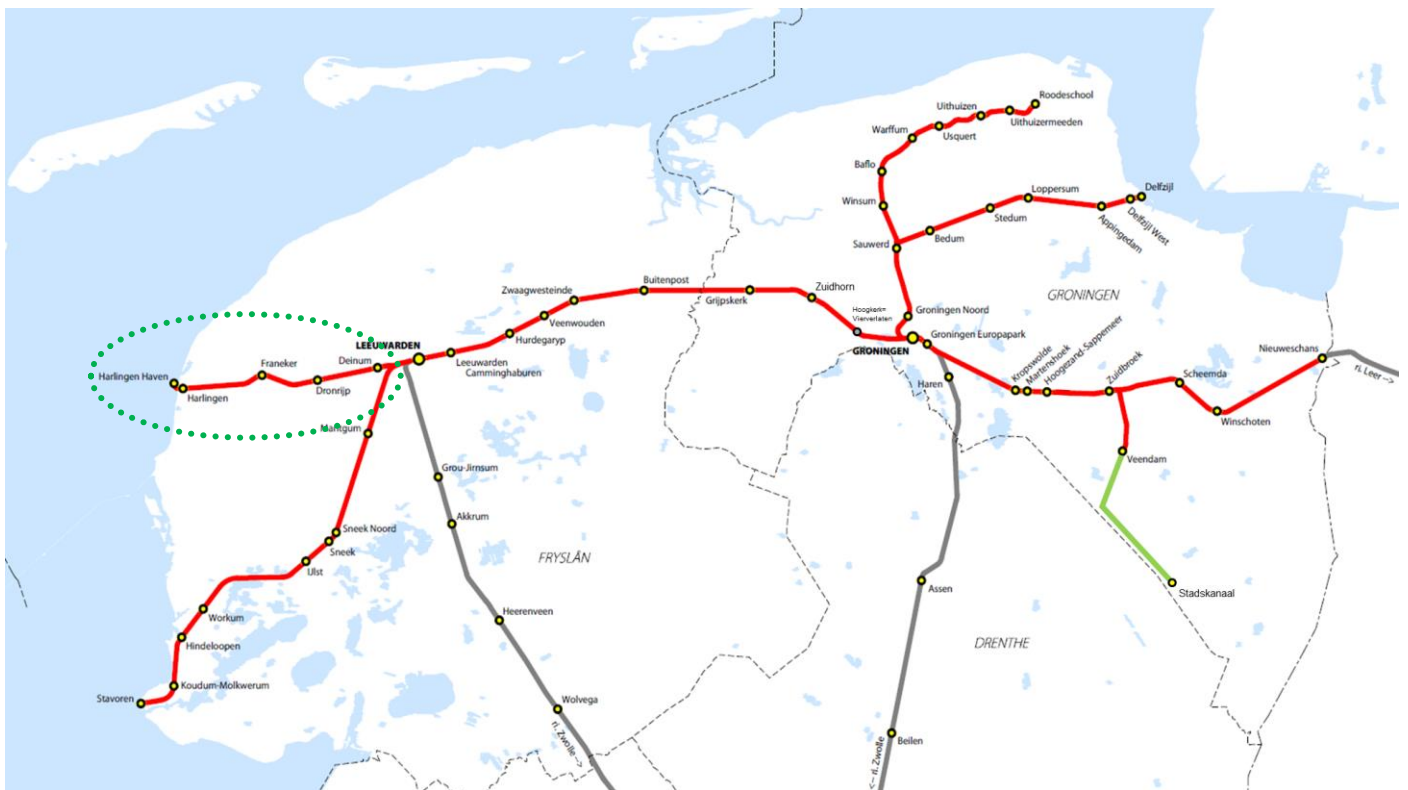
1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Het spoorvervoersysteem heeft in haar ruim 175-jarige bestaan in Nederland op meerdere momenten een systeemsporg door gemaakt die het gebruik, de veiligheid en de functionaliteit van het systeem aanmerkelijk veranderden. Voorbeelden zijn de introductie van relaisbeveiliging (jaren '50), van Automatische Trein Beïnvloeding (jaren '70) en van elektronische treinbeveiliging (jaren '90). De introductie van het European Rail Traffic Management System (ERTMS) vormt opnieuw zo'n systeemsporg naar een internationaal georiënteerd en technisch vernieuwd spoorvervoersysteem in Nederland. Dit systeem moet reizen over de landsgrenzen beter mogelijk maken (interoperabiliteit). Ook bevordert ERTMS dat ontwikkelde systemen makkelijker in andere Europese landen kunnen worden toegepast. Verder zijn er met ERTMS Level 2 minder vast bedrade deelsystemen langs de spoorbaan nodig waardoor de storingsgevoeligheid wordt vermindert.

Het Programma ERTMS zal meerdere corridors van het Nederlandse hoofdspoorwegnet voorzien van ERTMS. Ook de noordelijke lijnen worden beoogd om te worden voorzien van ERTMS. Dit safety management plan (SMP), ook genoemd 'veiligheidsplan', is geschreven voor het project ERTMS Noordelijke Lijnen (hierna: ENL) en daarvan het baanvak Leeuwarden (excl.) – Harlingen Haven. Daarmee betreft het plan de allereerste deelcorridor in Nederland die van het nieuwe ERTMS-systeem gaat worden voorzien. Het draagt daarom ook wel de naam Early Deployment Line. Het doel is deze deelcorridor op 27 augustus 2026 in dienst te stellen.

Als onderdeel van het project ENL zal Arcadis ook het emplacement Leeuwarden van ERTMS Level 2 beveiliging gaan voorzien. Dit veiligheidsplan zal later worden aangepast om geënt te worden op dit projectonderdeel.



Omdat de Early Deployment Line de eerste implementatie is van het nieuwe ERTMS walbeveiligingssysteem, heeft dit project ook een ontwikkelaspect in zich. Parallel aan het ontwerp en de realisatie door het project ENL wordt namelijk dit nieuwe ERTMS walbeveiligingssysteem, genaamd CSS, ontwikkeld (door Thales). Het systeem betreft een generieke applicatie bestaande uit diverse generieke producten: een elektronische interlocking, verschillende type object controllers, een radio block center (RBC), een lineside equipment unit (LEU) en eurobalises. Ook worden parallel aan dit project ProRail ICT-systemen aangepast c.q. nieuw ontwikkeld om ERTMS volledig te gaan benutten in de gebruikersprocessen van treindienstleider en machinist. Verder loopt een ontwikkeling door Thales van assentellers die

bij de realisatie zullen moeten worden toegepast en zijn ook op het gebied van werken aan de infra nieuwe systemen in ontwikkeling. Tenslotte wordt door ProRail een nieuw type objectcontrollerkast ontwikkeld. Het project ENL zal daardoor niet alleen reeds door ProRail vrijgegeven producten gaan toepassen maar ook nog in ontwikkeling zijnde producten. Ook de toe te passen ontwerpvoorschriften zullen nog in ontwikkeling zijn. De bedoeling is dat de genoemde ontwikkelingen op tijd voldoende ver gevorderd zullen zijn om de producten en informatie in het project te gebruiken bij de realisatie op de Early Deployment Line. Naar verwachting zullen testresultaten verkregen binnen het project ENL worden gebruikt bij de vrijgave door ProRail van de nieuw ontwikkelde en aangepaste systemen.

Met de introductie van het nieuwe ERTMS treinbeveiligingssysteem beoogt ProRail open engineering te bereiken. De voor treinbeveiliging door ProRail erkende ingenieurbureaus krijgen de opgave om alle engineeringsactiviteiten in het proces van ontwerpen tot en met indienststellen van treinbeveiligingsinstallaties geheel zelfstandig, dat wil zeggen zonder tussenkomst van de betreffende systeemleveranciers, uit te voeren en daarvoor ook zelfstandig de verantwoordelijkheid te dragen. Dit betekent dat niet alleen het ERTMS-ontwerp van de deelcorridor maar ook de bijbehorende datapreparatie voor de interlocking, RBC, LEU, balises en object controllers de taak wordt van o.a. Arcadis.

Naast de ontwikkeling van CSS en assentellers, bestaat een nieuw aspect in het werken met digitale ontwerpgegevens: Niet langer wordt het ontwerp uitgevoerd in de vorm van (digitaal beschikbare) tekeningen, maar de ontwerpgegevens worden zelf in hun onderlinge relaties digitaal vastgelegd in ontwerpatabases, waarbij een tekening niet langer de informatiedrager zelf is, maar alleen een presentatie van de digitaal beschikbare gegevens. Een verdere uitwerking van deze digitalisering van de ontwerpgegevens met verdere ontwikkeling van de nodige ontwerpatabases bij de ingenieurbureaus en ProRail partner RIGD Loxia moet bij de indienststelling van de Early Deployment Line ertoe hebben geleid dat de ontwerpgegevens aangetoond voldoende veilig tot stand zijn gekomen en dan ook veilig in beheer kunnen worden genomen door ProRail. In dit project ENL moeten al deze nieuwe ontwikkelingen in voldoende mate afgerond hun beslag krijgen. Gezien de relatief korte doorloop van het project en het feit dat de tooling noodzakelijk voor het werken met digitale ontwerpgegevens parallel aan het project wordt ontwikkeld, zal mogelijk (tijdelijk) zoveel mogelijk op conventionele wijze worden gewerkt. Ook zal de migratie naar het werken met enkel digitale ontwerpgegevens mogelijk pas laat in het project worden gemaakt.

Om ervaring op te doen en kennis te delen op het gebied van ERTMS-uitrol heeft ProRail ervoor gekozen een kennisalliantie aan te gaan met drie door ProRail erkende ingenieurbureaus: Arcadis, Movares, Sweco, RHDHV en Nexus. Dit houdt in dat de ingenieurbureaus in een open setting naar elkaar en naar ProRail in de gelegenheid worden gesteld ervaring op te doen met ERTMS Level 2, met de nieuwe werkwijze van digitaal ontwerpen (IMX-formaat) en met open engineering.

In het contract met ProRail vervult Arcadis de rol van coördinerend ingenieurbureau. Dit houdt in dat Arcadis de lead heeft in het in onderling overleg verdelen van deelcorridor-overstijgende taken over de drie betrokken ingenieurbureaus. Elk ingenieurbureau blijft zelf wel verantwoordelijk voor het correct, voldoende veilig en tijdig ontwerpen van de 'eigen' deelcorridor.

1.2 Doel

De doelstelling van voorliggend plan is om te beschrijven welke processen door Arcadis worden gevolgd en welke veiligheidsactiviteiten worden gepland om aantoonbaar, conform de door ProRail gestelde eisen, een correct en voldoende veilig ontwerp te leveren.

De opzet van dit plan moet in lijn zijn met het veiligheidsmanagementplan van ProRail (ref. 4) en de standaard NEN-EN 50129 (ref. 2).

In dit SMP is ook kort beschreven welke rol Arcadis speelt in het aantonen van TSI-compliance.

1.3 Actualisatie

Dit plan zal opnieuw worden gezien en indien nodig worden geactualiseerd op gezette tijden in het project, wanneer een nieuwe fase in het project aanbreekt, wanneer het bovenliggende veiligheidsmanagementplan van ProRail (ref. 4) wordt aangepast of wanneer wijzigingen in het project hiertoe aanleiding geven.

1.4 Referenties

Tabel 1: De referenties.

Nr.	Titel	Opsteller	Referentie	Versie	Status	Datum
1.	Project management plan – ENL & ESAAL	Arcadis	VJS57624J56J-833970573-17161	2.0	Definitief	28 november 2023
2.	CENELEC norm NEN-EN 50129: Railway Applications – Communication, signalling and processing systems – Safety related electronic systems for signalling	NEN-EN	NEN-EN 50129	-	-	november 2018
3.	CSM REA, betreffende de gemeenschappelijke veiligheidsmethode voor risico-evaluatie en -beoordeling (incl. amendement)	Europese Commissie	2015/1136	-	-	13 juli 2015
4.	D-003121 ERTMS Noordelijke Lijnen, Veiligheidsmanagementplan	ProRail	K201897024-815065206-95	1.2	Definitief	23 november 2022
5.	Procesbeschrijving Treinbeveiliging	Arcadis	077823940	C.2	Definitief	
6.	RLN60001 – Richtlijn	ProRail	RLN60001			
7.	RLN60040 – Richtlijn Ontwerpproces ERTMS	ProRail	RLN60040	5.0	Concept	31 december 2016
8.	Erkenningsregeling	ProRail	ACD00020	...	...	...
9.	Functioneel Integraal Systeemontwerp ERTMS Noordelijke Lijnen Projectnummer: 51005600	Sweco	-	P03-S3	Gereed voor levering	22 juni 2022

1.5 Afkortingen

In Tabel 2 zijn de in dit SMP gehanteerde afkortingen weergegeven.

Tabel 2: De in dit SMP gehanteerde afkortingen.

Afkorting	Betekenis
ACP	Acceptatie Protocol
ALARP	As low as reasonably practicable
APB	Automatisch Permissief Blok
AsBo	Assessment body
ASTRIS	Aansturing en statusmelding van de railinfrastructuur
ATB-NG	Automatische treinbeïnvloeding nieuwe generatie
CCS	Command, control & signaling (TSI)
CSS	Central safety system
CSM-REA	Common safety methods for risk evaluation and assessment
EDL	Early deployment line
EDS	Energievoorziening NTB
ENL	ERTMS noordelijke lijnen
EN	Europese norm
ENE	Energy (TSI)
ERTMS	European rail traffic management system
ETIS	ERTMS Trein Informatie Systeem
FIS	Functioneel integraal systeemontwerp
GASC	Generic application safety case
IB	Ingenieursbureau
ICRS	Integrale customer requirements specification
ILT	Inspectiedienst Leefbaarheid en Transport
IMX	Informatie model spoor XML
INF	Infrastructure (TSI)
ISA	Independent safety assessor
ISO	Internationale organisatie voor standaardisatie
ISV	Independent safety validator
IXL	Interlocking / interlockingsysteem
KKT	Kritische Kerntaken
L2	Level 2
LEU	Lineside equipment unit
LNTC	Level national train control
NoBo	Notified body
OBE	Overzicht beveiliging
OCK	Objectcontrollerkast
OR	Overzicht retourstromen
OVS	Ontwerpvoorschrift
Post21	Treinverkeersmanagementsystemen (van ProRail)
PRC	Procedure
PVE	Programma van eisen
PSSSL	Prikspanningsspoorstroomloop
RAMS	Reliability, availability, maintainability and safety
RAMSHE	Reliability, availability, maintainability, safety, health and environment
RBC	Radio block centre
RIC	Railinfracatalogus
RLN	Richtlijn
RVTO	Railverkeerstechnisch ontwerp
SASC	Specific application safety case
SE	System engineering
SMB	Stop marker board

SIL	Safety integrity level
SIT	System integration test
SMP	Safety management plan
SRAC	Safety Related Application Constraint
SQT	Safety qualification test
SRS	System requirements specification
SVA	Staat van aanwijzing
S&OA	Seinbeelden en overzicht apparatuur
TCS	Train control system
TSI	Technische specificatie voor interoperabiliteit
TVG-I	Toestemming voor gebruik voor installatie
TVG-T	Toestemming voor gebruik voor test
TVG-E	Toestemming voor gebruik voor exploitatie
V&G	Veiligheid en gezondheid
V&V	Verificatie en validatie
VGM	Veiligheid, gezondheid en milieu
VTW	Verzoek tot wijziging
VVI	Vergunning voor indienststelling
WCA	Werkzonebeveiliging centrale applicatie

1.6 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 beschrijft de scope en uitgangspunten van het project. In hoofdstuk 3 worden de veiligheidsdoelstellingen beschreven. Hoofdstuk 4 gaat nader in op het kwaliteitsmanagement dat binnen het project gehanteerd wordt. De activiteiten volgend vanuit safety management zijn beschreven in hoofdstuk 5. Hoofdstuk 6 is gewijd aan de principes van verificatie en validatie zoals die in het project worden toegepast. In hoofdstuk **Error! Reference source not found.** is per stap uit het V-model aangegeven welke activiteiten verwacht worden. In hoofdstuk 8 wordt het TSI compliance proces nader toegelicht en in hoofdstuk 8 zijn de rollen en verantwoordelijkheden van de safety organisatie beschreven.

Compliance van dit veiligheidsplan aan de vereisten aan een safety plan, zoals benoemd in CENELEC norm NEN-EN 50126, is aangetoond in Bijlage 1. Tenslotte biedt Bijlage 2 een organogram van het project.

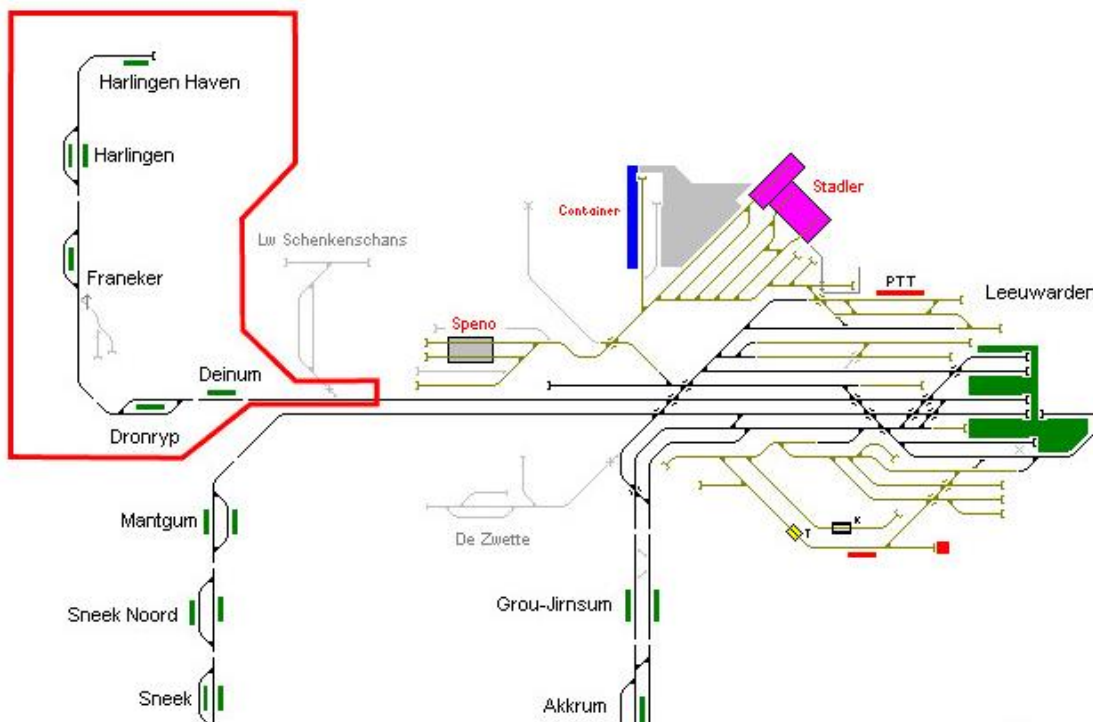
2 Scopebeschrijving

2.1 Geografische scope

2.1.1 Early deployment line

In de bestaande situatie is de deelcorridor Leeuwarden (excl.) – Harlingen Haven uitgerust met een NS'54 treinbeveiligingssysteem bestaande uit onder andere lichtseinen, ATB-NG, B-relais interlocking, PSSSL (Harlingen Haven tot Harlingen) en assentellers (Harlingen tot Leeuwarden Arriva sporen). In de nieuwe situatie is de deelcorridor Leeuwarden (excl.)-Harlingen Haven uitgerust met een ERTMS level 2 baseline 3 systeem bestaande uit onder andere SMB-borden, Eurobalises, elektronische IXL, RBC en assentellers.

Een schematische weergave van de deelcorridor Leeuwarden (excl.) – Harlingen Haven is weergegeven in Figuur 1. De deelcorridor is linksboven zichtbaar.



Figuur 1: Schematische weergave van de deelcorridor Leeuwarden (excl.) - Harlingen Haven (rood kader)

2.1.2 Emplacement Leeuwarden

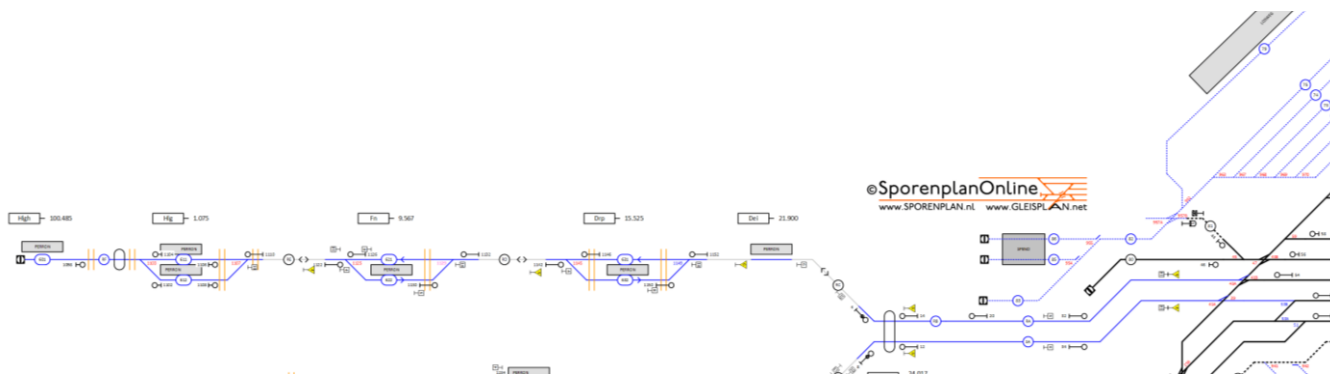
Het emplacement Leeuwarden zal pas van ERTMS worden voorzien nadat het project Ombouw Leeuwarden aanpassingen heeft gedaan op het emplacement en nadat het baanvak naar Harlingen Haven door Arcadis en later het baanvak naar Stavoren (door Sweco) en naar Groningen zijn voorzien van ERTMS. Het project zal de ontstane tijdelijke drie transitie tussen LSTM ATB-EG en Level 2 opheffen en een nieuwe dergelijke transitie naar Heerenveen realiseren.

Nader in te vullen.

2.2 Systeemontwerp

2.2.1 Early deployment line

Figuur 2 toont meer detail van het bestaande baanvak van de Early Deployment Line; te zien is dat het baanvak naar Harlingen Haven eerst parallel loopt met het baanvak naar Sneek en Stavoren. Na een brug lopen de sporen uiteen.



Figuur 2: Een schematische weergave van de huidige deelcorridor Harlingen Haven – Leeuwarden (excl.).

Op de deelcorridor vinden globaal de volgende wijzigingen plaats:

- Optimaliseren van de SMB-plaatsing zodat een meer robuuste dienstregeling mogelijk is;
- Verhogen van de maximale snelheid waar dit mogelijk is.
- Projecteren van een LNTC-L2 transitie op de 4-draads APB vrije baan tussen Leeuwarden en Deinum;
- Vervangen van de bestaande lichtseinen door SMB's;
- Plaatsen balisegroepen in het spoor;
- Plaatsen van objectcontrollerkasten langs het spoor;
- Vervangen van de bestaande detectie door nieuw type assentellers;
- Vervangen van de bestaande beveiliging door een nieuwe interlocking en RBC;

De indeling van de deelcorridor met ERTMS is in een eerdere projectfase door een ander ingenieurbureau uitgewerkt in het FIS voor ENL hoofdstuk 2 (ref. 9). Dit FIS zal als basis dienen voor het railverkeerstechnisch ontwerp en verdere engineering door Arcadis.

2.2.2 Emplacement Leeuwarden

Nader in te vullen.

2.3 Uitgangspunten

De volgende uitgangspunten m.b.t. veiligheid worden gehanteerd in dit plan:

1. Het OVS60040-2 is voldoende getoetst volgens CSM-REA en gezien vanuit de functionaliteit die het CSS-systeem biedt en bijbehorende gebruikersprocessen. Het OVS60040-2 geldt daarmee als een set 'Safety Related Application Conditions' bij het CSS-systeem, dus een set dwingende voorschriften om het CSS-systeem veilig op locatie toe te passen. ProRail beschikt hiervoor over een afdoende veiligheidsonderbouwing en AsBo-verklaring. Arcadis mag ervan uitgaan dat een ERTMS-ontwerp gemaakt conform het OVS60040-2 voldoende veilig is zonder opnieuw zelf een expliciete beoordeling van de functionele restrisico's uit te voeren.
2. De RLN60040 (ref. 7) is bruikbaar voor de realisatieactiviteiten. Hiervan is eind 2021 een geschikte update ter beschikking gesteld.
3. Hoewel het OVS60040-2 een volwassen voorschrift is en geschikt om toe te passen, kunnen opmerkingen, correcties en vragen over de juiste interpretatie van het ontwerpvoorschrift OVS60040-2 en de richtlijn RLN60040 ontstaan. Deze moeten worden gemeld aan en doorgesproken worden met ProRail.
4. Voorschriften van assentellers en objectcontrollerkasten zullen door ProRail tijdig van voldoende kwaliteit beschikbaar worden gesteld aan de ingenieurbureaus en spooraanneemers voor ontwerp en installatie.
5. De leveranciers van CSS en ACS zullen Arcadis waar nodig ondersteunen bij de dataprep activiteiten.

6. Arcadis doorloopt het proces van verificatie en validatie van de specifieke applicatie voldoende om te kunnen instaan voor de kwaliteit van het ontwerp en de configuratie van de CSS-installatie. Arcadis neemt dus verantwoordelijkheid voor zijn activiteiten in het uitrolproces. Daarnaast wordt verwacht dat de CSS-leverancier instaat voor de kwaliteit van de geleverde dataprep tooling; eventuele verificatieactiviteiten die nodig zijn omdat de CSS-leverancier de dataprep tooling slechts met beperkte garanties van kwaliteit kan leveren of om de generieke safety cases compleet te maken, moeten door de CSS-leverancier resp. cluster OVEB expliciet kenbaar worden gemaakt en ProRail zal dan Arcadis vragen hiermee rekening te houden bij het definiëren van zijn verificatie- en validatieactiviteiten.
7. ProRail heeft generiek reeds een identificatie- en analyse van de hazards onderliggend aan het PVE ERTMS en het OVS ERTMS uitgevoerd en door een AsBo laten beoordelen. Arcadis mag ervan uitgaan dat het OVS ERTMS veilig is om toe te passen. Er kunnen evenwel spoor situaties zijn waarin het OVS ERTMS niet voorziet. Voor dergelijke unicaten maakt primair Arcadis een ERTMS-ontwerp, identificeert zij hazards en analyseert deze. Op de verschillende overlegtafels kan het ontwerp met ProRail-experts worden besproken.
8. De generieke veiligheidsdossiers van ProRail zullen voldoende zelfstandig leesbaar en beoordeelbaar te zijn en behoeven niet in de SASC van Arcadis te worden behandeld behoudens eventuele SRACs die ProRail in overleg met Arcadis aan Arcadis zal overdragen op de wijze zoals in vorig punt genoemd. (Bijvoorbeeld kan het hier gaan om eventuele SRACs die de CSS-leverancier stelt voor het configureren en testen van de specifieke applicatie voor interlocking, RBC, balises en assentellers.)
9. De spoor aannemer levert aan Arcadis een verificatierapport voor de installatie en test van de gebouwde installatie voor het perceel.
10. ProRail stelt een AsBo beschikbaar om de activiteiten van Arcadis en de geleverde documentatie te beoordelen. De scope van deze beoordeling wordt nog nader met Arcadis afgestemd.
11. Arcadis moet de veiligheidsdoelstelling nastreven en de risicomatrix toepassen zoals gepresenteerd in het Veiligheidsmanagementplan van ProRail (ref. 4) en overgenomen in par. Algemeen.
12. Mochten er ETCS hazards binnen de Specifieke Applicatie moeten worden behandeld, dan zullen deze door ProRail in behandeling worden genomen en zo nodig aan Arcadis expliciet worden voorgelegd voor overdracht.
13. Mogelijk moeten in de percelen, naast het ontwerp en de installatie van de nieuwe treinbeveiligingsinstallatie, ook enkele wijzigingen aan de railinfrastructuur plaatsvinden. Deze wijzigingen vallen binnen scope van het veiligheidsmanagement, maar risico's zullen zo mogelijk worden geaccepteerd volgens het aanvaardingsprincipe 'praktijkcode', waarmee volgens ProRail voorschriften wordt gewerkt en het gedocumenteerde bewijs hiervan zal worden verzameld, maar zonder de betreffende onderliggende risico's te identificeren. Bij afwijkingen zal er wel een expliciete risico identificatie en analyse plaatsvinden.
14. Het CSS-systeem en de door ProRail opgestelde ontwerpvoorschriften dekken de TSI-eisen voldoende af. Het aantonen van compliance met de voorschriften is daarom in principe voldoende om compliance met de TSI te onderbouwen.

2.4 Levering dossiers

Arcadis zal voor de deelcorridor Leeuwarden (excl.) – Harlingen Haven en voor emplacement Leeuwarden beide een SASC opstellen. Elke SASC zal in drie verschillende versies worden geleverd, namelijk bij aanbesteding aannemer, ten behoeve van ontheffing / indienststelling ("to build") en ten behoeve van vergunningverlening ("as built"). Mochten er ook wijzigingen buiten het domein van het treinbeveiligingssysteem plaatsvinden die een significante wijziging betreffen, dan zal Arcadis naast de SASC een veiligheidsdossier conform CSM-REA opstellen voor deze wijzigingen.

2.4.1 SASC t.b.v. aanbesteding

Deze versie van de SASC zal verantwoorden dat het RVTO voldoende veilig is. Deze versie zal worden gebaseerd op de door ProRail beschikbaar en verplicht gestelde voorschriften zonder dat een onderliggende GASC ERTMS reeds beschikbaar zal zijn. De scope van deze versie van de SASC omvat:

- Onderbouwing en bewijs dat het ontwerpproces voldoende is gepland (beschikbaarheid projectplan, veiligheidsplan, SE-plan e.d.)
- Onderbouwing en bewijs dat het ontwerpproces tot op het niveau van RVTO is uitgevoerd volgens een voldoende kwaliteitsproces (hiervoor zal Arcadis de tool Sapphire gebruiken);
- Onderbouwing en bewijs dat door Arcadis het projectteam voldoende is georganiseerd (kwaliteit / bemensing) en er voldoende onafhankelijke controle is gewaarborgd in en rondom het project (ook hiervoor wordt Sapphire gebruikt);

- Onderbouwing en bewijs dat bij het ontwerpproces de geldende OVS60040-2 en overige van toepassing zijnde ontwerpvoorschriften zijn gevolgd en dat manco's en afwijkingen expliciet zijn geïdentificeerd;
- Onderbouwing en bewijs, voor zover niet reeds door een ander ingenieursbureau is geleverd in de FIS-fase, dat alle eventuele afwijkingen en unicaten voldoende veilig zijn;
- Onderbouwing en bewijs dat het ontwerp op de raakvlakken met de bestaande spooraansluiting naar Leeuwarden correct en veilig is;
- Onderbouwing en bewijs dat (deelcorridor-specifieke) hazards zijn geïdentificeerd en geanalyseerd;
- Onderbouwing en bewijs dat alle eisen, uitgangspunten en ontwerpkeuzes voldoende zijn verzameld en vastgelegd in de Relatics database;
- Onderbouwing en bewijs dat alle maatregelen, voor zover er wijzigingen in het ontwerp of ontwerpproces nodig zijn gebleken, daadwerkelijk zijn geïmplementeerd;
- Onderbouwing en bewijs dat de geleverde ontwerpproducten (waaronder IMX-bestand) correct en betrouwbaar zijn. Denk hierbij aan een voldoende proces en geschikte tooling;
- Verantwoording tegen CSM-REA (ref. 3) en NEN-EN 50129 (ref. 2)

Buiten scope van deze versie van de SASC vallen:

- Gerelateerde (generieke) safety cases
- Uitvoeringsontwerp
- PVE aannemer
- V&V aannemer
- Datapreparatie – Testen
- Aspecten m.b.t. integratie met trein
- Gebruikersprocessen ERTMS
- Indiensttellingsproces
- Wisselverwarming
- Netwerkconfiguraties
- Post21 (ASTRIS/ETIS) configuraties

2.4.2 SASC t.b.v. ontheffing / indienstelling

De tweede versie van de SASC dient voor het verkrijgen van ontheffing voor indienstelling en betreft de 'to build' SASC. Deze versie omvat:

- Onderbouwing als in SASC t.b.v. aanbesteding, waar nodig geactualiseerd
- Onderbouwing en bewijs dat het uitvoeringsontwerp is opgesteld met voldoende kwaliteit / bemensing en met voldoende onafhankelijke controle;
- Onderbouwing en bewijs dat de datapreparatie correct is uitgevoerd met voldoende kwaliteit / bemensing en de juiste input, gebruikmakend van door Thales verstrekte tooling;
- Onderbouwing en bewijs dat de logica veiligheidstesten, beltesten, installatietesten en binnen-buitentesten met voldoende resultaat zijn uitgevoerd en manco's niet blokkerend hoeven te worden geacht;
- Onderbouwing en bewijs dat door aannemer het bouwteam voldoende is georganiseerd (kwaliteit / bemensing) en er voldoende onafhankelijke controle is gewaarborgd in en rondom het project;
- Erkenning door ProRail van de spooraannemer;
- Onderbouwing en bewijs dat alle eisen door Arcadis en spooraannemer zijn voldaan, inclusief V&V-tracering;
- Onderbouwing en bewijs dat alle hazards voldoende zijn geanalyseerd, gemitigeerd en gesloten c.q. overgedragen; de rapportage van de Hazard Log en de SRAC's zal ten tijde van oplevering SASC volledig zijn afgestemd met ProRail;
- Onderbouwing en bewijs dat alle voorwaarden gesteld in de GASC ERTMS, voor zover van toepassing op de scope van Arcadis en spooraannemer en voor zover opportuun, zijn voldaan;
- Overzicht van alle activiteiten en testen die nog moeten worden uitgevoerd t.b.v. het borgen van de veiligheid bij indienstelling

Buiten scope van de Physical Implementation Safety Case vallen:

- Aspecten m.b.t. integratie met trein
- Gebruikersprocessen ERTMS
- Wisselverwarming
- Netwerkconfiguraties

- Post21 (ASTRIS/ETIS) configuraties
- Installatie van centrale CSS-systeemdelen
- Realisatie van signalling network

De SASC-indeling zal desgewenst worden gekozen volgens een door ProRail tijdig aan te leveren paragraafindeling.

2.4.3 SASC t.b.v. vergunningverlening

De derde versie van de SASC dient om vergunning voor indienststelling te verkrijgen en omvat:

- Onderbouwing als in SASC t.b.v. ontheffing / indienststelling, waar nodig geactualiseerd;
- Bewijs van installatie en test uitgevoerd bij indienststelling van de nieuwe beveiligingsinstallatie;
- Resultaten van kwalificatietesten.

2.4.4 Veiligheidsdossier

Een veiligheidsdossier wordt eventueel geleverd voor wijzigingen buiten het domein van treinbeveiliging met de volgende inhoud:

- Beschrijving van de systeemdefinitie
- Beschrijving van het Arcadis kwaliteitsmanagementsysteem dat is toegepast
- Beschrijving van het hazardidentificatieproces
- Hazard Log inclusief analyse
- Conclusie van de veiligheidsanalyse

2.5 Safety management

De scope van Safety management kent de volgende beperkingen:

Veiligheid & Gezondheid (V&G)

V&G behoort niet tot de scope van safety management. De scope van safety management beperkt zich tot systeemveiligheid. Dit betreft de veiligheid van alle personen binnen het vervoersysteem tijdens de ombouw- en exploitatiefase. Hiermee heeft systeemveiligheid een kleine overlap met V&G, namelijk de veiligheid van onderhoudspersoneel in de exploitatiefase. Deze veiligheid wordt geborgd door ProRail regelgeving en vraagt geen expliciete analyse als onderdeel van Safety management.

De Arboret beschrijft hoe omgegaan dient te worden met V&G-risico's. Ten behoeve van veilig beheer, onderhoud en sloop wordt een V&G-dossier opgesteld conform artikel 2.30 van het Arbeidsomstandighedenbesluit. V&G-risico's worden beheerst middels V&G-management en de bijbehorende V&G-documentatie (en dus niet middels safety management en de bijbehorende safety documentatie).

Reliability, Availability, Maintainability and Safety (RAMS)

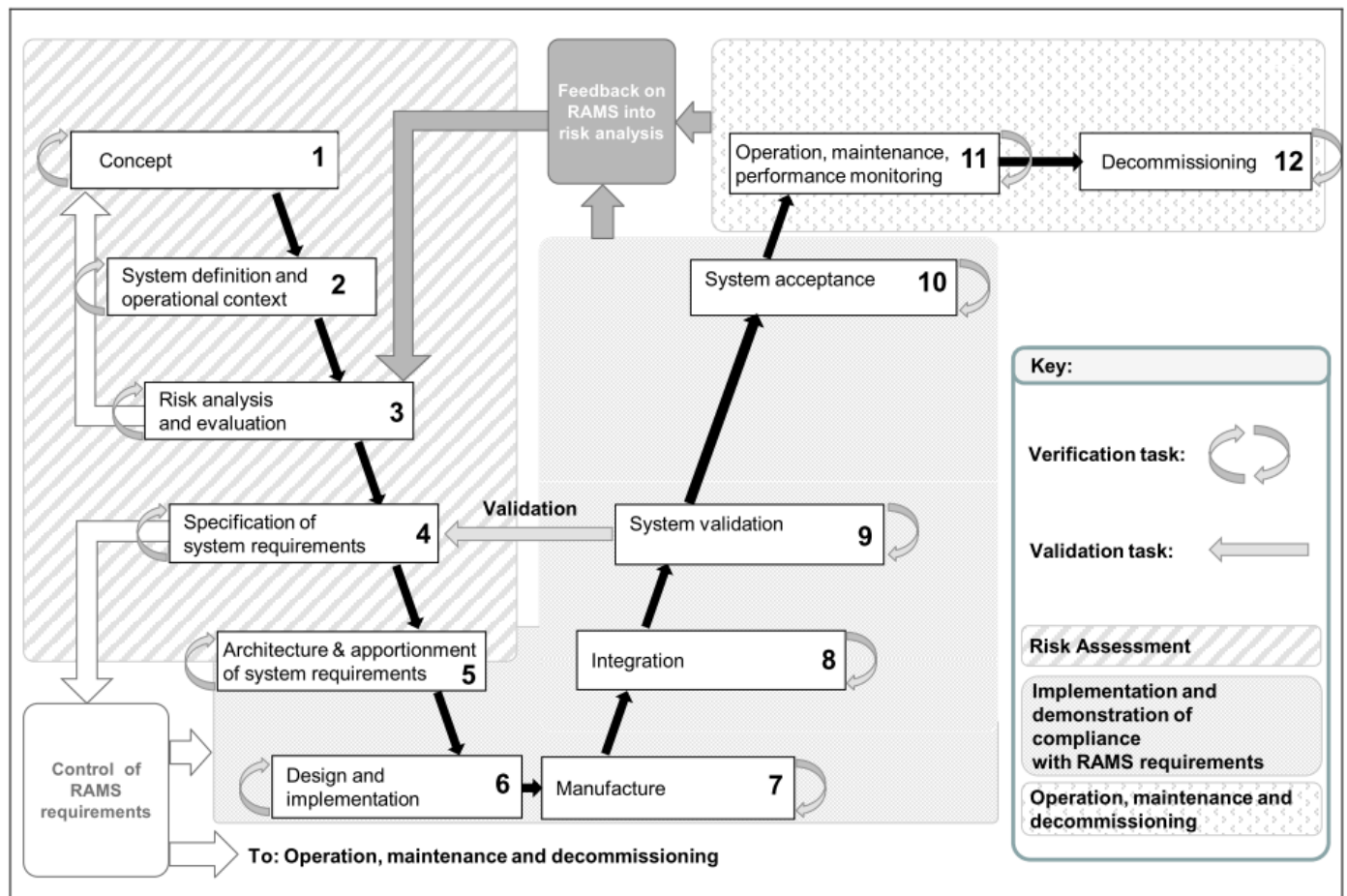
RAM en safety worden in het project als losse aspecten behandeld. Uiteraard hebben beide aspecten wel een relatie met elkaar. RAM(S) eisen die voortkomen uit het ProRail Project of uit de regelgeving worden in Relatics vastgelegd om de verificatie te bewaken. Wat betreft RAMS management wordt dit door Arcadis beschouwd als primair gekoppeld aan de prestaties van de door Arcadis toegepaste en eerder door ProRail buiten het project om ontwikkelde en vrijgegeven c.q. vrij te geven systemen voor treinbeveiliging. Er zal een qualification period worden georganiseerd na indienststelling waaruit mogelijk resultaten volgen die voor RAMS management (voor ProRail) relevant zijn.

2.6 Gerelateerde veiligheidsdossiers

Zie ook par. 2.4. Arcadis zal de SASC opleveren met (indien beschikbaar en noodzakelijk) referentie naar de gerelateerde veiligheidsdossiers GASC ERTMS van ProRail en het V&V-dossier van de spooraannemer.

2.7 Levenscyclus CENELEC

Het safety management proces is gebaseerd op de CENELEC norm NEN-EN 50129 (ref. 2). De safety activiteiten zijn gekoppeld aan het in onderstaande figuur weergegeven system levenscyclusmodel zoals dat in de norm is vastgelegd. Het project doorloopt onderstaand V-model.



Figuur 3: Het V-model conform NEN-EN 50129.

Arcadis vertaalt het V-model als volgt naar de fases die bij een ERTMS-realisatieproject worden doorlopen inclusief een vermelding of de betreffende fase binnen scope van Arcadis wordt geacht. In dit globale overzicht benoemen we niet alle review- en inspectieactiviteiten, het overzicht is niet bedoeld uitputtend te zijn:

Fase	Activiteiten	In scope?
Concept	Door ProRail worden de klanteisen verzameld en uitgewerkt: - ICRS (integrale klanteisenspecificatie)	Nee
System definition and operational context	Door ingenieursbureau: - Functioneel Integraal Systeemontwerp (FIS) wordt opgesteld - Verificatie van FIS tegen het ICRS - Toets veiligheid	Nee, reeds uitgevoerd
Risk analysis and evaluation	Door ingenieursbureau: - Initiële hazard identificatie en analyse	Nee, reeds uitgevoerd*

	- Veiligheidsanalyse m.b.t. in FIS-fase geïdentificeerde afwijkingen van OVS60040-2 en eventuele unicaten	
Specification of system requirements	Door ingenieursbureau: - Opstellen System Requirement Specification EDL - Verificatie van SRS	Ja
Architecture and apportionment of system requirements	Door ingenieursbureau: - Verificatie van de ICRS-eisen door deze te traceren naar de SRS - Verificatie van de SRS-eisen naar het ontwerp	Ja
Design and implementation	Door ingenieursbureau: - Opstellen RVTO in IMX-formaat + veiligheidsonderbouwing - Opstellen PRC00256 voor afwijkingen van het ontwerpvoorschrift incl. gevarenidentificatie, veiligheidsbeoordeling en vastlegging in Systematic Assurance* - Voorbereiding ontwerp (OBE/OR-bladen en SvA) - Opstellen SASC voor aanbesteding - Ontwerp (projectering) CSS-configuratie ("dataprep") - Opstellen Detailontwerp - Opstellen Werktekeningen / bestek	Ja
	Door RIGD Loxia: - Ontwerp en verificatie van de TCS-productieconfiguratie	Nee
	Door ProRail afdeling Techniek: - Protocollering van het ontwerp	Alleen commentaar verwerken
Manufacture	Door ProRail: - Inkoop van assets (o.a. CSS, objectcontrollerkasten, assentellers, EDS)	Nee
Integration	Door ingenieursbureau: - Opstellen Veiligheidstesten - Uitvoeren logicaveiligheidstesten van CSS-installatie - Uitvoeren labtesten consistentie productieconfiguraties van TCS – CSS	Ja
	Door ProRail afdeling ICT Services: - Installeren nieuwe / gewijzigde Post21-systemen (ETIS, ASTRIS, WCA) en netwerken - Realiseren signalling network - Installeren centrale CSS-systemen, aansluiting op signalling network	Nee
	Door spooraanname: - Installeren assentellers, OCK-kasten, aansluiting op signalling network - Installeren balises, energievoorziening, bebording - Aansluiten nieuwe installatie op diverse bestaande buitenelementen en aangrenzende conventionele beveiliging	Nee
	Door spooraanname en ingenieursbureau: - Uitvoeren beltesten - Uitvoeren binnen-buiten testen - SIT-testen	Ja
	Door ProRail: - Generieke integratietesten, indien noodzakelijk - Baan-trein-integratie testen, indien noodzakelijk	Nee**
System validation	Door ingenieursbureau: - De safety manager controleert het gevoerde proces van verificatie en test.	Ja

	- Bovengenoemde SIT-test geldt ook als system validation activiteit. - Opstellen SASC t.b.v. ontheffing / indienststelling ("to build") - Mogelijk worden testritten uitgevoerd	
System acceptance	Uit te voeren op verschillende niveaus: - Door het ProRail project (safety reviews en andere reviews van geleverde producten) - RVT-protocollering - Door de AsBo op basis van de geleverde SASC - Een validatie en assessment door de ProRailafdeling Kwaliteit en Veiligheid t.b.v. autorisatie TVG-I/T/E door afdeling Techniek - Ontheffing- c.q. vergunningverlening door ILT - Vrijgave van het treinbeveiligingssysteem door de afdeling Techniek na succesvolle Qualification period	Nee**
Operation, maintenance and performance monitoring	- PRC00036 t.b.v. veilige bereikbaarheid (voor indienststelling) - Qualification period (SQT) van drie maanden na indienststelling van de EDP deelcorridor - De onderhoudsfase en eventuele latere wijzigingen aan de installatie vallen buiten scope van dit project	Nee**
Decommissioning	Niet gepland, buiten scope van de opdracht	Nee

Tabel 3: Activiteiten en scope van Arcadis in levenscyclus

Arcadis heeft een voorname rol in de fases 'Specification of system requirements', 'Architecture and apportionment of system requirements', 'Design and implementation' en 'Integration'. In paragraaf 4.1 worden deze levensfasen in meer detail uitgewerkt.

*) Belangrijke afwijkingen t.o.v. de ontwerpvoorschriften zouden reeds in de FIS-fase geïdentificeerd moeten zijn en door het betreffende ingenieursbureau geanalyseerd en onderbouwing geleverd. Voor zover er bij de FIS nog geen onderbouwing is geleverd, moet Arcadis deze analyse uitvoeren gedurende het opstellen en verifiëren van het RVTO. Er zullen ook nog openstaande reviewcommentaren op het FIS door Arcadis worden verwerkt. Zie verder paragraaf 4.2.

**) Arcadis zal op verzoek wel ondersteuning en advies leveren.

2.8 Betrokken partijen en hun bijdragen

2.8.1 ProRail

ProRail is eindverantwoordelijk voor de ombouw van de deelcorridor Leeuwarden (excl.) – Harlingen Haven resp. emplacement Leeuwarden en kiest ervoor de ombouw uit te besteden in een aantal deelopdrachten aan diverse commerciële partijen. ProRail mag derhalve worden geacht -als integrator- de juiste, veilige set eisen te stellen aan / afspraken te maken met de andere te contracteren partijen die betrokken zijn in de fases en activiteiten genoemd in de in par. 2.7 opgenomen tabel. ProRail moet werken conform CSM-REA en is derhalve verantwoordelijk voor het inrichten van het risicobeheer voor de wijziging op de deelcorridor Leeuwarden (excl.) – Harlingen Haven resp. emplacement Leeuwarden. ProRail is ook verantwoordelijk voor het aanleveren van IMX-inputbestanden die een correcte weergave betreffen van de actuele spoorlay-out en -eigenschappen alsmede de wijzigingen daarvan die tot indienststelling van de omgebouwde SAAL-corridor plaatsvinden. Daarnaast is ProRail verantwoordelijk voor het opstellen van bedrijfsvoorschriften die, bij correct toepassen door het ingenieursbureau en de aannemers, tot een veilig ontwerp, tot een voldoende test en veilige indienststelling leiden. Tot slot geeft ProRail de door haar leveranciers te ontwikkelen en leveren (deel-)systemen vrij waarmee de wijziging van de noordelijke lijnen veilig is te realiseren.

2.8.2 Arcadis en de kennisalliantie

Arcadis is verantwoordelijk voor ontwerp, test en indienststelling van de deelcorridors Leeuwarden (excl.)-Harlingen Haven en emplacement Leeuwarden van ENL. Arcadis is onderdeel van de kennisalliantie en streeft naar een

transparante samenwerking met de andere ingenieursbureaus werkzaam binnen het project ENL. De kennisalliantie kan zo ingezet worden om de kwaliteit van ontwerpproducten te waarborgen en te verbeteren.

2.8.3 Leveranciers

Om de nieuwe ERTMS-beveiliging te realiseren moeten diverse nieuwe producten worden geleverd. Arcadis verwacht dat de ontwikkeling, TVG/vrijgave en inkoop door ProRail wordt verzorgd. Alleen op verzoek zal Arcadis meewerken en adviseren als het gaat om het introduceren en generiek testen van deze nieuwe producten. Wat betreft datapreparatie voor deze producten (met name RBC, balises en assentellers) verwacht Arcadis tijdig de dataprep tooling te ontvangen en voldoende documentatie, training en ondersteuning van de leverancier van deze producten bij eerste toepassing op EDL.

2.8.4 Aannemers

De bouw van de ERTMS-installatie zal door een spooraannemer gebeuren die door ProRail wordt gecontracteerd. Arcadis verwacht, conform het ProRail Veiligheidsmanagementplan, dat deze aannemer zelf instaat voor de kwaliteit en de noodzakelijke verificatieproducten aanlevert aan Arcadis als bijdrage aan de SASC t.b.v. ontheffing / indienststelling en aan de SASC voor vergunningverlening die Arcadis zal opstellen.

2.8.5 ISA

Indien Arcadis de eigen ontwikkelde ontwerp tooling of test tooling gaat valideren dan zal daar door Arcadis een ISA voor worden ingeschakeld. De AsBo of ISA voor de beoordeling van de SASC zal door ProRail worden gecontracteerd.

3 Veiligheidsdoelstelling

3.1 Algemeen

Arcadis volgt als veiligheidsdoelstelling hetgeen is beschreven in het ProRail veiligheidsplan (ref. 4) par. 3.1, waar staat: “In de vervoersspecificatie (..) is de veiligheidsdoelstelling opgenomen dat met de invoering van ERTMS het veiligheidsniveau van de exploitatie gelijk dient te zijn aan het veiligheidsniveau van het baanvak voor de ombouw en ALARP toegepast dient te worden. Er dient dus een expliciete inschatting van het veiligheidsniveau voorafgaand aan de wijziging plaats te vinden.”

Arcadis hanteert bij de beoordeling van risico's zoveel mogelijk het risicoaanvaardingsprincipe Praktijkcode of Referentiesysteem. Uitgangspunt hierbij, zoals ook genoemd in par. 2.3, is dat het toepassen van ProRail bedrijfsvoorschriften leidt tot een aangetoond veilig ontwerp dat op minimaal gelijkwaardig veiligheidsniveau functioneert als vóór de modernisering. Voor nieuwe risico's die hiermee niet kunnen worden beoordeeld past Arcadis de risicoacceptatiematrix toe zoals voorgeschreven in het Veiligheidsmanagementplan van ProRail, [par. 4.4.3](#), zie Figuur 4, Figuur 5 en Figuur 6.

Ernst van de gevolgen							
Frequentie van optreden		Geen / zeer gering	Gering	Beperkt	Aanzienlijk	Groot	Zeer groot
	Zeer regelmatig (meer dan 100/jaar)						
	Regelmatig (10 tot 100/jaar)						
	Waarschijnlijk (1 tot 10/jaar)						
	Incidenteel (1/10 tot 1 per jaar)						
	Onwaarschijnlijk (1/100 tot 1/10 per jaar)						
	Zeer onwaarschijnlijk (< 1 per 100 jaar)						

Figuur 4: Risicoacceptatiematrix ProRail

Ernst van de gevolgen voor Fysieke Veiligheid	
Geen tot zeer gering	Geen of zeer gering en herstelbaar letsel, geen medische behandeling. <i>Voorbeeld: schram of bult</i>
Gering	Gering of herstelbaar letsel. <i>Voorbeeld: verstukte enkel.</i>
Beperkt	Matig en herstelbaar letsel. <i>Voorbeeld: gebroken arm / brandwonden</i>
Aanzienlijk	Ernstig en beperkt blijvend letsel. <i>Voorbeeld: gecompliceerde breuk</i>
Groot	1 t/m 5 personen overleden en/of zwaargewond met blijvende ernstige beperkingen. <i>Voorbeeld van calamiteit met zwaargewonden: gemis van arm, been, gehoor, zicht.</i>
Zeer groot	Meer dan 5 personen overleden en/of zwaargewond met blijvende ernstige beperkingen. <i>Voorbeeld: grootschalige calamiteit.</i>

Figuur 5: Classificatie gevolgen voor fysieke veiligheid ProRail

Toelichting risicoclassificatie		
	Zeer hoog	Beheersingsmaatregelen zijn nodig
	Hoog	Beheersingsmaatregelen zijn nodig
	Gemiddeld	Beheersingsmaatregelen zijn nodig
	Laag	Geen aanvullende beheersingsmaatregelen zijn nodig

Figuur 6: Definitie risicoklasses ProRail

3.2 Toepassing nieuwe voorschriften

De toepassing van het OVS ERTMS tijdens het ontwikkeltraject wordt gelegitimeerd door het CSM-REA risicioaanvaardingsprincipe “praktijkcode”. De kwaliteit van het OVS mag daarbij als “voldoende” worden beschouwd omdat de inhoud is gebaseerd op eerder toegepaste functionaliteit met bestaande ERTMS-beveiligingsinstallaties en op basis van de daarmee in de afgelopen 15 jaar opgedane ervaringen is verbeterd.

Specifieke veiligheidsanalyses zullen zich beperken tot de toepassing van (combinaties van) systemen, waarvoor:

- geen vrijgegeven voorschriften (praktijkcodes) beschikbaar zijn;
- geen gebruik kan worden gemaakt van cross-acceptance (referentiesystemen).

De deelcorridors Leeuwarden (excl.)-Harlingen Haven en emplacement Leeuwarden bevatten waarschijnlijk functionaliteit die momenteel nog niet (volledig) in ProRail regelgeving is opgenomen. Er zal gaandeweg het ontwerptraject moeten worden gekeken in hoeverre de ProRail specificaties (en veiligheidsonderbouwingen) toereikend zijn voor de noodzakelijke oplossingen en of er door Arcadis additionele veiligheidsanalyses moeten worden uitgevoerd.

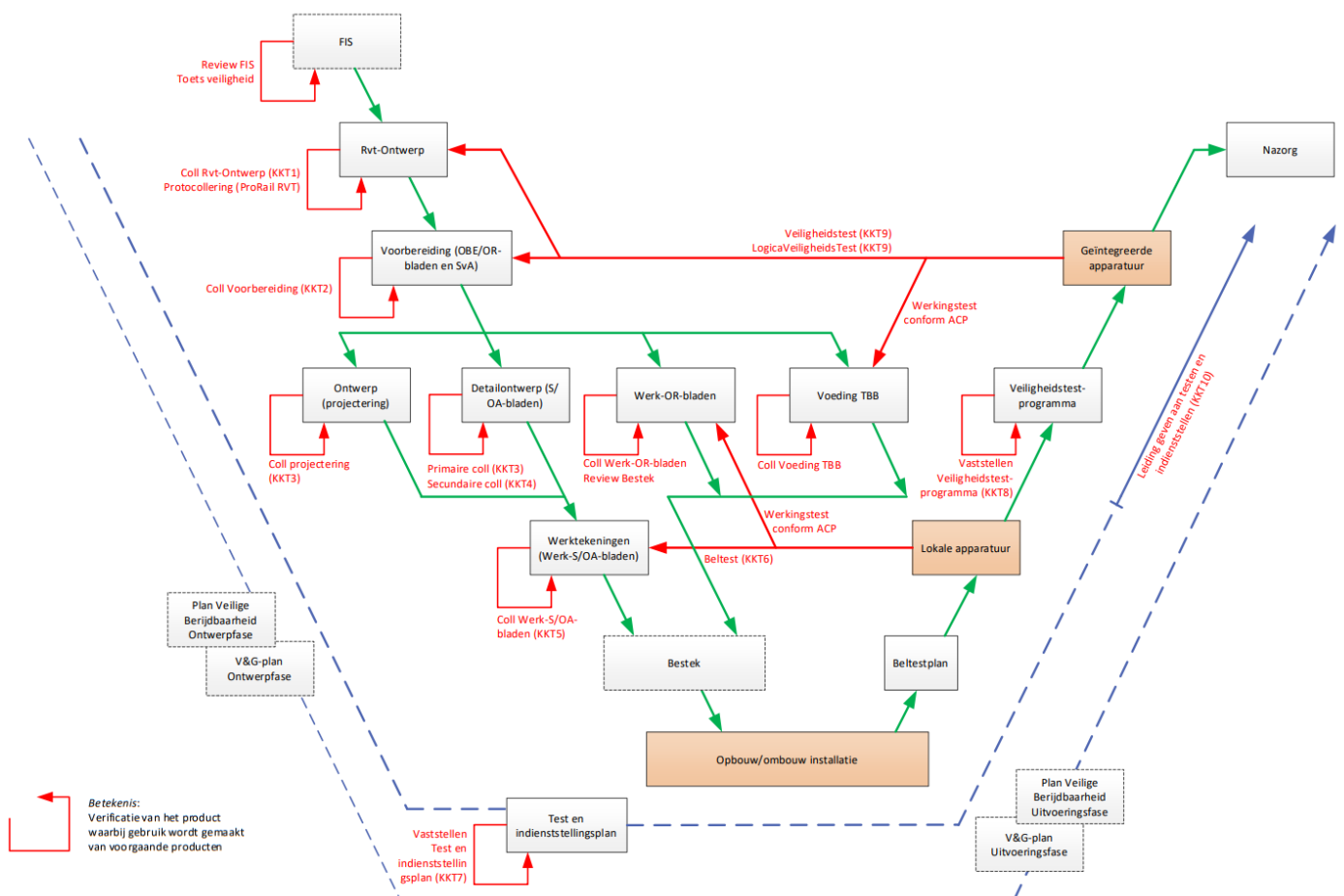
4 Kwaliteitsmanagement

Het kwaliteitsmanagement is gebaseerd op het managementsysteem van Arcadis, dat is gecertificeerd volgens ISO 9001. De kwaliteitsmanagementprocessen zijn globaal beschreven in het projectplan (ref.1) par. 4. In dit hoofdstuk zal nader worden beschreven welke kwaliteitsmanagementprocessen van toepassing zijn op de voor veiligheid essentiële activiteiten van ontwerp, verifiëren en valideren.

4.1 Ontwerpen en realiseren

Arcadis volgt voor het primaire proces van ontwerpen en realiseren een levenscyclus conform NEN-EN 50129 (ref. 2). Volgens dit model wordt bij elke fase van de levenscyclus getoetst of de output gegenereerd in deze fase voldoet aan de eerdere levenscyclusfase(n). Hierbij vindt aan de linker zijde van de levenscyclus verificatie plaats t.o.v. de voorgaande levenscyclusfase. Dit betreft review en collationeringsactiviteiten. Aan de rechterzijde vinden voornamelijk validatieactiviteiten plaats waarbij de output wordt getest en getoetst op basis van ontwerpproducten ontstaan aan de linkerzijde.

Het model dat is toegepast op de activiteiten en producten van Arcadis is weergegeven in Figuur 7: Levenscyclus binnen een Arcadis spoorproject inclusief V&V.



Figuur 7: Levenscyclus binnen een Arcadis spoorproject inclusief V&V

Arcadis heeft de verschillende fases van het ontwerp- en realisatieproces beschreven in het document Procesbeschrijving Treinbeveiliging (ref. 5). Daarin is ook beschreven welke ontwerpproducten in de verschillende fases moeten worden opgesteld, geverifieerd en gevalideerd. Ook de competenties en KKT-certificeringen nodig om de verschillende activiteiten te mogen uitvoeren zijn hierin beschreven. Daarnaast beschrijft het document welke controles moeten worden uitgevoerd en welke onafhankelijkheid daarbij is vereist. Voor specifieke activiteiten worden werkinstructies gegeven. De Procesbeschrijving Treinbeveiliging vormt een specifieke aanvulling op het managementsysteem van Arcadis, gericht op beveiligingsactiviteiten. Het document sluit aan op de

Erkenningsregeling (ref. 8) en de richtlijn RLN60001 (ref. 6) van ProRail. Het vormt daarmee een belangrijke basis voor de erkenning door ProRail van Arcadis als ingenieurbureau voor treinbeveiliging ontwerp- en realisatiewerkzaamheden.

4.2 Omgaan met afwijkingen en unicaten

Arcadis zal, samen met de andere ingenieurbureaus van de kennisalliantie, een ontwerphandleiding opstellen voor die gevallen waarin niet strikt conform het OVS60040-2 ontwerpvoorschrift kan worden gewerkt c.q. voor die gevallen waarin dit ERTMS ontwerpvoorschrift niet voldoende eenduidig wordt geacht. In de ontwerphandleiding zal trapsgewijs worden geadviseerd welke afwijkingen overwogen moeten worden. De safety manager zal de ontwerphandleiding reviewen en nagaan of verdere hazard identificatie en expliciete hazard analyse nog noodzakelijk is. Afwijkingen op de (ontwerp)voorschriften van ProRail alsook unicaten (spoor situaties waarin het ontwerpvoorschrift van ProRail niet voorziet) worden in overleg met ProRail behandeld conform ProRail procedure PRC00256. De afwijkingen worden in dit kader op RAMSHE beoordeeld en hiervoor dienen dispensaties te worden afgegeven door ProRail systeemdeskundigen/-managers. De verantwoordelijkheid voor het verkrijgen van dispensaties ligt bij ProRail, waarbij Arcadis waar nodig adviseert.

4.3 KKT persoonscertificering

De RLN60001 schrijft persoonscertificering voor een tiental kwalificaties KKT1 t/m KKT10. Deze worden vermeld in Figuur 7. Personen worden getoetst door het Bureau Toetsing Certificering in opdracht van de organisatie RailAlert. Een certificaat wordt alleen verstrekt als het ingenieurbureau met een portfolio kan aantonen dat de persoon voldoende passende en complexe projecten heeft gedaan. Iedere vijf jaar beoordeelt het Bureau Toetsing Certificering opnieuw of het certificaat kan worden verlengd. Arcadis toetst zelf elk jaar of het certificaat nog gerechtvaardigd is of moet worden ingetrokken. Hiermee wordt in de branche geborgd dat er voldoende deskundige personen bij de treinbeveiliging werkzaamheden worden ingezet.

In de huidige ontwerpfase van het project ENL is nog geen aanpassing van de KKT-taakindeling gedaan door RailAlert. Een ingrijpende aanpassing van de structuur lijkt niet nodig en ook ongewenst. De klassieke KKT-structuur kan worden aangevuld met de nieuwe ERTMS taken op elk KKT-niveau. Dit heeft als bijkomend voordeel dat personeel met bestaande competenties zonder grote hordes kan doorgroeien in ERTMS en tegelijkertijd inzetbaar blijft voor niet-ERTMS projecten.

4.4 Sapphire

Bij Arcadis wordt de tool Sapphire gebruikt om het correct en volledig doorlopen van de noodzakelijke ontwerp- en realisatieactiviteiten te borgen. De tool houdt de KKT-certificeringen per persoon bij en controleert of personen met de juiste certificering worden toegekend aan de veiligheidskritische verificatie- en validatietaken in het project. Ook worden de referentiedocumenten en -tekeningen vastgelegd en wordt bijgehouden welke manco's er bestaan en wordt het oplossen hiervan afgedwongen. De tool kent autorisatie en roltoekenning van gebruikers en controleert de goedkeuring van de resulterende producten door de coller, de procesvalidator en de projectleider.

Er wordt op dit moment gekeken hoe Sapphire moet worden aangepast voor ERTMS werkzaamheden.

4.5 Ontwerpen van IMX-gegevens

Op dit moment is de Procesbeschrijving genoemd in par. 4.1 nog gestoeld op het werken met tekeningen. De verwachting is dat de Procesbeschrijving lopende het project ENL zal worden aangepast voor wat betreft de nieuwe werkwijze van digitaal ontwerpen (in IMX-formaat); de wijzigingen zullen naar verwachting voornamelijk betrekking hebben op de vertaling van de (nu vermelde) type tekeningen naar een subset van de IMX-bestandsgegevens. Een wezenlijke wijziging van het ontwerp- en realisatieproces zoals nu beschreven, is niet te verwachten.

Arcadis beschikt over een uitgebreide ontwerpomgeving waarmee een RVTO digitaal kan worden ontworpen op basis van een door ProRail aangeleverd as built IMX-bestand en waarbij een to build IMX-bestand wordt opgeleverd. De tools bieden de ontwerpers diverse mogelijkheden om controles uit te voeren op de data. De safetymanager ziet het als zijn taak een volledig overzicht te verkrijgen en bij te houden (of te laten bijhouden) van de tooling die Arcadis inzet om haar producten voor ESAAL te realiseren, inclusief onderbouwing en voorwaarden waaronder deze tooling is te

gebruiken. Bij het schrijven van dit veiligheidsplan was reeds een ontwerpschema beschikbaar waaruit blijkt welke individuele stappen moeten worden gemaakt om gecontroleerd een IMX-ontwerp te maken. De belangrijkste betrokken tools zijn:

- IMX Reader: hiermee wordt het IMX-bestand geïmporteerd in de database Dyndash;
- Dyndash: database waarin alle infragegevens en objectgegevens worden opgeslagen en gemuteerd;;
- Civil3D: COTS-product waarmee de infrastructuur en infraobjecten worden getoond
- Design Studio: ontwerppapplicatie die de gebruiker via Civel3D de mogelijkheid geeft objecten te (ver)plaatsen en eigenschappen aan de objecten toe te kennen c.q. deze te wijzigen. De informatie wordt uit Dyndash gelezen en in Dyndash gemuteerd. Hiermee worden dus zowel geografische aanpassingen gedaan als wijzigingen aan de eigenschappen van objecten in het ontwerp.
- IMX Writer: hiermee wordt het IMX-bestand vanuit de database Dyndash geproduceerd;
- Webinterface: hiermee kunnen alle verschillen aangebracht in de database Dyndash worden getoond in tabelvorm en geografisch; de webinterface wordt gebruikt voor het coll-proces.

Arcadis is voornemens om de tooling te laten certificeren door een ISA conform NEN-EN 50128 voor de nog nader te bepalen benodigde Tool class.

Bij aanvang van het ontwerp van EDL waren bovenstaande tools nog in ontwikkeling. Voor zover ERTMS-specifieke ontwerpgegevens voor EDL nog niet kunnen worden opgenomen in tekeningen (te denken valt aan balise configuratiegegevens) worden deze in Microsoft Office databestanden bewaard en geverifieerd, met een gecontroleerde wijze van versiebeheer. Daarbij borgt het project het volgende:

- De gegevens komen volgens een traceerbaar proces tot stand. (Praktisch betekent dit: Er zal worden vastgelegd welke ontwerper c.q. vericator welke werkzaamheden heeft uitgevoerd en op basis van welke referentiegegevens/-tekeningen. Ook wordt vastgelegd wat de gebleken manco's waren.)
- Versiebeheer van de gegevens vindt zorgvuldig plaats. (Praktisch betekent dit dat een wijzigingshistorie wordt bijhouden, dat de actuele versie op een duidelijk afgesproken opslaglocatie wordt bewaard en ook oude versies separaat worden bewaard, opdat wordt voorkomen dat met oude versies wordt doorgewerkt.)
- Voorkomen wordt dat onbevoegden de ontwerpgegevens kunnen wijzigen. (Praktisch betekent dit dat de bestanden slechts voor een kleine groep ontwerpers met schrijfrechten toegankelijk zullen zijn: Alleen zij die ze daadwerkelijk moeten kunnen wijzigen, krijgen schrijfrechten. Voor leesrechten gelden geen beperkingen binnen het projectteam.)
- Alle gegevens zijn volgens het vierogenprincipe traceerbaar gecontroleerd. Verificatieverslagen hiervan, behorend bij de ontwerpgegevens zijn beschikbaar. (Praktisch betekent dit dat naast de ontwerpopslagomgeving ook een verificatieopslagomgeving (aparte folder) bestaat waarvoor alleen de verificatoren schrijfrechten hebben.)

Hiermee wordt hetzelfde kwaliteitsniveau bereikt als voor conventionele ontwerpen en werkend met Sapphire.

Op een laat moment in het ontwerpproces van EDL zullen de ontwerpgegevens uit tekeningen en de separate Microsoft Office databestanden worden opgenomen in het IMX-bestand. Hiervoor zal een verificatieproces worden ingericht, afhankelijk van de met ProRail af te stemmen vereiste mate van betrouwbaarheid van het IMX-bestand. Bij het IMX-bestand zal een wijzigingshistorie worden bijgehouden zodat duidelijk is wat de status en mate van verificatie van de ontwerpgegevens in het IMX-bestand is.

4.6 System Engineering

Het project wordt uitgevoerd conform de principes van system engineering (SE). Eén en ander zal worden beschreven in een Systems Engineeringplan. Als instrument bij het SE-proces wordt gebruik gemaakt van Relatics. Hierin zullen de eisen alsmede ontwerpkeuzes en bewijsmateriaal en argumentatie ter verificatie worden opgenomen.

4.7 Toepassing RLN60040

Een belangrijke basis voor kwaliteitsmanagement in het project ENL is de richtlijn Ontwerpproces (ref. 7). ProRail wenst deze richtlijn in te zetten voor alle ERTMS-beveiligingsprojecten, maar de richtlijn verkeert nog in een ontwikkelstatus. Arcadis zal de richtlijn waar mogelijk volgen.

4.8 Wijzigingsmanagement

Verzoeken tot wijziging worden vastgelegd in Relatics. Als een VTW veiligheidsrelevant is, dan wordt dit aangegeven bij de betreffende VTW. Een VTW zal gepaard gaan met een wijziging van CRS. van IMX inputbestanden of andere input en wordt op die manier onderwerp van het reguliere proces van Arcadis.

5 Safety activiteiten

5.1 Hazard management

Gedurende de looptijd van het project wordt een hazard log bijgehouden. De hazard log wordt gevuld met hazards die onder andere volgen uit hazard sessies. Bovendien mogen hazards te allen tijde en door iedereen ingebracht worden.

Het hazard management proces bestaat uit de volgende stappen:

1. het identificeren van hazards;
2. het analyseren van hazards;
3. het mitigeren/accepteren van hazards.

Alle stappen worden aantoonbaar vastgelegd in de hazard log van Arcadis, welke onderdeel is van Systematic Assurance. Alleen de Safety Manager mag de status van hazards aanpassen.

Binnen de kennisalliantie is het belangrijk dat geïdentificeerde hazards worden gedeeld met ProRail en de andere deelnemende IB's. Alle ingenieurbureaus werken namelijk aan vergelijkbare baanvakken en gebruiken dezelfde voorschriften en ontwerpprocessen. Hazards kunnen op meerdere corridors van toepassing blijken te zijn, ook al zullen ze in veel gevallen locatiespecifiek zijn. Arcadis zal de gevonden hazards daarom regelmatig delen met ProRail en met de andere ingenieurbureaus van de kennisalliantie.

5.2 Hazard identificatie

In samenspraak met ProRail is ervoor gekozen om in eerste instantie hazard identificatie te laten plaatsvinden in een door ProRail centraal georganiseerde hazard identificatiesessie. Nadat deze sessie heeft plaatsgevonden en de resultaten beschikbaar zijn en in beschouwing nemend de risicoinventarisatie zoals in het voortraject is uitgevoerd en waarvan het ProRail veiligheidsplan (ref. 4) par. 2.8 rapporteert, zal de safety manager in samenspraak met de ontwerpers nader bezien of hazard identificatiesessies voor de deelcorridors Leeuwarden (excl.)-Harlingen Haven en emplacement Leeuwarden noodzakelijk zijn. Hazards die eerder door ProRail en ingenieurbureaus zijn gevonden en betrekking hebben op het ontwerp en de realisatie van beide deelcorridors zullen in samenspraak met ProRail aan Arcadis worden overgedragen. Hierbij valt te denken aan eerder geïdentificeerde locatiespecifieke risico's (betrekking hebbend op de treinbeveiliging), risico's m.b.t. afwijkingen van de ProRail voorschriften en risico's m.b.t. eventuele unicaten.

Hazards zullen verder worden gezocht door safety review van de ontwerphandleiding en door ontwerpers bij het opstellen van het ontwerp voor EDL.

5.3 Hazard overdracht

Naast het elkaar informeren over hazards, zoals vermeld in par. 5.1, kunnen Arcadis, de andere bij ENL betrokken ingenieurbureaus en ProRail wederzijds hazards en SRACs overdragen, waarbij een schriftelijke vastlegging in email met expliciete acceptatie van de wederpartij voldoende is.

Sommige hazards zijn mogelijk door ProRail reeds generiek geïdentificeerd en geanalyseerd. ProRail zal daarom voor de door de ingenieurbureaus aangeleverde hazards controleren of deze reeds in de ProRail hazard log zijn benoemd en beoordelen of deze nog moeten worden toegevoegd.

5.4 Planning

Arcadis beschikt over een ontwerpplanning. Hierin is inzichtelijk gemaakt welke taken wanneer uitgevoerd moeten zijn. Safety management sluit aan bij de ontwerpplanning. Belangrijkste mijlpalen zijn de conceptleveringen en definitieve levering van de SASC voor aanbesteding van de deelcorridors Leeuwarden (excl.)-Harlingen Haven en emplacement

Leeuwarden. Een gedetailleerde planning voor het leveren van veiligheidsdocumentatie moet nog met ProRail worden afgestemd.

5.5 Ontwerpproces

De Safety manager neemt regulier deel in het projectoverleg samen met de projectleider en ontwerpers, zodat actuele zaken gerelateerd aan ontwerp en veiligheid kunnen worden besproken. De safety manager zal het ontwerpproces volgen en in overleg met de ontwerpers vastleggen welke personen hebben gewerkt aan het ontwerp en controleren of deze voldoende ervaren zijn, met name voor wat betreft ERTMS. De safety manager zal zich concentreren op de aspecten die nog niet in het kwaliteitssysteem van Arcadis zijn verankerd en waarvoor ontwikkeling binnen Arcadis plaatsvindt, zoals dat geldt voor het ontwerpen van ERTMS (zie ook par. 4.3 en 4.4) en voor de introductie IMX en de betreffende tooling (zie ook par 4.5).

5.6 Analyse van afwijkingen en unicaten

Wanneer er afwijkingen of unicaten in het ontwerpproces worden gedefinieerd, zal de safety manager betrokken zijn bij de hazard identificatie en analyse daarvan. Zie ook par. 4.2.

5.7 Externe toetsing

Een assessment body (AsBo) toetst op het voldoen aan de Common safety methods for risk evaluation and assessment (CSM-REA). Afgesproken is met ProRail dat zij een AsBo beschikbaar zullen stellen om de activiteiten van het ingenieursbureau en de geleverde documentatie te beoordelen. De scope van deze beoordeling wordt nog nader tussen ProRail en Arcadis afgestemd.

6 Verificatie en validatie

De NEN-EN 50129 levenscyclus stelt het aantonen van compliance met systeem(veiligheids)eisen centraal. Dit is duidelijk zichtbaar in Figuur 3. Bij de engineering en realisatie van een treinbeveiligingssysteem voor het Nederlandse spoor vormt een belangrijk deel van het werk juist het aantonen van compliance met de door ProRail opgestelde ontwerp- en installatievoorschriften, zoals uitgewerkt in par. 4.1 en Figuur 7. Deze voorschriften worden middels een systeemeis van toepassing verklaard, zodat wel aan het model van Figuur 3 wordt voldaan, ondanks dat de focus op het werken conform voorschriften is.

Verificatieactiviteiten m.b.t. het ontwerp en de implementatie betreffen het aantonen van compliance met de in een voorgaande fase van de levenscyclus opgestelde systeemdokumentatie en met de ProRail ontwerpvoorschriften. Het gaat hierbij voornamelijk om review, tracing en collationering, waarbij ook eventueel tooling kan worden toegepast voor automatische controle. De betreffende verificatieactiviteiten zijn al aan de orde gekomen in par. 4.1, 4.4 en 4.5.

Er kan echter niet alleen worden vertrouwd op dergelijke verificatieslagen. Ook als datapreparatie automatisch kan plaatsvinden (met de door Thales te leveren tooling), blijft het testen van de resulterende installatie noodzakelijk, dit als extra “filter” om fouten in het ontwerp en in het dataprep proces op te sporen. Arcadis zal de gegenereerde data daarom testen op correcte werking en samenhang door het uitvoeren van functionele testen. Het gaat hierbij niet om het testen van alle generieke functies maar om het uitvoeren van testen waaruit blijkt dat de ontworpen eigenschappen ook correct door de installatie functioneel worden vervuld. De referentie hierbij moet zo mogelijk het RVTO zijn, aangevuld met ontwerp-informatie die verderop in de ontwerpketen is gecreëerd. Deze testen kunnen laboratoriumtesten zijn (ook wel genaamd: logicaveiligheidstesten of site data testen). Ook zullen “binnen-buiten”-testen ter plaatse op het baanvak nodig zijn om vast te stellen dat de objectcontrollers correct zijn gekoppeld aan de buitenelementen. Tenslotte kan het noodzakelijk blijken dat de correspondentie tussen het ontwerp en de fysieke railinfrastructuur nog ter plaatse wordt gecontroleerd met een aantal testritten. De precieze testactiviteiten die nodig zijn, zullen in een latere fase binnen het project ENL nader worden gepland en uitgewerkt.

Wat de rol van validator kent Arcadis een procesvalidator als onderdeel van het in par. 4.1 getoonde proces van ontwerpen, realiseren en testen. Deze vervult een rol in Sapphire om een onafhankelijke beoordeling uit te voeren op het gevolgde proces, de kwalificatie van de betrokken medewerkers en de eventuele manco's en afwijkingen. De safety manager zal daarnaast zich een oordeel vormen over de ERTMS- en IMX-aspecten van de geleverde producten ten aanzien van veiligheid en e.e.a. verantwoorden in de SASC.

7 TSI-compliance

Ten behoeve van de vergunning voor indienststelling (VVI) moet TSI-compliance worden aangetoond. In dit hoofdstuk is kort beschreven welke rol Arcadis speelt in het aantonen van TSI-compliance.

Arcadis gaat niet aantonen dat het ontwerp compliant is met de elf TSI's, waaronder de TSI Infrastructure (INF), de TSI Energy (ENE) en de TSI Command control and signaling (CCS). Van ProRail wordt verwacht dat zij generiek aantoont dat de in de RIC gepubliceerde ontwerpvoorschriften van ProRail compliant zijn met de TSI's en de eisen zoveel mogelijk afdekken. Arcadis toont aan dat het ontwerp compliant is met de regelgeving (de ontwerpvoorschriften) van ProRail. Hiervoor overhandigt Arcadis bewijs aan ProRail in de vorm van ontwerpdocumenten, testspecificaties, testrapportages, installatiedossiers en ACP's. Met andere woorden, Arcadis gaat in dit project in principe zelf geen TSI's raadplegen, tenzij er door het nieuwe ontwerp afwijkingen van de voorschriften of unicaten worden geïntroduceerd welke Arcadis dan zal beoordelen op TSI-compliance. Eventuele bestaande afwijkingen die ongewijzigd blijven, zullen niet door Arcadis worden beoordeeld.

Op het moment van schrijven is nog niet uitgekristalliseerd hoe ProRail voor TSI CCS de compliance gaat aantonen. Arcadis is bereid mee te denken en bij te dragen waar nodig.

De NoBo zal door ProRail worden gecontracteerd.

Opgemerkt wordt dat het aantonen van TSI-compliance geen onderdeel van de SASC zal zijn.

8 Rollen en verantwoordelijkheden

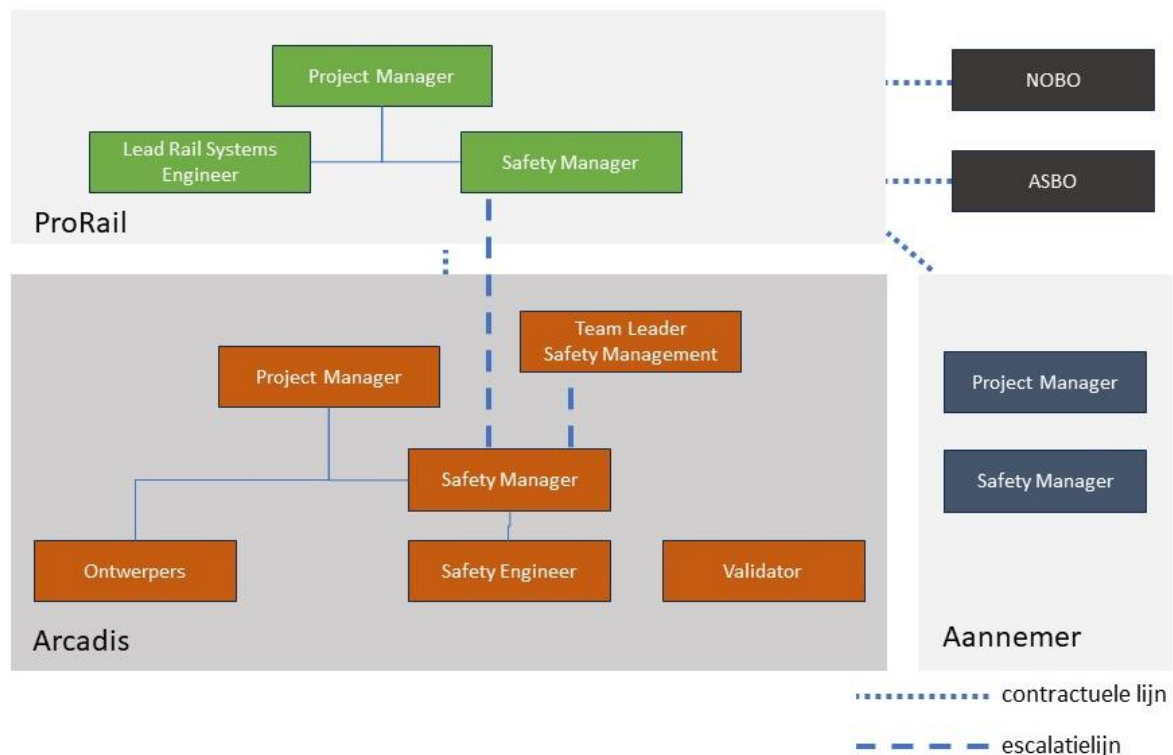
Binnen het project kennisalliantie ERTMS is een safety manager en een safety engineer aangesteld. De safety manager is verantwoordelijk voor de activiteiten zoals benoemd in dit SMP. De safety manager krijgt hulp van een safety engineer. De safety manager en safety engineer verdelen de taken onderling, waarbij de safety manager verantwoordelijk blijft en het eerste aanspreekpunt is voor de safety manager van ProRail.

Onderstaande Figuur 8 toont hoe onafhankelijkheid is geborgd en hoe escalatielijnen lopen. Het meest vigerende organigram is opgenomen in het projectplan [1]. In bijlage 2 is de meest actuele versie van het organigram opgenomen.

De veiligheid wordt expliciet vastgelegd in de SASC ERTMS voor de deelcorridors Leeuwarden (excl.)-Harlingen Haven en emplacement Leeuwarden. Hierbij is het gehele projectteam, van ontwerp tot uitvoering, betrokken. De safety manager is verantwoordelijk voor de vastlegging hiervan in de SASC ERTMS en voor de toetsing van het gekozen veiligheidsniveau aan de veiligheidsdoelstellingen van dit SMP. Indien het gekozen veiligheidsniveau onvoldoende is, dient de safety manager dit af te stemmen met een van de teamleden van Arcadis en ProRail, zodanig dat het gewenste veiligheidsniveau wel bereikt wordt.

De onafhankelijkheid tussen de verschillende projectdeelnemers in de verschillende projectfases wordt geborgd in het kwaliteitsmanagementsysteem Sapphire (zie par. 4.4) Bij nieuw in te richten ontwerp- en validatieprocessen (bijvoorbeeld voor IMX-ontwerpactiviteiten en dataprep activiteiten) zal NEN-EN 50129 worden opgevolgd.

Indien nodig wordt geëscaleerd richting de teamleider Safety management van het project. Ook kan escalatie plaatsvinden naar de Safety manager van het ProRail project.



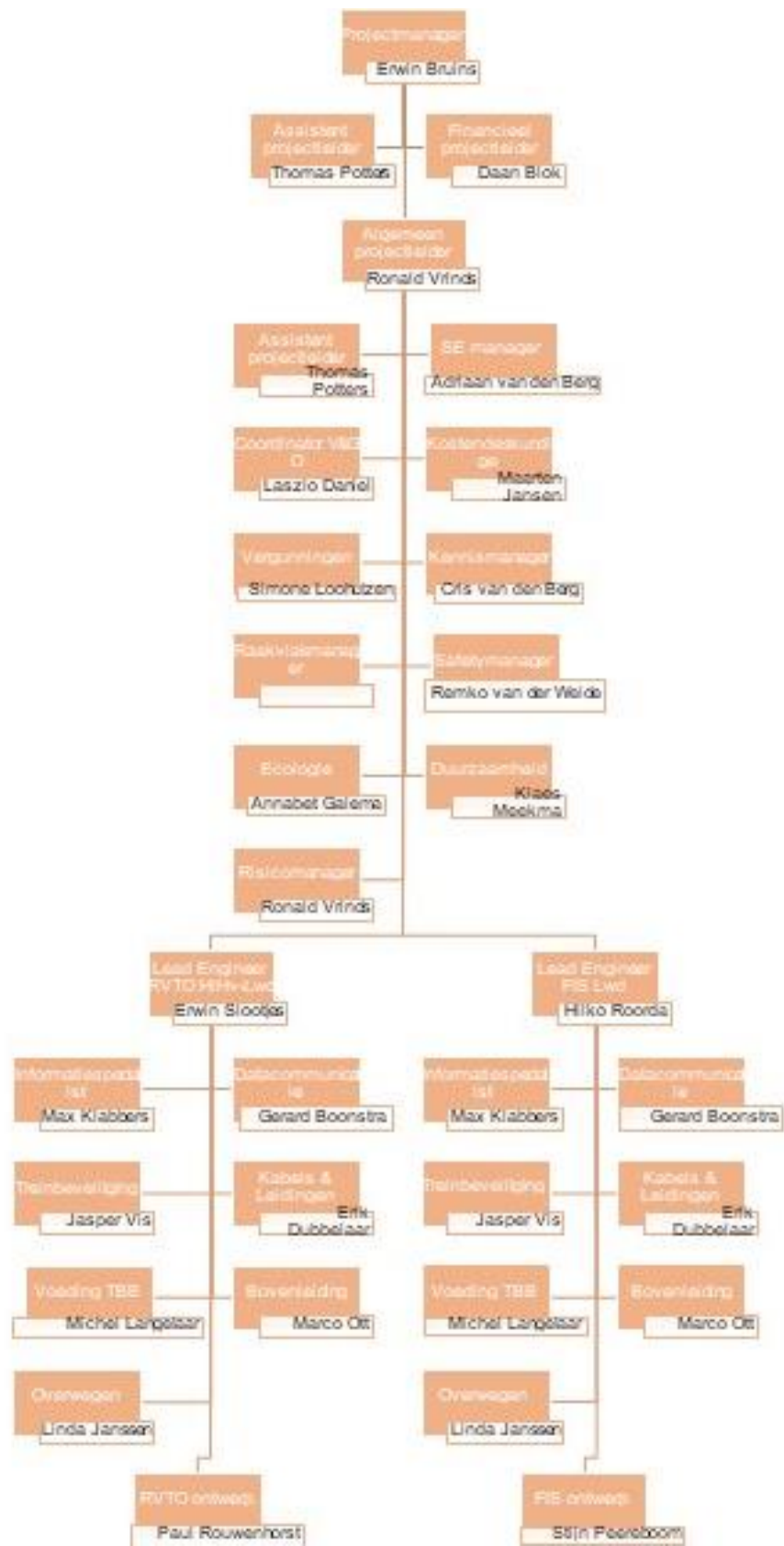
Figuur 8: Onafhankelijkheid in organisatie van project

Bijlage 1: Verificatie tegen NEN-EN 50126-1

In onderstaande tabel is de verificatie van dit veiligheidsplan tegen de eisen uit de norm NEN-EN 50126-1 (paragraaf 7.3.2.3) weergegeven.

Eis	Ingevuld in
The Safety Plan should include:	
a) the policy and strategy for achieving safety;	3
b) the scope of the plan;	2
c) planning of the safety activities;	5.4
d) the safety analysis, engineering and assessment processes to be applied during the life cycle, including processes for:	
- ensuring an appropriate degree of personnel independence in tasks, commensurate with the risk of the system;	4.3, 4.4, 8
- hazard identification and analysis;	5.2
- risk assessment and on-going risk management;	5.1
- risk acceptance criteria and reviewing risk acceptance	3.1
- reviewing the effectiveness of risk reduction measures;	5.1
- the establishment and on-going review of the adequacy of the safety requirements;	5.1
- system design;	4.1, 4.5
- verification	6
- validation to achieve compliance between system requirements and realisation	4.6, 6
- achievement of compliance of the management process with the safety plan (e.g. confirmed via audits);	4
- safety assurance during the parameterisation of the system (safety classification of the configuration parameters, safety confidence in the parameterisation process and tools used)	2.4, 6
e) details of all safety related deliverables from the lifecycle, including:	
- documentation;	2.4, 2.7
- hardware;	
- software.	
f) a process to prepare the safety case, considering the hierarchy between system safety activities and documentation;	Dit plan
g) a process for the safety approval of the system including the interface to the railway duty holder and the safety authority;	2.7
h) a process for analysing maintenance performance and operation to ensure that safety is not compromised by deviations in assumed operation and maintenance;	2.7
i) a process for the maintenance of safety-related documentation;	5.1
j) a process for management of the hazard log;	5.1
k) interfaces with other related programmes and plans;	2.8
l) constraints and assumptions made in the plan;	1, 2.3
m) subcontractor management arrangements;	2.8
n) periodic safety audit, safety assessment and safety review, throughout the life cycle and appropriate to the safety relevance of the system under consideration, including any personnel independence requirements.	5.7

Bijlage 2: Organigram



Colofon

SAFETY MANAGEMENT PLAN - ARCADIS
PROJECT ENL, DEELCORRIDORS LEEUWARDEN (EXCL.)-HARLINGEN HAVEN EN EMPLACEMENT
LEEUWARDEN

KLANT
ProRail

AUTEUR
Remko van der Weide

PROJECTNUMMER
30158165

ONZE REFERENTIE
ENL-ARC-9.1-001

DATUM
2 april 2024

VERSIE
0.3

STATUS
Concept

GECONTROLEERD DOOR
Timothy Landman, Résjie Jhari (Arcadis)

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 220
3800 AE Amersfoort
Nederland
+31 (0)88 4261261

www.arcadis.com

Over Arcadis

Arcadis is een toonaangevend wereldwijd ontwerp- en consultancybureau voor de natuurlijke en gebouwde omgeving. Wij maken het verschil voor onze klanten en de maatschappij met doeltreffende, duurzame en digitale oplossingen. Met 27.000 mensen in meer dan 70 landen genereerden we in 2020 een omzet van €3,3 miljard. Wij ondersteunen UN-Habitat met kennis en expertise om leefomstandigheden te verbeteren in gebieden getroffen door de gevolgen van de klimaatverandering.

www.arcadis.com

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 220
3800 AE Amersfoort
Nederland

T [+31 \(0\)88 4261261](tel:+3120884261261)

Arcadis. Improving quality of life

Volg ons op



[arcadis-nederland](https://www.arcadis-nederland.nl)



[arcadis_nl](https://twitter.com/arcadis_nl)



[ArcadisNetherlands](https://www.ArcadisNetherlands.nl)