



Gemeente
Amsterdam



Systemspecificatie Recovery Unit

Z109A07AC63

Validatie en autorisatie

Document	Systeemspecificatie Recovery Unit		
Opgesteld door	Will de Jager		
Dossier JOIN	21926	Bestandnr.	23662
Kenmerk JOIN			
Versie document	1.0		
Status	Definitief		
Datum	14-6-2021		

Versiewijzigingen

Omschrijving en toelichting	Datum	Versie
Initiële versie	06-08-2020	0.1
Reviewcommentaar verwerkt	17-11-2020	0.2
Commentaar marktconsultatie verwerkt en nummering herzien	26-04-2021	0.3
Tekstuele aanpassingen	14-05-2021	0.4
Layout opgeschoond en gereed gemaakt voor publicatie	14-06-2021	1.0

Autorisatie

Naam	Functie	Datum	Handtekening

Inhoud

Inhoud	3
Lijst met Afbeeldingen	4
1 Inleiding	5
1.1 Afkortingen	5
1.2 Bindende documenten	7
1.3 Normen	7
1.3.1 Specifieke normen	8
1.3.2 Algemene normen	9
2 Systeem Recovery Unit	10
2.1 Systeembeschrijving	10
2.2 Functionele beschrijving van het systeem	10
2.3 Inpassing in Gelijkrichterstation Metro	14
3 Eisen Recovery Unit	16
3.1 Definitie eisen	16
3.2 Eisentabellen	17
3.3 Uniek Eisnummer	17
4 Eisen Recovery Unit	20
4.1 Functionele Eisen	20
4.2 Aspecteis: Onderhoudbaarheid	22
4.3 Aspecteis: Betrouwbaarheid	24
4.4 Aspecteis: Toekomstvastheid	27
4.5 Aspecteis: Beschikbaarheid	27
4.6 Aspecteis: Hinder	28
4.7 Aspecteis: Veiligheid	28
4.8 Algemeen	29
4.9 Gestelsluitbeveiliging	33
4.10 Interne bedrading	34
4.11 Lokale/ Centrale besturing van de Recovery Unit (CBI)	34
4.11.1 Besturing (Stationsautomatisering)	34
4.11.2 HMI	35
4.11.3 Hulpspanning	37
5 Elektrische specificaties	38
6 Lijst van eisen	39

Lijst met Afbeeldingen

Figuur 2-1 – Functieboom	11
Figuur 2-2 – Objectenboom Gelijkrichterstation	13

1 Inleiding

Dit document beschrijft de technische specificaties en de functionele achtergronden, voor nieuw te realiseren en in bedrijf te stellen Recovery Units om in de gelijkrichterstations van Metro en Tram overtollige remenergie van tractievoertuigen terug te kunnen leveren aan het elektriciteitsnet.

De specificatie beschrijft de eisen voor de Recovery Unit met de desbetreffende technische specificaties.

Tenslotte is het een vereiste dat in het station betreffende de componenten, de compatibiliteit wordt gegarandeerd tussen de Recovery Unit en de overige componenten die zijn geïnstalleerd in het gelijkrichterstation. Deze compatibiliteit verzekert de juiste werking van de componenten in het geleverde station; in het bijzonder met betrekking tot het bieden van veiligheid, het onderhoud, betrouwbaarheid en de levensverwachting/levensduur.

Dit is een generieke specificatie voor een Recovery Unit t.b.v. Metro.

1.1 Afkortingen

Een volledig lijst van de gehanteerde afkortingen en acroniemen Metro en Tram is opgenomen als bijlage in paragraaf 1.2.

Afkorting	Betekenis
A	Ampère
AWI	Automatische Weder Inschakeling
BLVC	Bereikbaarheid, Leefbaarheid, Veiligheid en Communicatie
CAB	Centrale Afstand Bediening
CBI	Centrale Besturingsinstallatie
dB	Decibel
DC	Direct Current
DO	Definitief Ontwerp
EN	Europese Norm
EBH	Elektrotechnisch Bedrijfsvoering Handboek
FIT	Factory Integration Test
FO	Functioneel Ontwerp
GOOSE	Generic Object Oriented Substation Event
GVI	Gelijkstroomverdeelinrichting
HMI	Human Machine Interface
HVI	Hoogspannings Verdeel Inrichting
Hz	Hertz
IEC	International Electrotechnical Commission

Afkorting	Betekenis
IED	Intelligent Electronic Device
IO	Input Output
IP	International Protection Marking
kPa	Kilo Pascal
kV	Kilovolt
kWh	Kilo Watt uur
LVI	Laagspanningsverdeelinrichting
MVA	Mega Volt Ampère
Ni-Cad	Nikkel Cadmium
NSA	Noodstroomaggregaat
OG	Opdrachtgever
ON	Opdrachtnemer
PLC	Programmable Logic Controller
RU	Recovery Unit
SAT	Site Acceptance Test
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition
SIT	Site Integration Test
SS	Schakelstation
TDD(I)	Total Current Demand Distortion
UO	Uitvoeringsontwerp
V	Volt
VLD	Voltage Limiting Device
WCD	Wandcontactdoos

1.2 Bindende documenten

Titel	Documentnummer	Versie	Datum
Afkortingen en acroniemen	CEB\OVG\19462	1.0.0.0	15-7-2019
Elektrotechnisch Bedrijfsvoering Handboek voor Railinfrastructuur Metro en Tram Amsterdam	WLS\OVG\18867	3.2	10-07-2018
VB AMS 053 Areaaldecompositie en codering van locaties, installaties, objecten en kabels	CEB\OVG\20507	3.0	20-5-2019
Opstellingstekeningen installaties Gelijkrichterstation	CEB\OVG\20587	1.1.0.0	09-12-2020
Eenlijnschema's typical Gelijkrichterstation	CEB\OVG\23037	1.0.0.1	23-12-2020
Tripmatrix Gelijkrichterstation	CEB\OVG\25950	4.0	20-3-2020
Overzicht RAMS Grenswaarden	CEB\OVG\24071	0.3	03-09-2020
Principe-ontwerp Minus-Aarde potentiaalbewaking Volgens EN50122-1	CEB\OVG\25763	1.0	21-12-2020
Besturingsconcept o.b.v. IEC61850	CEB\OVG\23094	0.2	23-03-2020
TKF 630 mm2 kabelspecificatie	CEB\OVG\25764	-	-
Aansluitvoorwaarden NMA definitief	CEB\OVG\21512	1.0	08-10-2019
NMA Device specification form template	CEB\OVG\21512	1.0	08-10-2019
NMA Switchpoortaanvraag template	CEB\OVG\21512	1.0	08-10-2019
Richtlijnen voor toelaatbare harmonische stromen	EnergieNed	-	Juni-1997
Template I/O lijst Recovery unit	CEB\OVG\26092	1.0	3-5-2021
Blokschema CBI Metro	CEB\OVG\25957	1.0	11-2-2020
Schakelmatrix Gelijkrichterstation Metro	CEB\OVG\26033	0.3.6.1	10-5-2021
Schakeltoestanden Metro	CEB\OVG\26115	0.4.0.0	7-5-2021

1.3 Normen

In deze paragraaf een overzicht van relevante normen en richtlijnen.

De leveringen dienen te voldoen aan de Nederlandse Wet- en Regelgeving en het Bouwbesluit.

Daarnaast dient de levering te voldoen aan alle geldende onderstaande normen, voorschriften en richtlijnen, hier vermeld in de prevalerende volgorde:

1. GVB/MeT Specifieke Voorschriften
2. NEN (Nederlandse Normen)
3. EN (Europese Normen) en Europese harmonisatiedocumenten (HD)
4. IEC (Normen van de Internationale Elektrotechnische Commissie)
5. NPR (Nederlandse praktijkrichtlijnen)
6. EnergieNed Richtlijnen

7. VDE (richtlijnen van het Duitse Verband der Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik)
8. ATEX (Europese richtlijnen op het gebied van explosiegevaar)

Het overzicht van normen heeft niet de pretentie volledig te zijn. De opdrachtnemer dient aanvullende en/of vervangende normen die van toepassing zijn in het werk mee te nemen.

1.3.1 Specifieke normen

NEN-EN 50122-1	Spoorwegen en soortgelijk geleid vervoer – Vaste installaties – Elektrische veiligheid, aarding en retourstromen – Deel 1: Eisen in verband met bescherming tegen elektrische schok.
NEN-EN 50122-2	Spoorwegen en soortgelijk geleid vervoer - Vaste installaties - Elektrische veiligheid, aarding en retourstromen - Deel 2: Maatregelen tegen de effecten van zwerfstromen veroorzaakt door met gelijkspanning gevoede tractiestelsels
NEN-EN 50122-3	Spoorwegen en soortgelijk geleid vervoer - Vaste installaties - Elektrische veiligheid, aarding en retourstromen - Deel 3: Wederzijdse beïnvloeding van met wisselspanning gevoede tractiestelsels en met gelijkspanning gevoede tractiestelsels
NEN-EN 50123-1	Railtoepassingen - Gelijkstroomschakelinrichtingen voor vaste opstellingen - Deel 1: Algemeen (en)
NEN-EN 50123-2	Railtoepassingen - Gelijkstroomschakelinrichtingen voor vaste opstellingen - Deel 2: Gelijkstroomschakelaars
NEN-EN 50123-3	Railtoepassingen - Gelijkstroomschakelinrichtingen voor vaste opstellingen - Deel 3: Gelijkstroomscheiders en lastscheiders voor binnenopstelling
NEN-EN 50123-4	Railtoepassingen - Gelijkstroomschakelinrichtingen voor vaste opstellingen - Deel 4: Gelijkstroomlastscheiders, scheiders en gelijkstroomaarders voor buitenopstelling
NEN-EN 50123-6	Railtoepassingen - Gelijkstroomschakelininstallaties voor vaste opstellingen - Deel 6: Gelijkstroomschakelinrichtingen
NEN-EN 50123-7-1	Railtoepassingen - Gelijkstroomschakelininstallaties - Vaste opstellingen - Deel 7-1: Meet-, beheers- en beveiligingsinrichtingen voor specifiek gebruik in gelijkstroomtractiesystemen - Leidraad voor de toepassing
NEN-EN 50123-7-2	Railtoepassingen - Gelijkstroomschakelininstallaties voor vaste opstellingen - Deel 7-2: Meet-, beheers- en beveiligingsinrichtingen voor specifiek gebruik in gelijkstroomtractiesystemen - Isolerende stroomomzetters en andere ampèremeters
NEN-EN 50123-7-3	Railtoepassingen - Gelijkstroomschakelininstallaties voor vaste opstellingen - Deel 7-3: Meet-, beheers- en beveiligingsinrichtingen voor specifiek gebruik in gelijkstroomtractiesystemen - Isolerende spanningsomzetters en andere voltmeters
NEN-EN 50124-1	Spoorwegtoepassingen - Isolatie-coördinatie – Deel 1: Basiseisen – Slagwijdten en kruipwegen voor alle elektrische en elektronische uitrusting.
NEN-EN 50124-2	Spoorwegtoepassingen - Isolatie-coördinatie – Deel 2: Overspanningen en bijbehorende bescherming.
NEN-EN 50160	Spanningskarakteristieken in openbare elektriciteitsnetten
NEN-EN 50163	Railtoepassingen – Voedingsspanningen van tractiesystemen
NEN-EN 50328	Railtoepassingen – Vaste inrichtingen – Elektronische vermogensomzetters voor onderstations
NEN-EN 50388	Spoorwegen en soortgelijk geleid vervoer - Energievoorziening en rollend materieel - Technische criteria voor de coördinatie tussen energievoorziening (onderstations) en rollend materieel om interoperabiliteit te bereiken.

NEN-EN 50526-1	Spoorwegen en soortgelijk geleid vervoer - Overspanningsafleiders en spanningsbegrenzers voor gebruik met gelijkspanning - Deel 1: Overspanningsafleiders
NEN-EN 50526-2	Spoorwegen en soortgelijk geleid vervoer - Vaste installaties - Overspanningsafleiders en spanningsbegrenzers voor gebruik met gelijkspanning - Deel 2: Spanningsbegrenzers
NEN-EN 50526-3	Spoorwegen en soortgelijk geleid vervoer - Vaste installaties - Overspanningsafleiders en spanningsbegrenzers voor gebruik met gelijkspanning - Deel 3: Richtlijn voor de toepassing
IEC 60146-1-1	Halfgeleideromzetter – Algemene eisen en omzetter met netcommutatie – Deel 1-1: Specificatie van basiseisen.
IEC 61850	Communicatienetwerken en – systemen in substations.

1.3.2 Algemene normen

NEN 1010	Veiligheidsbepalingen voor laagspanningsinstallaties (complete versie)
NEN 3140	Bedrijfsvoering van elektrische installaties – Aanvullende Nederlandse bepalingen voor laagspanningsinstallaties.
NEN-EN 50110	Bedrijfsvoering van elektrische installaties – Algemene bepalingen.
NEN 5152	Technische tekeningen - Elektrotechnische symbolen.
IEC 60038	IEC Standard Voltages
IEC 60050	International Electrotechnical Vocabulary
NEN-EN-IEC 60529	Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)
IEC 60909	Short-circuit calculation in three phase a.c. systems.
EnergieNed	Richtlijnen voor toelaatbare harmonische stromen.
Netcode Elektriciteit	Voorschriften voor netbeheerders en netgebruikers over het functioneren, het aansluiten van klanten en het transporteren van elektriciteit.
Meetcode Elektriciteit	Voorschriften voor netbeheerders en netgebruikers over het meten van de hoeveelheid elektriciteit die vervoerd en verbruikt wordt.

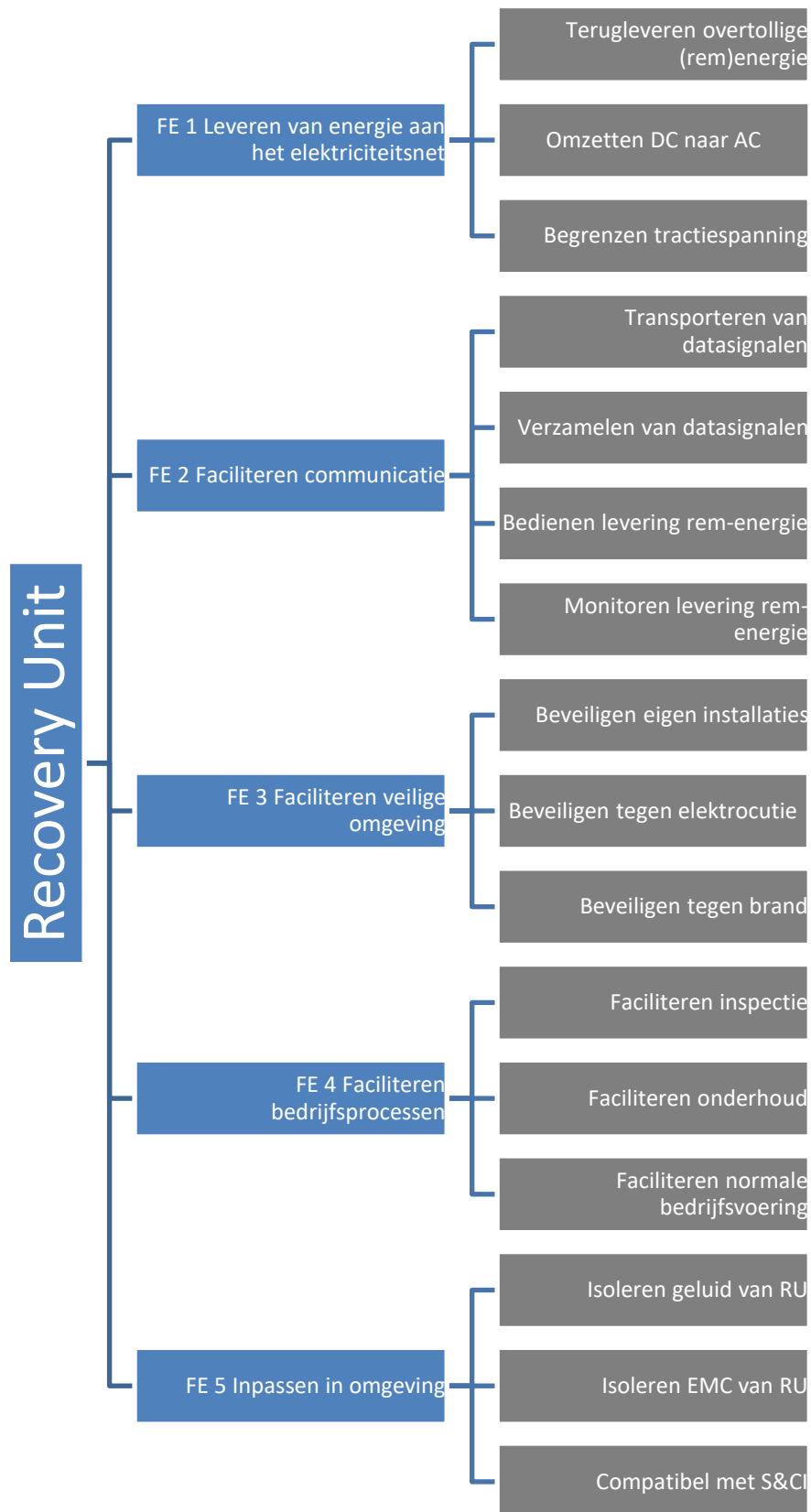
2 Systeem Recovery Unit

2.1 Systeembeschrijving

Het subsysteem Recovery Unit dient, om de elektrische remenergie van metrovoertuigen die niet door een ander voertuig of verbruiker kan worden opgenomen, terug te leveren aan het elektriciteitsnet.

2.2 Functionele beschrijving van het systeem

Het systeem Recovery Unit (RU) geeft invulling aan de gewenste functies binnen de systeemgrenzen. De gewenste functies zijn weergegeven in Figuur 2-1. Tabel 1 bevat een functionele beschrijving op hoofdlijnen van het systeem 'RU'.

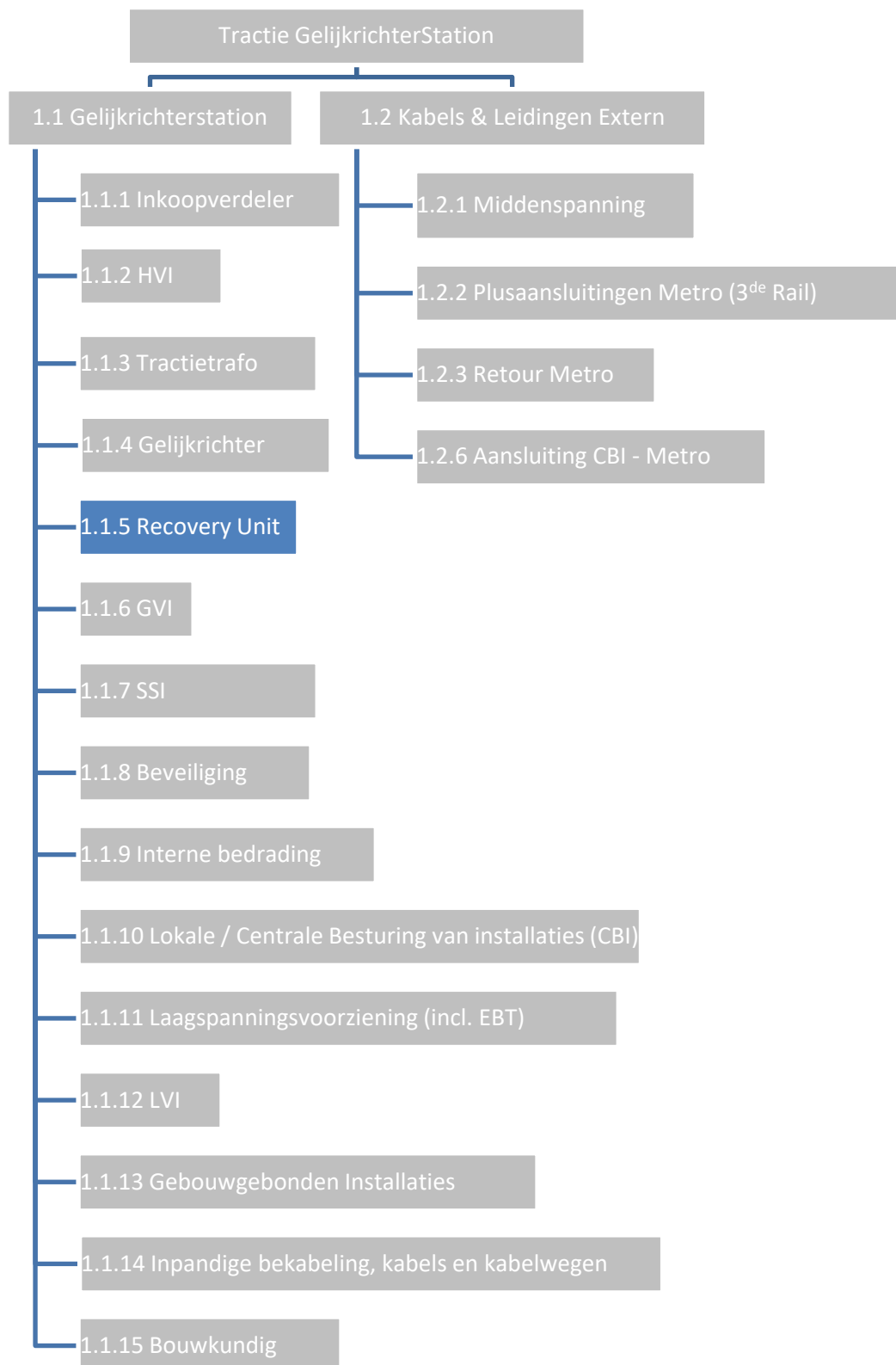


Figuur 2-1 – Functieboom

ID	Functie	Functiebeschrijving
FE 1	Leveren energie aan het elektriciteitsnet.	Het leveren van remenergie vanuit het DC metronet naar het AC distributienet.
FE 2	Faciliteren communicatie	Het verzamelen en transporteren van datasignalen. Het bedienen en monitoren van de teruglevering van tractie-energie.
FE 3	Faciliteren veilige omgeving.	Het beveiligen van de installatie tegen brand en elektrocutie en het defect raken van de installatie door externe omstandigheden.
FE 4	Faciliteren bedrijfsprocessen.	Het faciliteren van inspectie en onderhoud van de installatie door personeel van de beheerder. Het faciliteren van normale bedrijfsvoering (exploitatie)
FE 5	Inpassen omgeving	Het weren van invloed door het RU op de omgeving zoals geluid en andere hinder.

Tabel 1 – Functionele analyse – Systeem Recovery Unit.

Figuur 2-2 – Objectenboom Gelijkrichterstation geeft de plaats van de Recovery Unit binnen het gelijkrichterstation weer.



Figuur 2-2 – Objectenboom Gelijkrichterstation

In Tabel 2 – Relatie functies Recovery Unit en Objecten is een kruistabel weergegeven, waarbij per object wordt aangegeven welke raakvlakken het object heeft met de functies van de Recovery Unit.

Object\Functie		FE 1 Energie leveren aan E-net	FE 2 Faciliteren communicatie	FE 3 Faciliteren veilige omgeving	FE 4 Faciliteren bedrijfsprocessen	FE 5 Inpassen in omgeving
1.1.1	Inkoopverdeler					
1.1.2	HVI	X				
1.1.3	Tractietrafo	X				
1.1.4	Gelijkrichter	X				
1.1.5	GVI	X				
1.1.6	Recovery Unit	X	X	X	X	X
1.1.7	Beveiliging	X		X		
1.1.8	Interne bedrading	X	X			
1.1.9	Interface CBI		X		X	
1.1.10	HMI				X	
1.1.11	Laagspanningsvoorziening					
1.1.12	LVI	X				
1.1.13	Gebouwgebonden installaties					
1.1.14	Inpandige bekabeling, kabels en kabelwegen	X	X		X	
1.1.15	Bouwkundig			X	X	X
1.2.1	Hoogspanningskabels	X				
1.2.2	Plusaansluitingen Metro (3 ^{de} Rail)	X				
1.2.2	Minuskabels (retour)	X				
1.2.4	Glasvezelnetwerk		X		X	

Tabel 2 – Relatie functies Recovery Unit en Objecten

2.3 Inpassing in Gelijkrichterstation Metro

Beoogde locaties voor het opstellen van de Recovery Unit zijn de gelijkrichterstations Metro. In de typical uitvoering gelijkrichterstation Metro is opstelruimte gereserveerd ter grootte van 3000x1600 mm en 500x1400 mm voor een scheider met de plus/min rail. De opbouw van het gelijkrichterstation is te zien op de eenlijnschema en opstellingstekening. Deze tekeningen zijn aan deze specificatie toegevoegd als bijlagen, respectievelijk zijn dit Eenlijnschema Gelijkrichterstation en Opstellingstekening Gelijkrichterstation (zie par. 1.2). Deze betreffen principe tekeningen en geen locatie specifieke tekeningen. Afhankelijk van de locatie kunnen afwijkingen worden voorzien.

Uitgangspunt is dat de Recovery Unit parallel aan de gelijkrichter wordt geplaatst, en gekoppeld aan de AC en DC zijde. Een directe koppeling aan het middenspanningsnet vergt een extra middenspanningsveld en een middenspanningstransformator.

Bij nieuwbouw of complete vervanging is het ook toegestaan om een Bidirectionele Unit te plaatsen, waarbij de gelijkrichter en de Recovery Unit zijn geïntegreerd.

De GVI is voorzien van een scheiderveld waarop de Recovery Unit kan worden aangesloten met een aansluiting op de plusrail en een aansluiting op de minusrail. Daarnaast is er een aansluitmogelijkheid voorzien voor de aansluiting aan de AC-zijde (secundaire kant tractietrafo).

In bestaande gelijkrichterstations zijn de extra aansluitingen niet aanwezig en zal er ook een scheiderveld moeten worden toegevoegd om de RU te koppelen aan de DC-rail. Daarnaast is het locatieafhankelijk of er voldoende ruimte beschikbaar is om de Recovery Unit te plaatsen.

3 Eisen Recovery Unit

Dit hoofdstuk beschrijft de eisen die aan de Recovery Unit worden gesteld.

3.1 Definitie eisen

Kenmerkend voor deze specificatie is de indeling naar diverse soorten eisen en de samenhang tussen de eisen. De eisen vallen uiteen in de volgende typen eisen:

- Functionele eisen.
- Aspecteisen.
- Raakvlakeisen.
- Realisatie eisen.

In Tabel 3 is per type eis een definitie gegeven.

Type eis		Toelichting
Functionele eisen		Functionele eisen betreffen eisen aan de primaire functie c.q. de prestatie van het systeem en de objecten waaruit het systeem is opgebouwd.
Aspecteisen	Betrouwbaarheid	De waarschijnlijkheid dat de vereiste functie wordt uitgevoerd onder gegeven omstandigheden gedurende een bepaald tijdsinterval.
	Beschikbaarheid	De waarschijnlijkheid dat de vereiste functie op een gegeven willekeurig moment kan worden uitgevoerd onder gegeven omstandigheden. Dit komt overeen met de fractie van de tijd dat de vereiste functie kan worden uitgevoerd onder gegeven omstandigheden.
	Onderhoudbaarheid	Eisen met betrekking tot de benodigde beheer- en onderhoudsinspanningen van het te realiseren systeem c.q. de objecten en het gemak en de snelheid waarmee een systeem na uitval kan worden hersteld tot een operationele status.
	Veiligheid	Eisen met betrekking tot de veiligheid van het te realiseren systeem c.q. de objecten gedurende de gebruiksfase, voor zowel de gebruiker als de omgeving.
	Vormgeving	Eisen met betrekking tot esthetische uitstraling van het te realiseren systeem c.q. de objecten.
	Levensduur	Eisen met betrekking tot de vereiste levensduur van het te realiseren systeem c.q. de objecten.
	Toekomstvastheid	Eisen met betrekking tot het geschikt maken van het systeem voor toekomstig gebruik.
Realisatie eisen		Het systeem dient gedurende de realisatiefase te voldoen aan de eisen en randvoorwaarden als beschreven in het Elektrotechnisch Veiligheidshandboek van GVB.
Raakvlakeisen	Extern raakvlak	Eisen met betrekking tot raakvlakken van het systeem met de (toekomstige) omgeving aan de buitenzijde van de systeemgrenzen

Type eis	Toelichting
Intern raakvlak	Eisen met betrekking tot raakvlakken binnen het systeem in verband met systemen/ objecten die door derden ontworpen of gerealiseerd dienen te worden of die worden gesteld aan de interactie tussen de verschillende objecten binnen het systeem.

Tabel 3 – Eistypen definitie

3.2 Eisentabellen

De eisen in deze Systeemspecificatie zijn weergegeven conform het format in Tabel 4 – Eisformat.

ID	Titel van de eis
Eistekst	
Toelichting (optioneel)	
Verificatiemethode (optioneel)	Voorschrift/Normen (optioneel)

Tabel 4 – Eisformat.

	:	Leverancier engineering en componenten (wordt tevens aangegeven met de letter L in het eisnummer).
	:	Levering/Uitvoering Installateur (wordt tevens aangegeven met de letter I in het eisnummer).
ID	:	Uniek Eisnummer.
Titel van de eis	:	Korte omschrijving van de eis met trefwoorden.
Eistekst	:	Omschrijving van de eis.
Toelichting (optioneel)	:	Ter informatie toelichting op eis opgenomen.
Verificatiemethode (optioneel)	:	Voorgeschreven verificatiemethode.
Voorschrift (optioneel)	:	Omschrijving verificatiemethode.

3.3 Uniek Eisnummer

Het uniek Eisnummer is opgebouwd uit 9 karakters, W-XX-YYY-ZZZ. Waarbij de karakters het volgende weergeven:

W	L of I	Codering eis is van toepassing voor de leverancier (L) of voor de installateur (I)
XX	M, T of MT	Codering eis is van toepassing op M=Metro, T=Tram of MT=Metro en Tram
YYY	000-999	Codering voor systeemgroep, zie Tabel 5.
ZZZ	001-999	Codering van eis binnen systeemgroep

Code systeemgroep YYY	Groep naam
000	Algemeen
001	Functionaliteit
002	Testprotocollen
003	1-lijnschema
004	Object Architectuur
005	Raakvlakkenlijst
006	Civiele Eisen/Ontwerpen
010	HVI
011	Bemetering
020	Tractie Trafo
021	Eigen Bedrijf Trafo
022	Energievoorziening Trafo
030	Gelijkrichter
031	Recovery Unit
040	GVI algemeen
041	GVI snelschakelaar
043	GVI-Plus-/minscheider
044	GVI-Scheider Recovery
045	Sectieschakelinstallatie (SSI)
046	Baanscheider
050	Laagspanning algemeen
051	Laagspanning-verdeler
052	Laagspanning-UPS
060	Beveiliging algemeen
061	Beveiliging-HVI
062	Beveiliging-Tractietrafo
063	Beveiliging-EB Trafo
064	Beveiliging-Gelijkrichter
065	Beveiliging-GVI
066	Vergrendelingen-SSI
070	Bekabeling algemeen
071	Bekabeling-kabelwegen
072	Bekabeling-intern
073	Bekabeling-extern
074	Bekabeling-glasvezelnetwerk
075	Bekabeling 61850
076	Aansluiting CBI Metro
077	Aansluiting CBI Tram
080	Besturing algemeen

Code systeemgroep YYY	Groep naam
081	Besturing-CBI Metro
082	Besturing-CBI Tram
083	Bediening HMI
084	Nooduit circuit
090	Gebouwgebonden installaties
091	Projectmanagement
092	Raakvlakmanagement
093	Ontwerpen
094	Uitvoering
095	Testen
096	Verifiëren/Valideren
097	Opleveren/Afleveren
098	Opleiden/Trainen
099	Projectbeheersing en Projectondersteuning
100	Nazorg
101	Garantie
102	Onderdelenvoorziening
103	Service en onderhoud

Tabel 5 – Codering systeemgroep

4 Eisen Recovery Unit

Deze specificatie is generiek voor Recovery Units t.b.v. metro.

4.1 Functionele Eisen

L-M-031-001 Systeem Recovery Unit – Elektrische specificaties	
De Recovery Unit dient te voldoen aan de elektrische specificaties volgens EN 50328 en EN 50163 zoals beschreven in par. 1.3.	
Toelichting (optioneel)	
Verificatiemethode: Documentbeoordeling	Normen: NEN-EN 50328, NEN-EN 50163

L-M-031-002 Systeem Recovery Unit – Terugwinnen remenergie	
Wanneer de Recovery Unit actief is, wordt overtollige energie die wordt opgewekt door remmende voertuigen en niet kan worden gebruikt door andere voertuigen in de omgeving teruggevoerd van het DC tractienet naar het AC elektriciteitsnet.	
Toelichting: Deze overtollige energie wordt anders omgezet in warmte in een remweerstand en is verloren.	
Verificatiemethode (optioneel)	Voorschrift/Normen (optioneel)

L-M-031-003 Systeem Recovery Unit – Drempelspanning	
Wanneer de spanning van het tractienet (U_d) de drempelspanning van de recovery Unit ($U_{d,th}$) overschrijdt, opereert de unit met een bijna-constante spanningscurve, tot de maximale stroom is bereikt. Op dat moment wordt de stroom constant gehouden en zal de spanning toenemen.	
Toelichting: De recovery unit dient het uitwisselen van remenergie tussen voertuigen zo min mogelijk te belemmeren.	
Verificatiemethode (optioneel)	Voorschrift/Normen (optioneel)

L-M-031-004 Systeem Recovery Unit – Maximale werkspanning	
De maximale werkspanning van de recovery unit wordt bepaald door de maximale spanning bij remmen, $U_{d,max1}$ volgens EN 50163.	
Toelichting: Remmende voertuigen begrenzen zelf de spanning waarop zij terugleveren; bij dreigende overschrijding wordt de overtollige energie in warmte omgezet.	
Verificatiemethode (optioneel)	Norm: NEN-EN 50163

L-M-031-005 Systeem Recovery Unit – Koppelen en ontkoppelen	
Koppelen van de recovery unit met een passieve gelijkrichter mag de functionaliteit van de gelijkrichter niet beïnvloeden. Ook moet het mogelijk zijn de recovery unit te ontkoppelen van de gelijkrichter zonder de functionaliteit van de gelijkrichter te beïnvloeden.	
Toelichting (optioneel)	
Verificatiemethode (optioneel)	Voorschrift/Normen (optioneel)

L-M-031-006 Systeem Recovery Unit – Drempelspanning instelbaar	
De drempelspanning waarbij de recovery unit wordt geactiveerd $U_{d,th}$ ($=U_{Nd}$) moet instelbaar zijn om een optimale terugvoeding te verkrijgen.	
Toelichting: De recovery unit moet pas geactiveerd worden boven de nullastspanning ter plaatse en moet het uitwisselen van energie tussen voertuigen mogelijk maken.	
Verificatiemethode (optioneel)	Voorschrift/Normen (optioneel)

L-M-031-007 Systeem Recovery Unit – Duty Cycle	
De maximum duty cycle gaat uit van elke 3 minuten gedurende 30 seconden een vermogen leveren van 1 MW bij een spanning tussen 750 en 900VDC.	
Toelichting: Uitgangspunt is dat er elke 3 minuten een metro halteert en een remming 30 seconden duurt.	
Verificatiemethode (optioneel)	Voorschrift/Normen (optioneel)

L-M-031-008 Systeem Recovery Unit – Rendement	
Het rendement van de recovery unit dient minimaal 97,5% te bedragen.	
Toelichting: Hoog rendement is gunstig voor de teruggewonnen energie en er hoeft minder warmte afgevoerd te worden.	
Verificatiemethode (optioneel)	Voorschrift/Normen (optioneel)

L-M-031-009 Systeem Recovery Unit – Harmonischen	
De teruggeleverde stroom dient te voldoen aan een TDD(I) kleiner dan 5%. De individuele harmonische componenten dienen te voldoen aan de richtlijn van Energiened.	
Toelichting: Geinjecteerde harmonische kunnen storingen veroorzaken bij andere klanten.	
Verificatiemethode (optioneel)	Voorschrift/Normen: Richtlijn voor toelaatbare harmonische stromen, Energiened.

L-M-031-010 Systeem Recovery Unit – Overbelasting Beveiliging	
Overbelasting beveiliging: de recovery unit dient een overbelasting situatie te detecteren, tijdelijk te deactiveren en weer automatisch te activeren na een afkoelperiode. Deactiveren en weer activeren dient te worden gemeld aan het CBI.	
Toelichting: Overbelasting kan optreden indien duty cycle eisen of andere elektrische specificaties zijn overschreden.	
Verificatiemethode (optioneel)	Voorschrift/Normen (optioneel)

L-M-031-011 Systeem Recovery Unit – Overstroom Beveiliging	
Overstroom beveiliging: de recovery unit dient zowel aan de AC als aan de DC-zijde beveiliging tegen overstroom te hebben. Het aanspreken van de overstroombeveiliging dient te worden gemeld aan het CBI.	
Toelichting (optioneel)	
Verificatiemethode (optioneel)	Voorschrift/Normen (optioneel)

L-M-031-012 Systeem Recovery Unit – Stabiliteit	
De recovery unit mag geen stabiliteitsproblemen veroorzaken met de regelsystemen in de voertuigen.	
Toelichting: Op de metrovoertuigen wordt ingegrepen door de remchopper op het moment dat de spanning op de bovenleiding/derde rail te hoog wordt. De regeling van de Recovery Unit is ook afhankelijk van de tractiespanning. Deze mogen elkaar niet op een zodanige manier beïnvloeden dat er instabiliteit ontstaat. Ook het boordnet monitort de tractiespanning en kan daardoor uitvallen.	
Verificatiemethode (optioneel)	Voorschrift/Normen (optioneel)

L-M-031-013 Systeem Recovery Unit – Raakvlak Spoorbeveiliging	
De recovery unit mag het spoorbeveiligingssysteem niet beïnvloeden.	
Toelichting: De Recovery Unit mag geen frequentiecomponenten produceren die het spoorbeveiligingssysteem beïnvloeden.	
Verificatiemethode (optioneel)	Voorschrift/Normen (optioneel)

4.2 Aspecteis: Onderhoudbaarheid

L-M-031-014 Systeem Recovery Unit – Middelen
De RU dient geschikt te zijn voor onderhoud door de beheerder. Alle benodigde hulpmiddelen, gereedschappen, documentatie, software en applicaties dienen te worden aangeleverd om het onderhoud in eigen beheer uit te kunnen voeren.

L-M-031-014 Systeem Recovery Unit – Middelen	
Toelichting: Dit betreft o.a. aardingsgarnituren en software t.b.v. het instellen/uitlezen van parameters, fouten, loggings etc.	
Verificatiemethode (optioneel)	Voorschrift/Normen (optioneel)

L-M-031-015 Systeem Recovery Unit – Spanningloos maken	
De RU dient de mogelijkheid te hebben om na uitschakelen de installatie spanningloos te maken.	
Toelichting: Componenten die in bedrijfstoestand lading bevatten, zoals condensatoren behouden ook na uitschakelen spanning.	
Verificatiemethode (optioneel)	Voorschrift/Normen (optioneel)

L-M-031-016 Systeem Recovery Unit – Documentatie	
Er dient een Installatie- en Onderhoudshandleiding en een aparte Gebruikershandleiding te worden geleverd. Alle gebruikers documentatie dient geleverd te worden in de Nederlandse taal; specifieke technische documentatie mag eventueel in de Engelse taal worden geleverd.	
Toelichting (optioneel)	
Verificatiemethode (optioneel)	Voorschrift/Normen (optioneel)

L-M-031-017 Systeem Recovery Unit – Training	
De leverancier van de Recovery Unit dient training te geven aan montage- en onderhoudsmonteurs.	
Toelichting (optioneel)	
Verificatiemethode (optioneel)	Voorschrift/Normen (optioneel)

L-M-031-018 Systeem Recovery Unit – Zelfdiagnose	
Indien mogelijk dienen zelfdiagnose functies worden ingebouwd om de noodzaak van (preventief) onderhoud aan te geven, in plaats van een vast interval onderhoudsregime.	
Toelichting (optioneel)	
Verificatiemethode (optioneel)	Voorschrift/Normen (optioneel)

L-M-031-019 Systeem Recovery Unit – Toegankelijkheid	
Het moet voor eerste-lijns onderhoudspersoneel mogelijk zijn om alle diagnose indicatoren (b.v. slijtage indicatie op schakelmechanismes) te inspecteren zonder apparatuur te ontmantelen.	
Toelichting (optioneel)	
Verificatiemethode (optioneel)	Voorschrift/Normen (optioneel)

L-M-031-020 Systeem Recovery Unit – Aansluiten kabels	
Aansluiten van kabels moet zonder speciaal gereedschap mogelijk zijn.	

L-M-031-020 Systeem Recovery Unit – Aansluiten kabels	
Toelichting (optioneel)	
Verificatiemethode (optioneel)	Voorschrift/Normen (optioneel)

L-M-031-021 Systeem Recovery Unit – Aardkogels	
Alle spanningvoerende delen dienen conform EN 50328 sectie 3.8.2 (Aarding) voorzien te zijn van aardkogels van 20 mm.	
Toelichting (optioneel)	
Verificatiemethode (optioneel)	Normen: EN 50328

L-M-031-022 Systeem Recovery Unit – Typeplaat	
De recovery unit is voorzien van een typeplaat en andere markeringen zoals vereist in EN 50328 sectie 3.9	
Toelichting (optioneel)	
Verificatiemethode (optioneel)	Normen: EN 50328

4.3 Aspecte: Betrouwbaarheid

L-M-031-023 Systeem Recovery Unit – Levensduur	
De technische levensduur van de recovery unit is minimaal 30 jaar. Componenten met een kortere levensduur worden geïdentificeerd en zijn vervangbaar.	
Toelichting: Gedurende de technische levensduur dient het systeem onderhouden en opgewaardeerd te kunnen worden om het een betrouwbaar operationeel systeem te houden.	
Verificatiemethode (optioneel)	Voorschrift/Normen (optioneel)

L-M-031-024 Systeem Recovery Unit – Klimaat	
Het RU dient ongestoord te functioneren in het Nederlandse klimaat. Uitgegaan dient te worden van een gematigde zeeklimaat.	
Toelichting (optioneel)	
Verificatiemethode (optioneel)	Voorschrift/Normen (optioneel)

L-M-031-025 Systeem Recovery Unit – Opslag en transport	
De recovery unit voldoet aan de opslag en transport eisen conform EN 50328 sectie 2.2.2.1 Opslag en transport temperatuur: $-25^{\circ}\text{C} \leq T_{\text{stg}} \leq +55^{\circ}\text{C}$.	
Toelichting (optioneel)	
Verificatiemethode (optioneel)	Normen: EN 50328

L-M-031-026 Systeem Recovery Unit – Omgeving	
De recovery unit moet kunnen functioneren in de omgevingseisen van een tractie gelijkrichterstation, conform EN 50328 sectie 2.2.	

L-M-031-026 Systeem Recovery Unit – Omgeving	
Toelichting (optioneel)	
Verificatiemethode (optioneel)	Normen: EN 50328

L-M-031-027 Systeem Recovery Unit – Omgevingscondities	
De recovery unit moet kunnen functioneren in de volgende (gekoelde) lucht condities:	
Temperatuur, conform EN 50328 sectie 2.2.2.2.1: • Extreme lucht temperatuur: $-5^{\circ}\text{C} \leq T_{\text{stg}} \leq +40^{\circ}\text{C}$. • Maximum gemiddelde dag temperatuur: $+35^{\circ}\text{C}$. • Gemiddelde jaar temperatuur: $+25^{\circ}\text{C}$.	
Vochtigheid, conform EN 50328 sectie 2.2.2.2.2: • Relatieve vochtigheid: minimaal 15%, maximaal 80% (niet condenserend)	
Vervuiling, conform EN 50328 sectie 2.2.2.2.3: • Vervuilingsgraad PD3A (stof met geleidbaarheid, vochtigheid: damp met langdurige condensatie), zie EN 50124-1 Tabel A.4.	
Toelichting (optioneel)	
Verificatiemethode (optioneel)	Normen: EN 50328, EN 50124

L-M-031-028 Systeem Recovery Unit – Koeling	
De koeling van de recovery unit is bij voorkeur natuurlijk luchtgekoeld, maar ook indirecte koeling met identificatie code AFAN, volgens EN 50328 sectie 2.1 is toegestaan: • Warmteoverdrachtsmiddel: AF (lucht, met geforceerde circulatie d.m.v. een ingebouwde ventilator); • Koelmedium: AN (lucht met natuurlijke circulatie)	
Toelichting: Waterkoeling of koeling met vloeistoffen die broeikas effect kunnen veroorzaken bij vrijkomen zijn niet toegestaan.	
Verificatiemethode (optioneel)	Normen: EN 50328

L-M-031-029 Systeem Recovery Unit – Trillingen	
De recovery unit moet geschikt zijn om te werken bij trillingen conform EN 50328 sectie 2.2.2.2.4: 10 Hz sinusvormige trillingen in verticale en/of horizontale richting gedurende 30s en met een piek versnelling van 5 m/s^2 .	
Toelichting: Bij opstelling in de nabijheid van het spoor kunnen trillingen optreden	
Verificatiemethode (optioneel)	Voorschrift/Normen (optioneel)

L-M-031-030 Systeem Recovery Unit – EMC	
Zoals beschreven in EN 50328 sectie 3.6, moeten de emissie en immuniteit m.b.t. elektro-magnetische compatibiliteit (EMC) van de recovery unit voldoen aan EN 50121 en in het bijzonder EN 50121-5.	

L-M-031-030 Systeem Recovery Unit – EMC	
Toelichting (optioneel)	
Verificatiemethode (optioneel)	Normen: EN 50328

L-M-031-031 Systeem Recovery Unit – Gevaarlijke materialen	
De recovery unit mag geen materialen bevatten die bij wet verboden zijn. Substanties waarvan bekend is dat ze gevaarlijk zijn voor de gezondheid en waarvoor geschikte alternatieven bestaan mogen niet worden gebruikt.	
Toelichting (optioneel)	
Verificatiemethode (optioneel)	Voorschrift/Normen (optioneel)

L-M-031-032 Systeem Recovery Unit – Gevaarlijke afval	
Bij de recovery unit dient een lijst te worden bijgeleverd met componenten of delen van de unit die als gevaarlijk afval worden aangemerkt in de European Waste Catalog. De lijst dient (m.n. qua data format) conform IEC 62474 te zijn.	
Toelichting (optioneel)	
Verificatiemethode (optioneel)	Normen: IEC 62474

L-M-031-033 Systeem Recovery Unit – Uitval elektriciteitsnet	
De recovery unit dient om te kunnen gaan met onderbrekingen van het elektriciteitsnet.	
Toelichting: Uitval van het elektriciteitsnet mag geen gevaarlijke situaties of het defect gaan van componenten veroorzaken.	
Verificatiemethode (optioneel)	Normen: IEC 62474

L-M-031-034 Systeem Recovery Unit – Typetest	
Van de recovery unit dient een typetest rapport conform EN 50328 sectie 4 te worden geleverd om aan te tonen dat het ontwerp aan de eisen voldoet.	
Toelichting (optioneel)	
Verificatiemethode (optioneel)	Voorschrift/Normen (optioneel)

L-M-031-035 Systeem Recovery Unit – Routinetest	
De recovery unit dient een routinetest te hebben ondergaan conform EN 50328 sectie 4 om aan te tonen dat de geleverde unit aan de eisen voldoet.	
Toelichting (optioneel)	
Verificatiemethode (optioneel)	Voorschrift/Normen (optioneel)

4.4 Aspecteis: Toekomstvastheid

L-M-031-036 Systeem Recovery Unit – Nalevering componenten	
De levering van toegepaste componenten dient minimaal 10 jaar gegarandeerd te zijn.	
Toelichting (optioneel)	
Verificatiemethode	Voorschrift/Normen
Testen/inspectierapport visueel	

4.5 Aspecteis: Beschikbaarheid

L-M-031-037 Systeem Recovery Unit – Beschikbaarheid	
De beschikbaarheid van de recovery unit zal minimaal 99,9% bedragen.	
Toelichting (optioneel)	
Verificatiemethode (optioneel)	Voorschrift/Normen (optioneel)

L-M-031-038 Systeem Recovery Unit – Onderhoudsinterval	
Preventief onderhoud moet beperkt zijn en mag slechts eens per 2 jaar nodig zijn.	
Toelichting (optioneel)	
Verificatiemethode (optioneel)	Voorschrift/Normen (optioneel)

L-M-031-039 Systeem Recovery Unit – Tijdsduur preventief onderhoud	
Preventief onderhoud mag maximaal 2 uur in beslag nemen.	
Toelichting (optioneel)	
Verificatiemethode (optioneel)	Voorschrift/Normen (optioneel)

L-M-031-040 Systeem Recovery Unit – MTBF	
De MTBF dient minimaal 100.000 uur te zijn.	
Toelichting (optioneel)	
Verificatiemethode (optioneel)	Voorschrift/Normen (optioneel)

L-M-031-041 Systeem Recovery Unit – MTTR	
De MTTR van de recovery unit is maximaal 4 uur.	
Toelichting: Gebaseerd op de directe beschikbaarheid van reservedelen. Reistijd e.d. is hierin niet meegenomen. De <i>effectieve</i> MTTR kan dus hoger zijn.	
Verificatiemethode (optioneel)	Normen: IEC 62474

4.6 Aspecteis: Hinder

L-M-031-042 Systeem Recovery Unit – Geluid	
Het gemiddelde geluidsniveau over 8 uur op een afstand van 1 meter en op een hoogte van 1.50 meter boven vloerniveau mag de 80 dB(A) niet overschrijden.	
Toelichting: Onder dit niveau is geen gehoorbescherming nodig.	
Verificatiemethode (optioneel)	Voorschrift/Normen (optioneel)

4.7 Aspecteis: Veiligheid

L-M-031-043 Systeem Recovery Unit – Kortsluitvast	
De recovery unit dient thermisch en dynamisch kortsluitvast te zijn.	
Toelichting (optioneel)	
Verificatiemethode (optioneel)	Voorschrift/Normen (optioneel)

I-M-031-044 Systeem Recovery Unit – Geïsoleerde opstelling	
De RU dient in zijn geheel geïsoleerd opgesteld te zijn van wateraarde. Verbinding van de installatie met wateraarde geschiedt via de gestelsluitbeveiliging, die in het geval van een kortsluiting van het DC-circuit naar gestel de foutstroom detecteert. De gestelsluitbeveiliging dient aantoonbaar kortsluitvast te zijn.	
Toelichting (optioneel)	
Verificatiemethode (optioneel)	Voorschrift/Normen (optioneel)

L-M-031-045 Systeem Recovery Unit – Nooduit	
De recovery unit dient uitgerust te zijn met een nooduit knop in een (stof) beschermde behuizing die gekoppeld kan worden aan het nooduit circuit van het GRS.	
Toelichting (optioneel)	
Verificatiemethode (optioneel)	Voorschrift/Normen (optioneel)

L-M-031-046 Systeem Recovery Unit – Kabel type	
De toegepaste kabels en bedrading in de RU dienen halogeenenvrij, low-smoke en moeilijk brandbaar te zijn.	
Toelichting (optioneel)	
Verificatiemethode (optioneel)	Norm: NEN 8012

L-M-031-047 Systeem Recovery Unit – Spanningsneutrale Behuizing	
De recovery unit is ondergebracht in een beschermende spanningsneutrale behuizing, conform EN 50328 sectie 3.8.1	
Toelichting (optioneel)	

L-M-031-047 Systeem Recovery Unit – Spanningsneutrale Behuizing	
Verificatiemethode (optioneel)	Norm: EN 50328

4.8 Algemeen

L-M-031-048 Systeem Recovery Unit – Blindschema	
De RU dient voorzien te zijn van een single-line blindschema op het paneel.	
Toelichting: Het blindschema dient locatie specifiek te zijn, met de correcte codering.	
Verificatiemethode (optioneel)	Voorschrift/Normen (optioneel)

L-M-031-049 Systeem Recovery Unit – Instellen regelparameters	
De regelparameters van de recovery unit moeten instelbaar zijn, ofwel rechtstreeks op de unit zelf, hetzij via een pc of de HMI.	
Toelichting (optioneel)	
Verificatiemethode (optioneel)	Voorschrift/Normen (optioneel)

L-M-031-050 Systeem Recovery Unit – Melden trips	
Alle trips of interne ingrepen van de recovery unit die leiden tot een beperking in de werking moeten lokaal en op afstand gemeld worden (type, startmoment, tijdsduur).	
Toelichting (optioneel)	
Verificatiemethode (optioneel)	Voorschrift/Normen (optioneel)

L-M-031-051 Systeem Recovery Unit – Stationsautomatisering	
De RU dient koppeling met stationsautomatiseringssysteem op basis van IEC61850/GOOSE mogelijk te maken. De recovery unit communiceert met behulp van een veldbus en het IEC 61850 protocol met de rest van het besturingssysteem. Alleen standaard IEC 61850 codes zijn toegestaan.	
Toelichting: Tripmeldingen, status en standmeldingen zullen op basis van glasvezelverbindingen met CBI worden gekoppeld. Er wordt geen toepassing gemaakt van hardwarematige koppelingen.	
Verificatiemethode (optioneel)	Norm: IEC61850/GOOSE

L-M-031-052 Systeem Recovery Unit – Operationele Status	
De recovery unit geeft de volgende statussignalen af: • Operationele status: ontkoppeld, gekoppeld, gereed • Foutstatus: Geen, Alarm, Trip (resetbaar), Defect (niet resetbaar) • Recovery status: Stand-by, Actief • Bediening: Lokaal, afstand	
Toelichting (optioneel)	

L-M-031-052 Systeem Recovery Unit – Operationele Status	
Verificatiemethode (optioneel)	Voorschrift/Normen (optioneel)

L-M-031-053 Systeem Recovery Unit – Status Schakelaars	
De statussen van scheiders aan de AC- en DC-zijde dienen te worden getoond op de HMI	
Toelichting (optioneel)	
Verificatiemethode (optioneel)	Voorschrift/Normen (optioneel)

L-M-031-054 Systeem Recovery Unit – Indicatie momentane DC-stroom	
De recovery unit geeft de teruggeleverde DC-stroom (I_d) aan. Deze informatie wordt ook via de veldbus (IEC 61850) geleverd aan HMI en CBI.	
Toelichting (optioneel)	
Verificatiemethode (optioneel)	Voorschrift/Normen (optioneel)

L-M-031-055 Systeem Recovery Unit – Indicatie momentane DC-spanning	
De recovery unit geeft de gemeten DC-spanning (U_d) aan. Deze informatie wordt ook via de veldbus (IEC 61850) geleverd aan HMI en CBI.	
Toelichting (optioneel)	
Verificatiemethode (optioneel)	Voorschrift/Normen (optioneel)

L-M-031-056 Systeem Recovery Unit – Indicatie momentane vermogen	
De recovery unit geeft het momentaan teruggeleverde vermogen aan. Deze informatie wordt ook via de veldbus (IEC 61850) geleverd aan HMI en CBI.	
Toelichting (optioneel)	
Verificatiemethode (optioneel)	Voorschrift/Normen (optioneel)

L-M-031-057 Systeem Recovery Unit – Registratie teruggeleverde energie	
De recovery unit meet en telt de hoeveelheid teruggeleverde energie: • De totale hoeveelheid teruggeleverde energie (kWh) • De hoeveelheid teruggeleverde energie per kwartier • De hoeveelheid teruggeleverde energie per dag • De hoeveelheid teruggeleverde energie per maand Deze informatie wordt ook aan de veldbus geleverd.	
Toelichting (optioneel)	
Verificatiemethode (optioneel)	Voorschrift/Normen (optioneel)

L-M-031-058 Systeem Recovery Unit – Schakelen	
De recovery unit kan in- of uitgeschakeld worden lokaal, op afstand en verre.	
Toelichting (optioneel)	
Verificatiemethode (optioneel)	Voorschrift/Normen (optioneel)

L-M-031-059 Systeem Recovery Unit – Resetten van fouten	
De recovery unit kan gereset worden lokaal, op afstand en verre.	
Toelichting (optioneel)	
Verificatiemethode (optioneel)	Voorschrift/Normen (optioneel)

L-M-031-060 Systeem Recovery Unit – Logging	
De recovery unit is voorzien van automatische logging en presentatie van de signalen en data via een interne of externe tool. De geschiedenis dient een periode van minstens 1 jaar te beslaan. De logging moet eenvoudig te downloaden zijn.	
Toelichting (optioneel)	
Verificatiemethode (optioneel)	Voorschrift/Normen (optioneel)

L-M-031-061 Systeem Recovery Unit – HMI	
De signalen en data kunnen worden getoond op een lokale display op het apparaat en op de HMI.	
Toelichting: Nieuwe gelijkrichterstations worden voorzien van een HMI om statussen en data te tonen.	
Verificatiemethode (optioneel)	Voorschrift/Normen (optioneel)

L-M-031-062 Systeem Recovery Unit – Timestamp	
Gelogde en getoonde data wordt voorzien van een timestamp met een nauwkeurigheid van minimaal 1 ms. De interne klok wordt gesynchroniseerd met de NTP server van het NMA.	
Toelichting (optioneel)	
Verificatiemethode (optioneel)	Voorschrift/Normen (optioneel)

L-M-031-063 Systeem Recovery Unit – Dashbord	
Dagelijks, of frequenter is er een overzicht van de teruggeleverde energie beschikbaar voor het CBI systeem	
Toelichting (optioneel)	
Verificatiemethode (optioneel)	Voorschrift/Normen (optioneel)

L-M-031-064 Systeem Recovery Unit – Plaatsing bediening/indicatie	
Bedienings- en indicatie middelen op de behuizing moeten tussen 450 mm en 1800 mm vanaf vloerniveau worden aangebracht	
Toelichting (optioneel)	
Verificatiemethode (optioneel)	Voorschrift/Normen (optioneel)

L-M-031-065 Systeem Recovery Unit Spanning Hulpvoeding	
De hulpvoeding voor de recovery unit wordt gevoed uit: 48 V DC +10%/-15%	
Toelichting (optioneel)	
Verificatiemethode (optioneel)	Voorschrift/Normen (optioneel)

L-M-031-066 Systeem Recovery Unit – Energieverbruik Hulpvoeding	
Energieverbruik van de hulpvoeding dient onder de 1000 W te blijven.	
Toelichting (optioneel)	
Verificatiemethode (optioneel)	Voorschrift/Normen (optioneel)

L-M-031-067 Systeem Recovery Unit – Uitval Netspanning	
Bij wegvallen van de netspanning dient de recovery unit zichzelf veilig af te schakelen.	
Toelichting (optioneel)	
Verificatiemethode (optioneel)	Voorschrift/Normen (optioneel)

L-M-031-068 Systeem Recovery Unit – UPS	
Voor het opvangen van netonderbrekingen kan de UPS van het gelijkrichterstation worden gebruikt, mits deze het vermogen van de UPS niet overschrijdt. In dat geval dient de capaciteit van de UPS te worden uitgebreid.	
Toelichting (optioneel)	
Verificatiemethode (optioneel)	Voorschrift/Normen (optioneel)

L-M-031-069 Systeem Recovery Unit – Voeding Koelsysteem	
Als er een aparte hulpvoeding voor het koelsysteem nodig is, zal deze gevoed worden met een wisselspanning van 50 Hz en: • 230 V +10%/-10% voor eenfase installaties • 400 V +10%/-10% voor driefase installaties	
Toelichting: Het koelsysteem mag niet gevoed worden vanuit de 48V hulpvoeding van het gelijkrichterstation.	
Verificatiemethode (optioneel)	Voorschrift/Normen (optioneel)

L-M-031-070 Systeem Recovery Unit – Real Time Klok	
De ingebouwde real-time klok dient een spanningsloosheid van 8 uur te kunnen overbruggen.	
Toelichting: Bij werkzaamheden of korte stroomonderbrekingen moet de real-time klok doorlopen.	
Verificatiemethode (optioneel)	Voorschrift/Normen (optioneel)

L-M-031-071 Systeem Recovery Unit – Bedieningslocaties	
De bediening van de Recovery Unit kan op drie manieren gebeuren: • Lokaal. Hiermee wordt bedoeld de bediening in het gelijkrichterstation op de RU zelf. • Op afstand. Hiermee wordt bedoeld de bediening vanuit de HMI in het gelijkrichterstation • Verre-bediening. Hiermee wordt bedoeld de bediening vanaf de CVL/Schakelwacht. De keuze tussen bediening "Lokaal", "Op afstand" of "Verre-bediening" dient gemaakt te worden door middel van een keuzeschakelaar op de RU. De keuzeschakelaar dient uitgevoerd te worden als sleutelschakelaar. De keuzeschakelaar dient een driestandenschakelaar te zijn met de volgende uitvoering: • In de stand "Lokaal" dienen alleen de lokaal gegeven commando's op de RU uitgevoerd te worden. • In de stand "Op afstand" dienen alleen de commando's gegeven vanuit de HMI uitgevoerd te worden. • In de stand "Verre-bediening" dienen alleen de commando's gegeven vanuit de CVL/Schakelwacht uitgevoerd te worden. De stand van de keuzeschakelaars dient gesignaleerd op de RU, het HMI en naar de schakelwacht. Het omschakelen van de keuzeschakelaar mag geen standverandering in de RU veroorzaken.	
Toelichting (optioneel)	
Verificatiemethode (optioneel)	Voorschrift/Normen (optioneel)

L-M-031-072 Systeem Recovery Unit – Scheiders en schakelaars	
De scheidingsschakelaars van de Recovery Unit dienen motorbediende schakelaars te zijn.	
Toelichting: De scheider is ten behoeve van het aansluiten van een terugwin unit.	
Verificatiemethode (optioneel)	Voorschrift/Normen (optioneel)

L-M-031-073 Systeem Recovery Unit – Scheider bediening	
De scheiders dient op lokaal, afstand en verre bediening bediend te kunnen worden.	
Toelichting (optioneel)	
Verificatiemethode (optioneel)	Voorschrift/Normen (optioneel)

4.9 Gestelsluitbeveiliging

L-M-031-074 Systeem Recovery Unit – Gestelsluitbeveiliging
De RU dient te worden voorzien van een gestelsluitbeveiliging. Voor de gestelsluitbeveiliging t.b.v. de RU en de GVI dient gebruik gemaakt te worden van een gecombineerd gestelsluitrelais.

L-M-031-074 Systeem Recovery Unit – Gestelsluitbeveiliging	
Toelichting: De kasten van de Recovery Unit dienen onderling elektrisch verbonden te worden en via de centrale gestelsluitbeveiliging verbonden te worden met aarde. Op deze manier worden sluitingen tussen de gelijkstroominstallatie en de kasten gedetecteerd en afgeschakeld. Wanneer de stroom door de gestelsluitbeveiliging hoger wordt dan een bepaalde instelbare waarde, geeft deze een tripcommando. Hiermee worden alle afgaande plusvelden van het gelijkrichterstation en alle invoedende plusvelden vanuit naburige gelijkrichterstations uitgeschakeld (via de "meeneemschakeling").	
Verificatiemethode (optioneel)	Voorschrift/Normen (optioneel)

4.10 Interne bedrading

L-M-031-075 Systeem Recovery Unit – Interne bedrading	
Interne bedrading dient halogeenvrij, low-smoke en moeilijk brandbaar te zijn.	
Toelichting (optioneel)	
Verificatiemethode (optioneel)	Voorschrift/Normen (optioneel)

L-M-031-076 Systeem Recovery Unit – Codering	
Interne bedrading dient te worden gecodeerd.	
Toelichting (optioneel)	
Verificatiemethode (optioneel)	Voorschrift/Normen (optioneel)

L-M-031-077 Systeem Recovery Unit – 600/750 VDC bekabeling	
Voor 600 VDC en 750 VDC kabels dient dubbel geïsoleerd speciaal draad gebruikt te worden en ondergebracht in aparte goten waar geen andere draden in lopen.	
Toelichting (optioneel)	
Verificatiemethode (optioneel)	Voorschrift/Normen (optioneel)

4.11 Lokale/ Centrale besturing van de Recovery Unit (CBI)

4.11.1 Besturing (Stationsautomatisering)

De diverse beveiligingsrelais zijn volgens de standaard IEC61850/GOOSE gekoppeld. De intelligentie is daarbij zoveel als mogelijk in de decentrale beveiligingsrelais (IED) geïmplementeerd. Er zijn echter functies die vanuit een meer centrale IED dienen te worden gerealiseerd. Daarnaast is er een centrale unit voorzien waarmee de koppeling met de Centrale Besturings Installatie kan worden gerealiseerd. Dit betreft de lokale besturing (de stationsautomatiseringsunit van het GR).

L-M-031-077 Systeem Recovery Unit – RU in/uit bedrijf nemen	
De RU dient lokaal (op installatie niveau), op afstand (vanuit HMI) en middels verre bediening (via het CBI) afgeschakeld te kunnen worden en indien gewenst daarna weer in bedrijf te kunnen worden genomen.	
Toelichting (optioneel)	
Verificatiemethode (optioneel)	Voorschrift/Normen (optioneel)

L-M-031-078 Systeem Recovery Unit – CBI	
Het RU dient te zijn voorzien van afstandsbediening en –signalering, voor alle commando's, standmeldingen, alarmen en metingen die voor een juiste bedrijfsvoering noodzakelijk zijn. Deze informatie dient overgedragen te worden naar de CAB van het GVB. Er dient aansluiting op het aanwezige CBI-systeem te worden gerealiseerd.	
Toelichting: E.e.a. op basis van de door OG goedgekeurde locatie specifieke IO-lijst die door ON dient te worden opgesteld op basis van de template IO-lijst in paragraaf 1.2.	
Verificatiemethode (optioneel)	Voorschrift/Normen (optioneel)

L-M-031-079 Systeem Recovery Unit – IO-lijst	
ON dient een locatie specifiek IO-lijst ter goedkeuring aan te bieden in het UO. De IO-lijst dient op basis van de template IO-lijst locatie specifiek te worden gemaakt.	
Toelichting: Zie de template IO-lijst in paragraaf 1.2.	
Verificatiemethode (optioneel)	Voorschrift/Normen (optioneel)

4.11.2 HMI

Het HMI is in de DC-spanning & laagspanningsruimte geplaatst.

L-M-031-080 Systeem Recovery Unit – HMI Afstandsbediening	
Bediening en monitoring van de RU dient op drie niveaus te kunnen gebeuren: • Lokale bediening • Afstandsbediening • Verre-bediening	
Toelichting: • Met lokale bediening wordt bedoeld: bediening en monitoring op de RU zelf. Dit kan via drukknoppen op het paneel, statuslampen, maar ook via bediening en aflezen van (touch)-screens van beveiligingsrelais. Ook het schakelen van scheiders/aarders door middel van schakelstangen valt onder lokale bediening. Ten behoeve van lokale bediening dienen de panelen te worden voorzien van actuele blindschema's op de panelen. • Met afstandsbediening wordt bedoeld: bediening en monitoring van de RU via een beeldschermstelsel welke centraal is opgesteld in het Gelijkrichterstation. • Met verre-bediening wordt bedoeld: bediening en monitoring van de RU via de CVL/Schakelwacht.	
Verificatiemethode (optioneel)	Voorschrift/Normen (optioneel)

L-M-031-081 Systeem Recovery Unit – Afstandsbediening – Statusindicatie	
Van alle in de RU aanwezige hoofdstroomschakelaars (DC-scheider, AC-scheider) dient de status te worden aangegeven: • Open • Gesloten Het mag niet mogelijk zijn om via de afstandsbediening of verre bediening vergrendelingen in het primaire circuit te overbruggen.	
Toelichting (optioneel)	
Verificatiemethode (optioneel)	Voorschrift/Normen (optioneel)

L-M-031-082 Systeem Recovery Unit – Afstandsbediening – Bediening	
Van de volgende onderdelen dient bediening te kunnen plaatsvinden (na overnemen bediening lokaal): • In- en uitschakelen van de RU • Resetten van foutmeldingen/ kwiteren van alarmen	
Toelichting (optioneel)	
Verificatiemethode (optioneel)	Voorschrift/Normen (optioneel)

L-M-031-083 Systeem Recovery Unit – Afstandsbediening – Analoge waarden	
De volgende analoge waarden dienen te kunnen worden afgelezen: • Spanning op de DC-rail • Stroom vanaf de DC-rail • Stroom naar het AC-net • Vermogen naar het AC-net	
Toelichting (optioneel)	
Verificatiemethode (optioneel)	Voorschrift/Normen (optioneel)

L-M-031-084 Systeem Recovery Unit – Afstandsbediening – Signalering/Alarmen	
De volgende signalering/alarmen dienen te kunnen worden afgelezen op het HMI als het CBI: • Foutmeldingen/alarmen van de RU De signalering/alarmering dient in een alarmlijst te worden gevisualiseerd welke wordt gelogd.	
Toelichting (optioneel)	
Verificatiemethode (optioneel)	Voorschrift/Normen (optioneel)

4.11.3 Hulpspanning

L-M-031-085 Systeem Recovery Unit – AC hulpspanning	
De AC gevoede secundaire installaties van de RU dienen geschikt te zijn om gevoed te worden vanuit de hulpspanningsvoeding AC van het gelijkrichterstation met de volgende specificaties: - Ingangsspanning: 400V AC/ 3 fase - Stelsel: TN-S - Frequentie: 50 Hz - Spannings- en frequentievariatie: conform NEN-EN-50160 - Toleranties: conform ACM Netcode Elektriciteit	
Toelichting (optioneel)	
Verificatiemethode (optioneel)	Normen: NEN-EN-50160

L-M-031-086 Systeem Recovery Unit – DC hulpspanning	
De DC gevoede secundaire installaties van de RU dienen geschikt te zijn om gevoed te worden vanuit de hulpspanningsvoeding DC van het gelijkrichterstation met de volgende specificaties: - Nominale uitgangsspanning 48VDC - Grenzen uitgangsspanning +/-15%	
Toelichting (optioneel)	
Verificatiemethode (optioneel)	Voorschrift/Normen (optioneel)

L-M-031-087 Systeem Recovery Unit – Verlichting besturingskasten	
Besturingskasten dienen te worden voorzien van kastverlichting.	
Toelichting (optioneel)	
Verificatiemethode (optioneel)	Voorschrift/Normen (optioneel)

5 Elektrische specificaties

L-M-031-088 Systeem Recovery Unit – Elektrische specificaties			
De recovery unit dient te zijn ontworpen en te functioneren conform de volgende elektrische specificaties:			
#	Omschrijving	Waarde	Norm
1	Nominale gelijkspanning U_n	750 V	NEN-EN 50163
2	Gelijkspanning variatie steady state	+20%/-33% van U_n	NEN-EN 50163
3	Gelijkspanning variatie kortstondig (1..5 s)	+30%/-33% van U_n	NEN-EN 50163
4	Toegekende gelijkspanning U_{nd}	750 .. 900 V	NEN-EN 50163
5	Hoogste permanente gelijkspanning $U_{d,max1}$ (bij ingeschakelde remweerstanden)	900 V	NEN-EN 50163
6	Hoogste niet-permanente gelijkspanning $U_{d,max2}$ (maximaal 5 minuten)	1000 V	NEN-EN 50163
7	Hoogste kortdurende overspanning $U_{d,max3}$ (gedurende 0,02 .. 1 s)	1270 V	NEN-EN 50163
8	Nominale isolatiespanning U_{Nm}	900 V	EN 50124-1
9	Nominale impuls spanning U_{Ni} (EN 50124-1, overspanningscategorie OV2: circuits met normale transient overspanningen en normale beschikbaarheidseisen)	5 kV	EN 50124-1
10	Laagste permanente gelijkspanning $U_{d,min1}$	500 V	NEN-EN 50163
11	Laagste niet-permanente gelijkspanning $U_{d,min2}$	500 V	NEN-EN 50163
12	Basis gelijkstroom I_{Bd}	1111 .. 1333 A	
13	Gelijkstroom vermogen P_d	1 MW	
14	Nominale primaire wisselspanning U_{net}	10 kV	
15	Nominale AC frequentie f_N	50 Hz	
16	Frequentiebereik	$\pm 2\%$ van f_N	
17	Frequentieverandering	$\pm 1\%/s$	
18	Nominale secundaire wisselspanning U_{LN}	615 V	
19	AC spanningsvariatie steady state	+10%/-10% van U_{LN}	NEN-EN 50160
20	Kortdurende AC spanningsvariaties (0,5 .. 30 perioden)	+15%/-15% van U_{LN}	NEN-EN 50160
21	Nominale wisselstroom I_{LN}	940 A @ 615 V	
Toelichting (optioneel)			
Verificatiemethode (optioneel)		Voorschrift/Normen (optioneel)	

6 Lijst van eisen

L-M-031-001 Systeem Recovery Unit – Elektrische specificaties	20
L-M-031-002 Systeem Recovery Unit – Terugwinnen remenergie	20
L-M-031-003 Systeem Recovery Unit – Drempelspanning	20
L-M-031-004 Systeem Recovery Unit – Maximale werkspanning.....	20
L-M-031-005 Systeem Recovery Unit – Koppelen en ontkoppelen	21
L-M-031-006 Systeem Recovery Unit – Drempelspanning instelbaar	21
L-M-031-007 Systeem Recovery Unit – Duty Cycle	21
L-M-031-008 Systeem Recovery Unit – Rendement	21
L-M-031-009 Systeem Recovery Unit – Harmonischen	21
L-M-031-010 Systeem Recovery Unit – Overbelasting Beveiliging	22
L-M-031-011 Systeem Recovery Unit – Overstroom Beveiliging	22
L-M-031-012 Systeem Recovery Unit – Stabiliteit.....	22
L-M-031-013 Systeem Recovery Unit – Raakvlak Spoorbeveiliging	22
L-M-031-014 Systeem Recovery Unit – Middelen	22
L-M-031-015 Systeem Recovery Unit – Spanningloos maken	23
L-M-031-016 Systeem Recovery Unit – Documentatie	23
L-M-031-017 Systeem Recovery Unit – Training	23
L-M-031-018 Systeem Recovery Unit – Zelfdiagnose	23
L-M-031-019 Systeem Recovery Unit – Toegankelijkheid.....	23
L-M-031-020 Systeem Recovery Unit – Aansluiten kabels	23
L-M-031-021 Systeem Recovery Unit – Aardkogels	24
L-M-031-022 Systeem Recovery Unit – Typeplaat	24
L-M-031-023 Systeem Recovery Unit – Levensduur.....	24
L-M-031-024 Systeem Recovery Unit – Klimaat	24
L-M-031-025 Systeem Recovery Unit – Opslag en transport.....	24
L-M-031-026 Systeem Recovery Unit – Omgeving	24
L-M-031-027 Systeem Recovery Unit – Omgevingscondities.....	25
L-M-031-028 Systeem Recovery Unit – Koeling.....	25
L-M-031-029 Systeem Recovery Unit – Trillingen	25
L-M-031-030 Systeem Recovery Unit – EMC	25
L-M-031-031 Systeem Recovery Unit – Gevaarlijke materialen.....	26
L-M-031-032 Systeem Recovery Unit – Gevaarlijke afval	26
L-M-031-033 Systeem Recovery Unit – Uitval elektriciteitsnet.....	26
L-M-031-034 Systeem Recovery Unit – Typetest	26
L-M-031-035 Systeem Recovery Unit – Routinetest.....	26
L-M-031-036 Systeem Recovery Unit – Nalevering componenten	27
L-M-031-037 Systeem Recovery Unit – Beschikbaarheid	27
L-M-031-038 Systeem Recovery Unit – Onderhoudsinterval.....	27
L-M-031-039 Systeem Recovery Unit – Tijdsduur preventief onderhoud	27
L-M-031-040 Systeem Recovery Unit – MTBF	27
L-M-031-041 Systeem Recovery Unit – MTTR	27
L-M-031-042 Systeem Recovery Unit – Geluid	28
L-M-031-043 Systeem Recovery Unit – Kortsluitvast.....	28

I-M-031-044 Systeem Recovery Unit – Geïsoleerde opstelling	28
L-M-031-045 Systeem Recovery Unit – Nooduit	28
L-M-031-046 Systeem Recovery Unit – Kabel type	28
L-M-031-047 Systeem Recovery Unit – Spanningsneutrale Behuizing	28
L-M-031-048 Systeem Recovery Unit – Blindschema	29
L-M-031-049 Systeem Recovery Unit – Instellen regelparameters.....	29
L-M-031-050 Systeem Recovery Unit – Melden trips	29
L-M-031-051 Systeem Recovery Unit – Stationsautomatisering	29
L-M-031-052 Systeem Recovery Unit – Operationele Status	29
L-M-031-053 Systeem Recovery Unit – Status Schakelaars	30
L-M-031-054 Systeem Recovery Unit – Indicatie momentane DC-stroom	30
L-M-031-055 Systeem Recovery Unit – Indicatie momentane DC-spanning	30
L-M-031-056 Systeem Recovery Unit – Indicatie momentane vermogen.....	30
L-M-031-057 Systeem Recovery Unit – Registratie teruggeleverde energie.....	30
L-M-031-058 Systeem Recovery Unit – Schakelen.....	30
L-M-031-059 Systeem Recovery Unit – Resetten van fouten	31
L-M-031-060 Systeem Recovery Unit – Logging.....	31
L-M-031-061 Systeem Recovery Unit – HMI	31
L-M-031-062 Systeem Recovery Unit – Timestamp.....	31
L-M-031-063 Systeem Recovery Unit – Dashbord.....	31
L-M-031-064 Systeem Recovery Unit – Plaatsing bediening/indicatie	31
L-M-031-065 Systeem Recovery Unit Spanning Hulpvoeding	31
L-M-031-066 Systeem Recovery Unit – Energieverbruik Hulpvoeding	32
L-M-031-067 Systeem Recovery Unit – Uitval Netspanning.....	32
L-M-031-068 Systeem Recovery Unit – UPS.....	32
L-M-031-069 Systeem Recovery Unit – Voeding Koelsysteem	32
L-M-031-070 Systeem Recovery Unit – Real Time Klok.....	32
L-M-031-071 Systeem Recovery Unit – Bedieningslocaties.....	33
L-M-031-072 Systeem Recovery Unit – Scheiders en schakelaars	33
L-M-031-073 Systeem Recovery Unit – Scheider bediening	33
L-M-031-074 Systeem Recovery Unit – Gestelsluitbeveiliging	33
L-M-031-075 Systeem Recovery Unit – Interne bedrading	34
L-M-031-076 Systeem Recovery Unit – Codering.....	34
L-M-031-077 Systeem Recovery Unit – 600/750 VDC bekabeling	34
L-M-031-078 Systeem Recovery Unit – CBI.....	35
L-M-031-079 Systeem Recovery Unit – IO-lijst	35
L-M-031-080 Systeem Recovery Unit – HMI Afstandsbediening	35
L-M-031-081 Systeem Recovery Unit – Afstandsbediening – Statusindicatie.....	36
L-M-031-082 Systeem Recovery Unit – Afstandsbediening – Bediening	36
L-M-031-083 Systeem Recovery Unit – Afstandsbediening – Analoge waarden.....	36
L-M-031-084 Systeem Recovery Unit – Afstandsbediening – Signalering/Alarmen.....	36
L-M-031-085 Systeem Recovery Unit – AC hulpsspanning	37
L-M-031-086 Systeem Recovery Unit – DC hulpspanning.....	37
L-M-031-087 Systeem Recovery Unit – Verlichting besturingskasten	37
L-M-031-088 Systeem Recovery Unit – Elektrische specificaties	38