

AUTEUR

TenneT TSO B.V.

DATUM

8 juni 2015

VERSIE

PU AM 15-347

STATUS

Definitief

Uitval hoogspanningsstation Diemen 380 kV op 27 maart 2015



Samenvatting

Op 27 maart 2015 heeft rond 9:37 uur een kortsluiting plaatsgevonden op het hoogspanningsstation Diemen 380kV (Diemen380). Omdat de railbeveiliging deze kortsluiting binnen haar beveiligde zone heeft gedetecteerd, zijn de railsystemen op Diemen380 afgeschakeld. Hierdoor zijn negentien 150kV stations in de provincie Noord-Holland en Flevoland afgeschakeld. Volgens opgave vanuit het bedrijfsvoeringcentrum in Arnhem (NCC) is circa 1500 MW aan belasting afgeschakeld.

Diemen380 is uitgerust met een zogenaamd dubbel railsysteem, zodat een kortsluiting op één railsysteem door de railbeveiliging kan worden afgeschakeld, terwijl de energievoorziening via de nog in bedrijf zijnde rail in stand wordt gehouden.

Ten tijde van het optreden van de kortsluiting werden er op Diemen380 werkzaamheden uitgevoerd aan railscheider A van het lijnveld Krimpen aan den IJssel wit (KIJ W). Ter controle van de werking van railscheider A na afgeronde werkzaamheden aan de besturing van railscheider A, stonden op 27 maart functionele testen gepland. Om te kunnen testen met railscheider A moest eerst railscheider B worden ingeschakeld. Op verzoek van de werkverantwoordelijke is in Diemen380 railscheider B ingestuurd door het NCC. Hierbij ontving het NCC een terugmelding dat railscheider B in een tussenstand was gekomen. Na verificatie van de IN stand heeft, onder verantwoording van de werkverantwoordelijke, de technisch specialist de standmelding van railscheider B aangepast zodat railscheider A werd vrijgegeven voor uitsturing door het NCC. Achteraf is gebleken dat fase 4 van railscheider B een storing heeft gehad en niet goed is ingekomen. Bij het vervolgens ter functionele controle uitsturen van railscheider A is een kortsluiting ontstaan die door de railbeveiliging terecht is gedetecteerd als een sluiting op beide rails. Hierdoor zijn beide railsystemen van het station Diemen380 afgeschakeld.

De thermische beveiliging van de 150 kV verbinding Beverwijk-Velsen heeft ingegrepen op de stroom die in deze verbinding ontstond na afschakeling van het station Diemen380. Daarmee werd het gedeelte van Noord-Holland, dat nog vanuit Beverwijk380 van spanning werd voorzien, ook spanningsloos. Als gevolg hiervan raakte een groot deel van Noord-Holland en een deel van Flevoland spanningsloos.

Direct na de kortsluiting is een inspectie van de installatie op Diemen380 uitgevoerd en is besloten om het veld KIJ W uit bedrijf te laten en de rest van de installatie op Diemen380 in bedrijf te nemen.

Rond 11.20 uur waren de getroffen 150kV en 380kV hoogspanningsstations weer in bedrijf. Conform de procedures heeft, naast dit interne onderzoek, DNV GL opdracht gekregen om een onafhankelijk feitenonderzoek te starten naar de toedracht van de storing.

Inhoud

Samenvatting.....	2
1. Inleiding	4
2. Aanvullende gegevens	4
3. Begripsomschrijving	4
4. Netsituatie tijdens de uitschakeling	6
5. Toedracht.....	10
5.1 Opbouw van Diemen380	10
5.2 Voorgeschiedenis	11
5.3 Beschrijving van de storing	13
5.4 Verdere analyse naar aanleiding van de storing	18
5.5 Functioneren van de beveiliging	20
5.6 Herstel van de energievoorziening	20
5.7 Compliance met betrekking tot REMIT verplichtingen.....	20
6. Conclusies en aanbevelingen.....	21
6.1 Conclusies	21
6.2 Aanbevelingen	22

1. Inleiding

Deze rapportage is opgesteld naar aanleiding van de storing op Diemen380 op 27 maart 2015, die erin resulteerde dat dit station door de railbeveiliging is afgeschakeld. Door het afschakelen van hoogspanningsstation Diemen380 is een groot deel van Noord-Holland en klein deel van Flevoland spanningsloos geraakt.

Het onderzoek ziet toe op het achterhalen van de onderbreking. Het onderzoek van de technische oorzaak van de storing bestaat uit 2 fasen:

Fase 1) Het verzamelen van feitenmateriaal

Fase 2) De reconstructie naar de gebeurtenissen en analyse van de storing

2. Aanvullende gegevens

Plaats	: Hoogspanningsstation Diemen 380 kV
Datum	: 27 maart 2015
Tijdstip ontstaan storing	: 9.37 uur
Tijdstip storing opgelost	: 11.20 uur (380kV en 150 kV)
Belasting afgeschakeld	: Ongeveer 1500 MW

3. Begripsomschrijving

Koppelnet

Het landelijke hoogspanningsnet met een spanning van 220kV en 380kV, in beheer bij TenneT.

Koppelveld

Het koppelveld koppelt twee railsystemen zodat de verschillende verbonden velden middels de railscheiders van het ene naar het andere railsysteem geschakeld kunnen worden zonder dat zij voor de omschakeling uit bedrijf genomen moeten worden en dus continuïteit van de voorziening gewaarborgd blijft.

Kortsluiting

Een kortsluiting is een zeer hoge stroom waardoor in een korte tijd een grote warmteontwikkeling plaatsvindt en waarbij grote mechanische krachten optreden. Dit kan bij lang voortduren leiden tot explosies en mechanische beschadigingen. Beveiligingen in

het systeem zijn er op gericht kortsluitingen in een tijdsbestek van tienden van seconden af te schakelen.

NCC

Landelijk Bedrijfsvoeringcentrum in Arnhem

Railbeveiliging

De railbeveiliging detecteert kortsluitingen in een railsysteem en daarmee verbonden velden op het station.

Railsysteem

Het railsysteem is een buizen- of dradenstelsel in een hoogspanningsstation waarop de diverse velden zijn aangesloten.

Railscheider

Een component waarmee een veld verbonden of volledig gescheiden kan worden van het railsysteem.

CCR

Bedrijfsvoeringscentrum voor netten op een spanningsniveau van 110 en 150 kV

Transportnet

Het regionaal hoogspanningsnet op een niveau van 110kV en 150kV, in beheer bij TenneT

Veld

Een veld is een beveiligde aansluiting op een railsysteem. Velden kunnen zijn lijnvelden, kabelvelden, transformatorvelden, generatorvelden, condensatorbanken of spoelen.

4. Netsituatie tijdens de uitschakeling

De energieverzorging van Noord-Holland is via drie 380kV hoogspanningsstations (Diemen 380kV, Oostzaan 380kV en Beverwijk 380 kV) met het landelijk Koppelnets verbonden. Diemen380 is via twee circuits verbonden met hoogspanningsstation Lelystad 380kV en met één circuit verbonden met Krimpen aan den IJssel 380kV en met één circuit verbonden met Oostzaan 380kV. Oostzaan 380kV is tevens met één circuit verbonden met Krimpen aan den IJssel 380kV. Het onderliggende 150kV transportnet in Noord-Holland wordt via deze drie hoogspanningsstations vanuit het 380kV koppelnets gevoed. Tijdens de storing zijn de volgende 380kV en 150kV hoogspanningsstations uitgevallen.

Hoogspanningsstation	Afkorting	Spanningsniveau
Diemen	DIM380	380 kV
Beverwijk	BWK380	380 kV
Diemen	DIM150	150 kV
's Graveland	GVL150	150 kV
Pampus	PMP150	150 kV
Bijlmer-zuid	BZ150	150 kV
Bijlmer Noord	BN 150	150 kV
Amstelveen	AMV150	150 kV
Nieuwemeer	NMR150	150 kV
Venserweg	VW150	150 kV
Watergraafsmeer	WGM150	150 kV
Zorgvlied	ZVD150	150 kV
Haarlemmermeer	HHM150	150 kV
Vijfhuizen	VHZ150	150 kV
Velsen	VLN150	150 kV
Waardepolder	WDP150	150 kV
Wijdewormer	WYW150	150 kV
Westwoud	WWD150	150 kV
Oterleek	OTL150	150 kV
Boekelermeer-zuid	BKZ150	150 kV
Anna Paulowna	AP150	150 kV

Door de uitval van geheel Diemen380 zijn de twee circuits uit Lelystad 380kV, het circuit uit Krimpen aan den IJssel 380kV en het circuit uit Oostzaan 380kV afgeschakeld. Hierdoor werd het Noord-Hollandse net alleen gevoed via Oostzaan 380kV en Beverwijk 380kV. De thermische beveiliging van de 150 kV verbinding Beverwijk-Velsen heeft ingegrepen op de stroom die in deze verbinding ontstond na afschakeling van het station Diemen380. Daarmee werd het gedeelte van Noord-Holland, dat nog vanuit Beverwijk380 van spanning werd voorzien, ook spanningsloos.

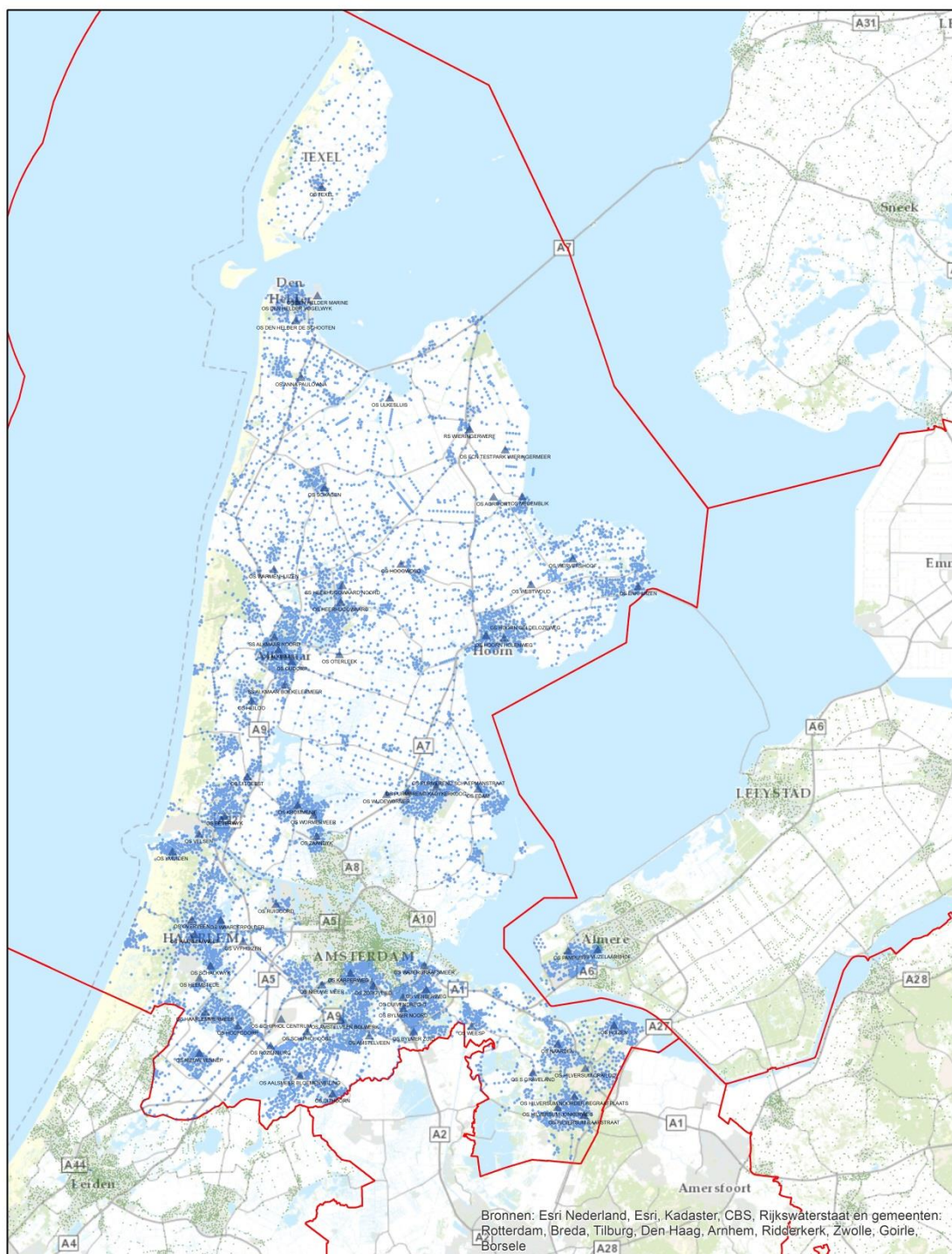
Gevolg van het voorgaande was dat de stroomvoorziening in Noord-Holland en station Pampus 150kV in Flevoland is uitgevallen. Uitzondering is dat het circuit Velsen-Hemweg150 voor

werkzaamheden uit bedrijf was. Daardoor is het netdeel Oostzaan380 kV en onderliggende 150kV hoogspanningsstations niet betrokken geweest bij deze storing. De 380kV circuits vanuit Lelystad en Krimpen a/d IJssel zijn vanuit die hoogspanningsstations onder spanning gebleven.

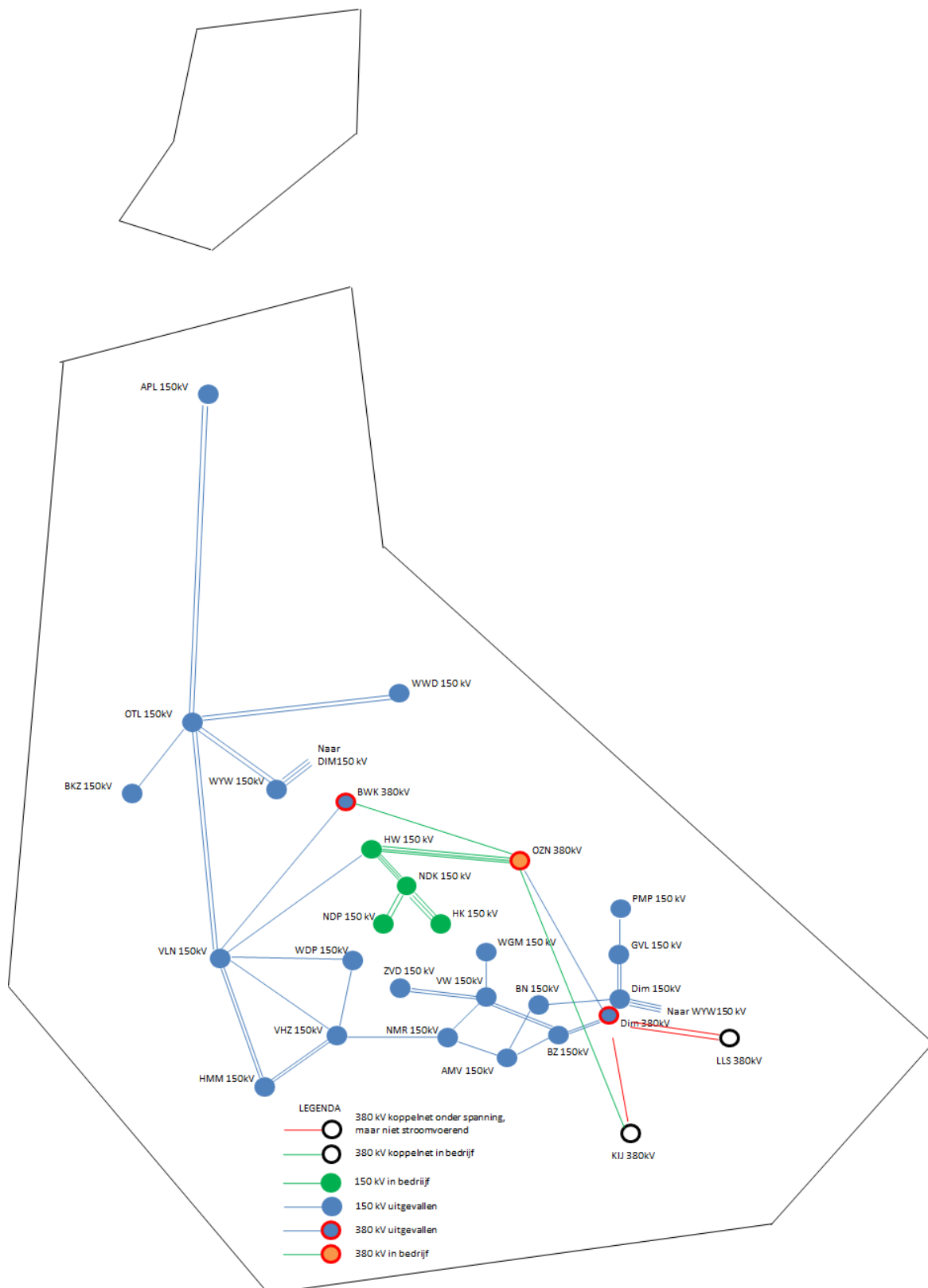
Als gevolg van het uitvallen van vrijwel alle 150 kV stations in Noord-Holland is een groot deel van de klanten die gevoed worden vanuit het distributienet van Liander spanningsloos geraakt.

In figuur 1 zijn alle uitgevallen voedingspunten in het Liander net weergegeven door middel van blauwe stippen. Alleen in de deelgebieden die van spanning werden voorzien vanuit de 150 kV stations Hoogte Kadijk, Klaprozenweg en Hemweg zijn geen klanten van Liander getroffen. In die gebieden zijn dan ook geen blauwe stippen zichtbaar in figuur 1.

In figuur 2 is een schematisch overzicht opgenomen van het net in Noord-Holland op 380 en 150 kV niveau, met daarin aangegeven welke stations en verbindingen spanningsloos zijn geraakt.



Figuur 1. Uitgevalen voedingspunten Liander



Figuur 2: Schematisch overzicht van het 380 en 150kV net in Noord-Holland kort na de uitschakeling

5. Toedracht

5.1 Opbouw van Diemen380

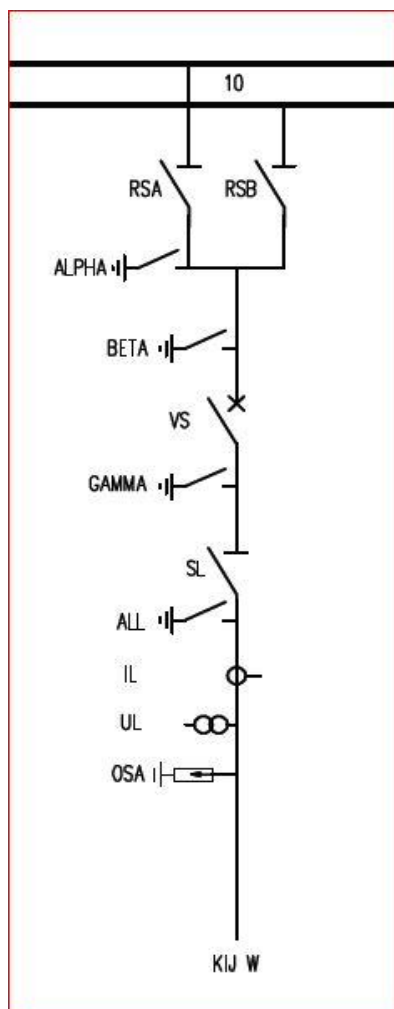
Diemen380 is een station met twee railsystemen en 12 velden, bestaande uit 4 transformatorvelden, 1 generatorveld, 2 condensatorbankvelden, 1 koppelveld en 4 lijnvelden.

In een configuratie met twee railsystemen zorgt de railbeveiliging ervoor, dat bij een kortsluiting op één van de railsystemen, deze automatisch door de railbeveiliging wordt afgeschakeld. Hierdoor blijft het andere railsysteem in bedrijf en de energievoorziening gegarandeerd.

Het station Diemen380 is eind jaren zestig gebouwd en op 24 juni 1970 definitief in bedrijf genomen. Het station is in een open bouwwijze gerealiseerd.

In Diemen380 is sprake van een onderliggend railsysteem. De geleiders van de lijnvelden bevinden zich boven het railsysteem en worden aangeduid als `daknet`

In figuur 3 is de opbouw van het veld KIJ W in Diemen380 weergegeven



Figuur 3 principiële opbouw lijnveld

Het railsysteem en de velden kennen drie fasen, genummerd 8, 4 en 12.

Een veld bestaat uit:

- een railscheider A (RSA) waarmee het veld verbonden kan worden met railsysteem A
- een railscheider B (RSB) waarmee het veld verbonden kan worden met railsysteem B.
- een vermogensschakelaar (VS) waarmee stromen kunnen worden geschakeld
- een lijnscheider (LS) waarmee een lijncircuit kan worden gescheiden van het veld
- een lijnaarder (ALL) waarmee een lijncircuit kortsluitvast kan worden geaard t.b.v. werkzaamheden aan dat circuit
- Diverse aarding om veilig aan (onderdelen van) het veld te kunnen werken, aangeduid met ALPHA, BETA en GAMMA.
- Spanning- (UL) en stroomtransformatoren (IL) die meetspanningen aanleveren ten behoeve van diverse beveiligingen
- Een overspanningsafleider (OSA) die voorkomt dat hoge spanningen ten gevolge van blikseminslag in de lijn de componenten in het hoogspanningsstation kunnen beschadigen

5.2 Voorgeschiedenis

Zaterdag 21 maart 2015

Op zaterdag 21 maart is het circuit Krimpen aan den IJssel wit op Diemen380 vrijgemaakt wegens werkzaamheden in nabijheid van het circuit. Bij het uitschakelen door het NCC werd geconstateerd, dat railscheider A op Diemen380 niet was uit te sturen. Vervolgens is getracht om via de lokale bediening railscheider A uit te sturen, wat ook niet is geslaagd. Er is besloten om het circuit Krimpen aan den IJssel wit met geopende lijnscheider en ingeschakelde lijnaarder over te dragen aan de werkverantwoordelijke, zodat de volgende dag de het mankement kon worden verholpen.

Zondag 22 maart 2015

Uit onderzoek bleek, dat het niet kunnen sturen van railscheider A veroorzaakt werd door een defect aan het HARA vrijgaverelais. Van dit type relais zijn geen nieuwe exemplaren te verkrijgen en een vervangend exemplaar moest worden ingezet. Omdat reparatie/vervanging niet direct kon worden uitgevoerd, is railscheider A weer lokaal ingestuurd. Daarbij is gebruik gemaakt van de ontgrendelsleutel. De ontgrendelsleutel maakt het mogelijk alsnog lokaal te bedienen ondanks het feit dat het vrijgaverelais de bediening blokkeert. Uit het onderzoek bleek dat naast het HARA relais ook het HARB relais een defecte spoel bevatte. De reparatie van de gevonden problemen is opnieuw ingepland.

Woensdag 25 maart

Op woensdag 25 maart zijn voorbereidende werkzaamheden uitgevoerd om het opgetreden mankement aan de besturing van de railscheiders te verhelpen. Uit onderzoek is gebleken, dat het HARA relais niet meer te repareren was vanwege uitgegloeide contacten.

Het HARB relais is gerepareerd door het te voorzien van een nieuwe spoel. De bedrading is deze dag nog niet definitief weggewerkt. Werking HARB is getest en goed bevonden.

Om de werking van railscheider A te testen heeft de werkverantwoordelijk aan NCC verzocht railscheider B in te sturen. Om te kunnen testen met railscheider A was het noodzakelijk eerst railscheider B in te schakelen.

Na het succesvol inschakelen van railscheider B heeft de werkverantwoordelijke aan NCC verzocht railscheider A uit te schakelen. Het commando vanuit NCC is tot tweemaal toe niet opgevolgd door railscheider A.

In overleg tussen werkverantwoordelijke en NCC is vervolgens besloten railscheider B weer uit te schakelen. Het niet opvolgen van het uitschakelcommando voor railscheider A is nader onderzocht en bleek aan uitgegloeide contacten van het HARA relais te liggen.

Donderdag 26 maart

Ter vervanging van het HARA relais zijn twee nieuwe Combiflex relais geplaatst (met zelfde functionaliteit). De bedrading en contacten zijn volgens schema geplaatst en gecontroleerd. Het wegwerken van bedrading in kabelgoten moest nog plaatsvinden. In overleg met de werkverantwoordelijke is besloten om op vrijdag 27 maart de werkzaamheden definitief af te ronden en de totale functionele beproeving uit te voeren.

Vrijdag 27 maart 2015

De werkzaamheden die op 26 maart waren gestopt zijn verder afgerond, waarbij de bedrading definitief is weggewerkt in kabelgoten. Aansluitend zou functionele beproeving plaatsvinden in samenwerking met NCC om te testen of de hele keten, inclusief railscheider A goed functioneert.

5.3 Beschrijving van de storing

Vrijdag 27 maart 2015

Op vrijdag 27 maart zou de functionele test van de gehele keten worden uitgevoerd.

Om te kunnen testen met railscheider A was het noodzakelijk eerst railscheider B in te schakelen. Aan het NCC is het verzoek gedaan om railscheider B in te sturen. Na insturen van railscheider B kwam bij het NCC de melding "tussenstand" door. Na een visuele controle door de werkverantwoordelijke was zijn conclusie, dat deze railscheider goed in stond, dus alle drie de fasen IN.

Hierdoor werd de bedrijfsvoering geconfronteerd met de volgende situatie:

- Railscheider A stond in;
- Railscheider B is in ingezet, maar geeft foutmelding, waardoor onduidelijk is of deze goed met het railsysteem gekoppeld is. De werkverantwoordelijke heeft visueel vastgesteld dat railscheider B goed in staat.

De melding dat railscheider B niet goed in stond blokkeert het bedienen van railscheider A door middel van zowel verrebediening (vanuit het NCC) als het lokaal bedienen. Hierdoor staakt de schakelhandeling halverwege en ontstaat een afwijkende situatie van de normale bedrijfsvoering. De afweging die moet worden gemaakt is of railscheider A of railscheider B zo spoedig mogelijk kan worden uitgeschakeld.

Door het gekoppeld staan van beide rails door middel van twee railscheiders in één veld worden beide railsystemen door de railbeveiliging als één geheel gezien en dan is er kortdurend geen enkelvoudige storingsreserve op het railsysteem. Deze situatie is op zich gebruikelijk gedurende het omschakelen van een veld van de ene rail op de andere rail, maar moet in tijd zoveel mogelijk worden beperkt. In verband hiermee wordt op het NCC na 5 minuten een alarm gegenereerd.

Op basis van de visuele inspectie en de overtuiging dat alle railscheiders IN staan, wordt besloten om railscheider A uit te schakelen. Om railscheider A in deze situatie te kunnen bedienen door middel van verrebediening vanuit het NCC heeft de technisch specialist (met aanwijzing Allround Vakbekwaam Persoon, AVP) onder verantwoording van de werkverantwoordelijke de standmelding van railscheider B in de secundaire installatie in het veldhuisje aangepast.

Conform werkinstructie IV 2012-024 voor het aanpassen van een standmelding waren hier de personen met de juiste aanwijzing bij betrokken.

Wat niet is gebeurd, is dat de polen van railscheider B lokaal in het veld vergrendeld zijn tegen ongewilde werking en er was nog geen mutatieformulier ingevuld.

Op dat moment stonden beide railsystemen gekoppeld via railscheider A en railscheider B, hetgeen inherent is aan het schuiven van belasting, maar een situatie die in de tijd zo beperkt mogelijk moet worden gehouden in verband nadelige consequentie voor de enkelvoudige storingsreserve. De werkverantwoordelijke en de technisch specialist hebben voor de duur van de test volstaan met het markeren van de tijdelijke aanpassing in het secundaire systeem, zodat bij

het ongedaan maken van deze tijdelijke maatregel op de juiste plek in de secundaire installatie de herstelhandelingen zo spoedig mogelijk zouden kunnen worden verricht.

Met de tijdelijke aanpassing in het secundaire systeem werd de verrebediening van railscheider A vanuit het NCC weer mogelijk.

Op het moment dat railscheider A werd uitgestuurd volgde een lichtflits en vervolgens een zware klap doordat de railbeveiliging beide railsystemen op Diemen380 direct afschakelt en is station Diemen 380 met onderliggende 150kV en middenspanningsstations spanningsloos geraakt. Bij directe visuele controle op Diemen380 blijkt op dat moment fase 4 van railscheider B niet IN te staan.

Hypothese

Doordat fase 4 van railscheider B niet IN stond heeft railscheider A bij het openen getracht de stroom die op dat moment in fase 4 vloeiende, te onderbreken.

Een scheider is niet ontworpen voor het onderbreken van stromen of kortsluitingen.

Bij het openen van de contacten van fase 4 van railscheider A is daarom een vlamboog tussen het bewegende contact van fase 4 van de railscheider A en het tegencontact ontstaan.

Een vlamboog die ontstaat bij het openen van stroomvoerende scheidercontacten heeft de neiging zich in een grillig patronen te gedragen en te gaan `uitlussen`. De boog wordt dan langer door eigen warmtewerking en magnetische kracht en kan lengtes van vele meters bereiken.

Doordat er op 27 maart 2015 een sterke westenwind stond, is de vlamboog weggedreven in de richting van fase 4 naar fase 8 van het daknet, wat vervolgens tot een twee fase sluiting tussen fase 4 en fase 8 heeft kunnen leiden. Visuele inspectie heeft aan het licht gebracht, dat zowel op fase 4 als fase 8 van het daknet brandsporen zichtbaar zijn. Deze brandsporen ondersteunen de aanname dat de initiële vlamboog uiteindelijk tot een tweefasen sluiting heeft geleid.

In de foto's hieronder is een impressie van de opgetreden schade zichtbaar.



Schade aan railscheider A



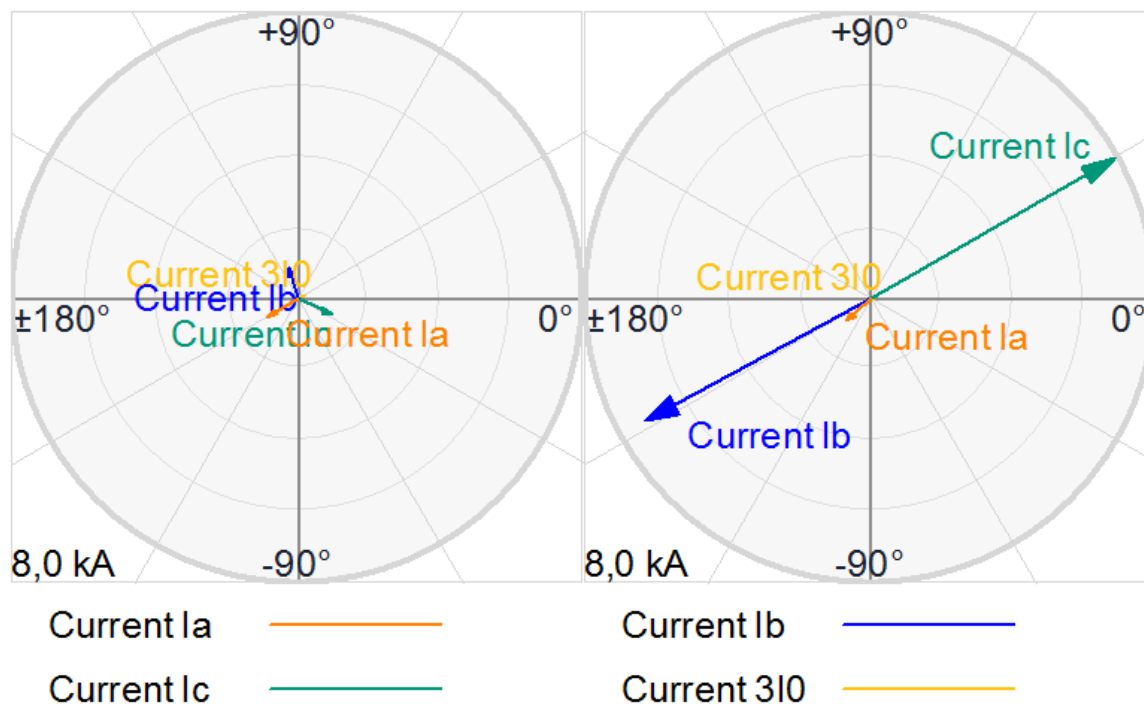


Brandsporen op het daknet

Uit de analyse van de foutregistratie van de distantiebeveiliging van het veld Diemen-Krimpen wit blijkt het volgende (zie de vectordiagrammen van de stromen in figuur 4; *Links*: de 3 stromen voor de kortsluiting; *Rechts*: de optredende 2 fase kortsluitstroom):

- De stromen in de drie fasen voordat de fout optrad waren even groot en ongeveer 1 kA
- Na optreden van de fout zijn de stromen in fase 4 en 8 beide ongeveer 8 kA, en 180° in tegenfase. De stroom in fase 12 is vrijwel ongewijzigd. Dit duidt op een tweefasen fout zonder aarde.

Tezamen met de gevonden brandsporen bevestigt dit de hypothese, dat door het uitsluiten en wegdrijven van de vlamboog die ontstond bij het openen van railscheider A, er een twee fasen sluiting is opgetreden tussen fase 4 en 8.

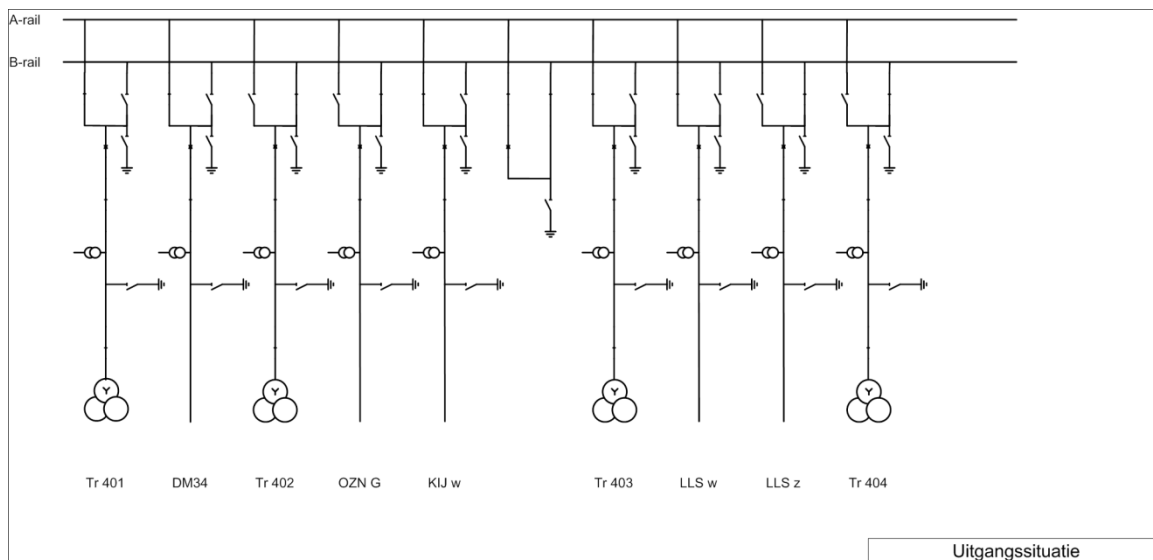


Figuur 4: Vectoriele weergave van de fasestromen, voor en na de kortsluiting

Uitschakeling beide railsystemen Diemen380

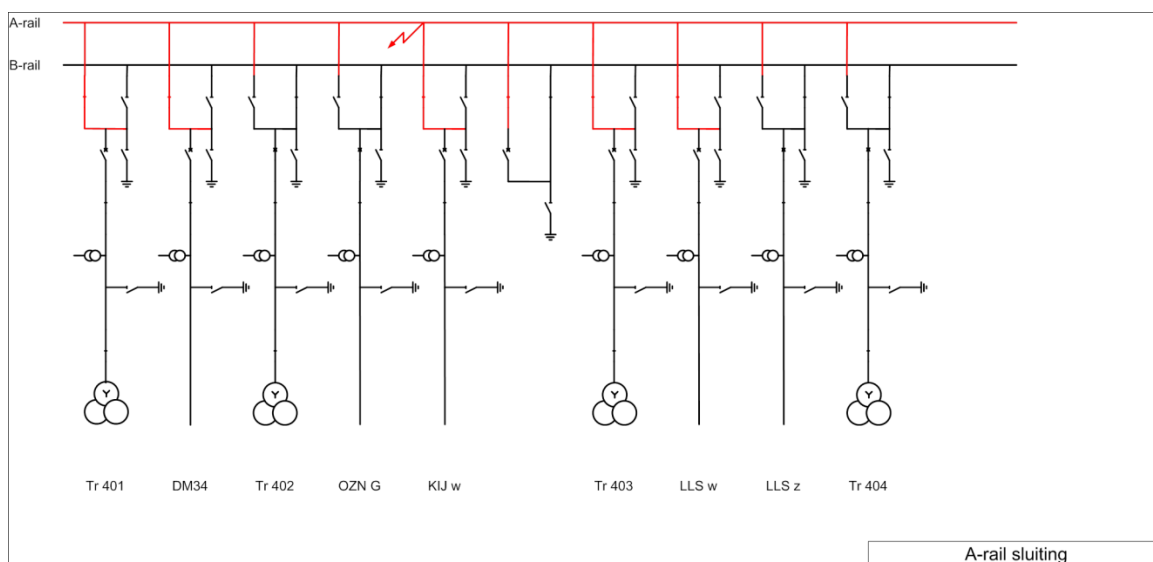
De in Diemen380 toegepaste railbeveiliging interpreteert de IN stand van een enkele fase van een railscheider als IN stand voor alle drie de fasen. Aangezien zowel van railscheider A als railscheider B er minimaal 1 fase IN stonden "ziet" de railbeveiliging dan beide railsystemen als één geheel. De sluiting tussen fase 4 en 8 werd daarom door de railbeveiliging correct geïnterpreteerd als een sluiting die beide railsystemen betrof. Er volgde dus een uitschakelcommando naar alle vermogensschakelaars die waren verbonden met één van beide rails, met als gevolg dat beide rails, en daarmee het hele station Diemen380 spanningsloos raakte.

In de onderstaande figuren is het ontstaan van het uitschakelen van Diemen380 weergegeven. In figuur 5 is de normaalsituatie weergegeven van Diemen380 in bedrijf.



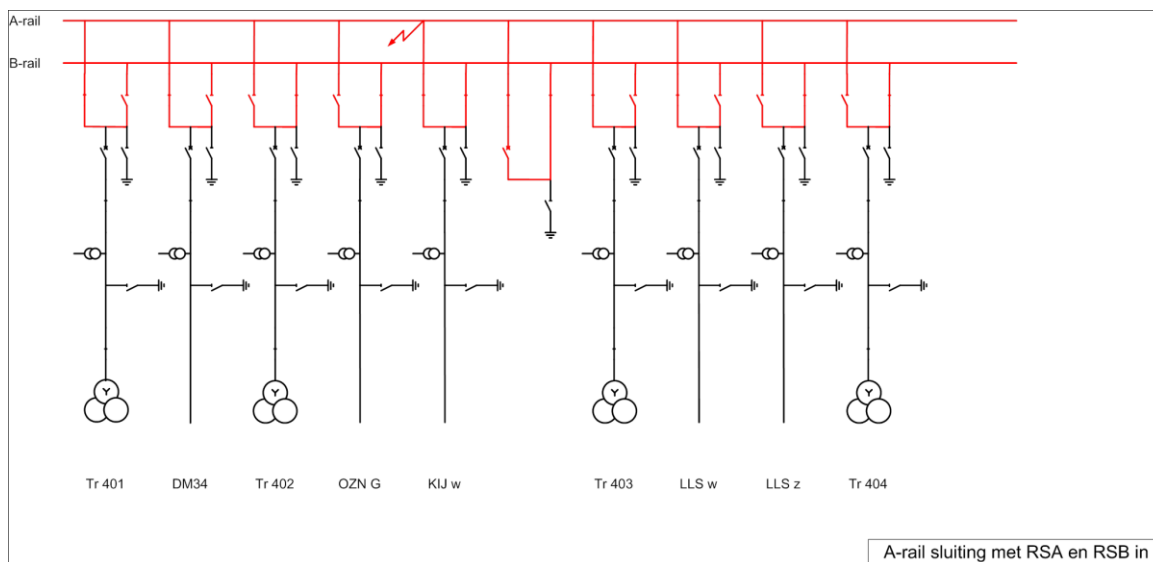
Figuur 5: Normalsituatie Diemen380 in bedrijf

In figuur 6 is de situatie weergegeven waarbij Diemen380 normaal in bedrijf is en een railsluiting zou plaatsvinden op bijvoorbeeld de A-rail. De railbeveiliging zal de velden aangesloten op de A-rail uitschakelen, waardoor de foutplaats wordt geïsoleerd. Hierdoor zal de B-rail in bedrijf blijven en is de energievoorziening gewaarborgd.



Figuur 6: Railsluiting op de A-rail

In figuur 7 is de situatie weergegeven tijdens het omschakelen van het veld Krimpen aan den IJssel wit (KIJ W) van railsysteem A naar railsysteem B. Tijdens deze omschakeling is de kortsluiting ontstaan. Omdat via een vlamboog fase 4 en fase 8 van het daknet waren gekoppeld,, heeft de railbeveiliging deze situatie gedetecteerd als een storing in beide railsystemen. Beide railsystemen zijn daarop (correct) door de railbeveiliging afgeschakeld.



Figuur 7: Railsluiting tgv vlamboog tussen fase 4 en 8 van het daknet

5.4 Verdere analyse naar aanleiding van de storing

Zoals gebruikelijk na het optreden van een incident is van de storing een Eventmap gemaakt. Op basis van de gestructureerde analyse bij het opstellen van de Eventmap komt naar voren, dat fase 4 van railscheider B primair heeft opengestaan ten tijde van het uitsturen van railscheider A.

Deze uitkomst wordt ondersteund door het feit dat na het optreden van de storing fase 4 van railscheider B open bleek te staan. Ter verklaring zijn de volgende mogelijkheden onderzocht:

1. De werkverantwoordelijke heeft verzuimd de stand van railscheider B visueel te controleren; nadat een melding TUSSENSTAND in het NCC is geconstateerd;
2. Na visuele controle van railscheider B is van fase 4 de railscheider spontaan naar beneden gezakt;
3. De werkverantwoordelijke heeft de stand van railscheider B visueel gecontroleerd, maar daarbij niet gezien dat één fase niet volledig in de IN stand is gekomen.

Ad.1 Tijdens de interviews die met betrokken werkverantwoordelijke zijn gehouden, heeft deze nadrukkelijk verklaard dat er een visuele controle heeft plaatsgevonden van de stand van railscheider B. In de gespreksregistratie, waarop de conversatie met het NCC die dag zijn opgenomen, staat, dat de werkverantwoordelijke meldt "nou hij staat hier goed in"

Daarmee kan de waarschijnlijkheid dat de werkverantwoordelijke de stand van railscheider B niet visueel heeft gecontroleerd als laag worden beoordeeld.

Ad 2. Voor deze mogelijke oorzaak zijn er op 11 en 12 april inspecties en testen uitgevoerd. Onder andere zijn railscheider A en railscheider B beproefd, of het plaatsen van de scheider in een tussenstand zou kunnen leiden tot het spontaan terugzakken naar de UIT stand van de scheider. Om dit te beproeven zijn de scheiders handmatig in een tussenstand geplaatst en is gedurende 25 minuten gewacht op eventueel spontaan terugzakken. Dat is niet opgetreden.

Daarnaast is geprobeerd enige kracht in neerwaartse richting op de scheider uit te oefenen vanuit de hoogwerker die op dat moment ten behoeve van de inspectie was opgesteld. Ook die actie heeft niet geleid tot het terugzakken van een scheider.

Daarmee kan de waarschijnlijkheid van deze mogelijke oorzaak als zeer laag worden beoordeeld.

Ad 3.

De visuele controle die de werkverantwoordelijke heeft verricht met betrekking tot de IN stand van railscheider B werd mogelijk beïnvloed door:

- Slechte weersomstandigheden (harde wind, regen)
- Wit-grijze componenten die minder goed afsteken tegen een grijze lucht
- Waarnemen vanaf het bordes van het veldhuisje, in plaats van in de directe nabijheid van de railscheider

Dit kan er de oorzaak van zijn geweest, dat de werkverantwoordelijke in de overtuiging was dat railscheider B met alle drie de fasen IN stond, terwijl in werkelijkheid fase 4 niet in de IN stand is gekomen. Uit nadere inspectie is gebleken, dat de aandrijfmotor van fase 4 van railscheider B defect was. Dit heeft er waarschijnlijk toe geleid, dat het IN commando vanuit NCC niet is opgevolgd door fase 4 van railscheider B.

Daarmee kan deze oorzaak als hoogst waarschijnlijk worden beoordeeld.

Onderhoudstoestand Diemen380

Van beide railscheiders A en B van het veld KIJ W in Diemen380 zijn de onderhoudsgegevens opgevraagd.

Het planmatig onderhoud (zesjaarlijkse cyclus) heeft in 2012 plaatsgevonden

Beide railscheiders A en B lieten overwegend een beeld "voldoende" zien. Dit geeft geen aanleiding tot bijzondere maatregelen. Wel is bij de inspectie in 2012 geconstateerd dat de aandrijving van railscheider B fase 4 defect was. Daarom is een vervangende motor geplaatst. Op 25 maart 2015 is nog succesvol met deze railscheider geschakeld.

Defecte motor railscheider B fase 4 na de storing in 2015

DNV GL heeft de defecte motor onderzocht op schade en mogelijke oorzaak.

Deskundigen betrokken bij het interne onderzoeken onderschrijven de conclusies van DNV GL. Geconcludeerd wordt, dat de meest waarschijnlijke oorzaak is, dat de motor na in de UIT stand te

zijn gekomen niet direct wordt afgeschakeld. Er blijft dan tijdelijk nog spanning op de wikkeling staan, terwijl de motor mechanisch niet verder kan draaien. Hierdoor raken de wikkelingen extra verwarmd. Dit hoeft niet meteen bij de eerste keer dat dit optreedt tot het doorbranden van de wikkelingen te leiden. Er treedt echter wel een cumulatief effect op. Dat wil zeggen dat na verloop van tijd zoveel schade kan ontstaan, dat de motor uiteindelijk bezwijkt.

5.5 Functioneren van de beveiliging

De railbeveiliging in Diemen380 heeft correct gefunctioneerd. De thermische beveiliging van de 150 kV verbinding Beverwijk-Velsen heeft correct ingegrepen op de stroom die in deze verbinding ontstond na afschakeling van het station Diemen380. De 380/150 kV transformator te Beverwijk bleef vanaf 380 kV onder spanning.

5.6 Herstel van de energievoorziening

Na de afschakeling van het station Diemen380 is er direct door de medewerkers ter plaatse een schouw geweest van de veroorzaakte schade. Hieruit bleek al snel dat schade beperkt was tot railscheider A van het veld KIJ W. De rest van de installatie zag er visueel goed uit. De lijn KIJ W was ondertussen zowel in Krimpen als in Diemen uit bedrijf genomen. Railscheider B, die met maar twee fasen in stond, is op verzoek vanuit het NCC, ter plaatse UIT gestuurd. Hierna is vanaf de locatie aangegeven aan het NCC dat de energievoorziening vanuit Diemen380 weer hersteld kan worden. Omdat een dergelijk groot gebied niet in één keer kan worden ingeschakeld, is, in nauwe samenwerking met de regionale netbeheerder (Liander), een beheerste opbouw van de voorziening gevolgd.

De crisismanagementorganisatie van TenneT heeft tijdens de storing adequaat gefunctioneerd. Geconstateerd kan worden, dat de inrichting en geoefendheid van de crisismanagementorganisatie robuust is gebleken in het managen van een dergelijk incident.

5.7 Compliance met betrekking tot REMIT verplichtingen

In overeenstemming met de Regulation for Energy Market Integrity ("REMIT") en haar REMIT compliance programma heeft TenneT de uitval in het eigen net van 27 maart jl. gekwalificeerd als TenneT voorwetenschap. Hierna heeft TenneT, voor zover niet uitgezonderd voor het waarborgen van de beveiligde werking van het systeem, zich onthouden van handel met deze voorwetenschap.

Vervolgens is overgegaan tot de openbaarmaking van de uitval conform de daarvoor geldende regels. Dit betekent dat de uitval binnen het uur na de uitval (uitval was 09:37 uur en openbaarmaking was 9:41 uur op tennet.org en 10:19 op tennet.eu) openbaar is gemaakt op de TenneT websites, zijnde <http://www.tennet.eu/nl/nl/net-projecten/storingen.html> en <http://www.tennet.org/>. Daarnaast zijn alle marktparticipanten parallel geïnformeerd middels een (bmail)faxbericht, waarin aan de markt bekend is gemaakt dat TenneT op basis van de gebeurtenis en haar taak als landelijk netbeheerder de "niet-normale" toestand heeft afgeroepen.

Opgemerkt zij dat www.tennet.eu tijdelijk niet bereikbaar was. Vermoedelijk vanwege een memory-overload op de voornoemde website i.c.m. een groot bezoekersaantal binnen een kort tijdsbestek. Desalniettemin was de informatie over voorwetenschap die in de periode dat www.tennet.eu niet beschikbaar was wel raadpleegbaar op www.tennet.org.

Daarnaast zijn dezelfde stappen genomen als hierboven na het weer in bedrijf neming van het netonderdeel (11:18) en is deze informatie effectief en tijdig openbaar gemaakt op: <http://www.tennet.eu/nl/nl/net-projecten/storingen.html> (12:23) en <http://www.tennet.org> (11:21).

Geconcludeerd kan worden, dat TenneT hiermee heeft voldaan aan de REMIT verplichtingen.

6. Conclusies en aanbevelingen

6.1 Conclusies

Op 27 maart 2015 is tijdens werkzaamheden in het 380 kV-station Diemen een kortsluiting ontstaan waarbij het gehele station is uitgeschakeld. Door de ringstructuur van het Nederlandse 380 kV-net is de storing beperkt gebleven tot een groot deel van de provincie Noord-Holland en klein deel van provincie Flevoland.

De beveiligingssystemen hebben goed gefunctioneerd, waardoor de schade aan componenten zo beperkt mogelijk is gebleven. Daardoor heeft herstel snel plaats kunnen vinden.

De kortsluiting is ontstaan tijdens de uitvoering van een functionele test aan railscheider A. Hierbij is het onderhoudspersoneel geconfronteerd met een storing aan railscheider B van hetzelfde circuit, waardoor railscheider A niet kon worden uitgeschakeld. Het gekoppeld staan van beide rails via een lijnveld is nadelig voor de enkelvoudige storingsreserve, maar voor korte duur inherent aan het schuiven van belasting. Na visuele controle van de primaire componenten hebben de medewerkers geconcludeerd dat de standmelding gestoord is. Vervolgens is besloten deze standmelding te overbruggen om de standmelding in overeenstemming te brengen met de visuele waarneming.

Vervolgens is railscheider A geopend. Hierbij is een vlamboog ontstaan die is uitgegroeid tot een twee fasesluiting. Doordat beide railscheiders A en B van het veld KIJ W tijdens het optreden van de storing IN stonden heeft de railbeveiliging het gehele station correct uitgeschakeld.

Uit onderzoek komt naar voren dat railscheider B fase 4 niet IN stond tijdens de schakelhandeling met railscheider A. Dit is de aanleiding geweest voor de vlamboog en vervolgens de kortsluiting. Het meest waarschijnlijke scenario is dat bij de visuele controle niet is opgemerkt dat fase 4 niet IN stond. De verkeerde standmelding is als gevolg van de niet correcte visuele controle ten onrechte geïnterpreteerd als een secundaire storing.

Onderzoek heeft uitgewezen dat er een defect is opgetreden in de aandrijving van fase 4 van railscheider B. De railscheiders worden volgens de onderhoudssystematiek van TenneT periodiek geïnspecteerd. Op grond van de laatste inspectie in 2012 is de aandrijving van fase 4 van railscheider B hersteld na een geconstateerde afwijking. Op 25 maart 2015 is nog succesvol geschakeld met railscheider B waardoor het defect moet zijn opgetreden tussen 25 en 27 maart 2015.

Werkinstructie IV 2012-024 "Tijdelijke aanpassingen in standmeldsignalering" is niet volledig gevolgd. De werkverantwoordelijke heeft in samenwerking met de technisch specialist volstaan met het markeren van de tijdelijke overbrugging in het secundaire systeem, maar de bijbehorende primaire componenten niet in overeenkomstige stand vergrendeld tegen ongewilde werking. De tijdsdruk om de koppeling van beide railsystemen via het lijnveld zo snel mogelijk weer op te heffen, heeft ervoor gezorgd dat eerst de maatregelen zijn genomen om die ontkoppeling te bereiken, voordat de resterende stappen in de werkinstructie werden doorlopen.

De crisismanagementorganisatie heeft tijdens en direct na de storing adequaat gefunctioneerd. Geconstateerd kan worden, dat de inrichting en geoefendheid van de crisismanagementorganisatie robuust is gebleken in het managen van een dergelijk incident.

6.2 Aanbevelingen

Onderzoek middels een root cause analysis:

1. Techniek: de onderliggende oorzaak naar het defect van de aandrijving in fase 4 van railscheider B;
2. Mens: controleer of het algemene kennisniveau over werkinstructies voldoende is;
3. Procedure: beoordeel of werkinstructie IV 2012-024 voldoende eenduidig, compleet en passend is.