

## **Brand hoofdtransformator van kerncentrale Doel 1 op 31 oktober 2015**

---

### **1. SAMENVATTING**

#### **1.1 Wat is er gebeurd?**

Op 31 oktober 2015 om 22u52 is er een brand uitgebroken op een hoofdtransformator van de centrale Doel 1 van de kerncentrale van Electrabel, ENGIE, te Doel. Deze transformator bevindt zich in het niet-nucleair gedeelte, buiten de installaties en zorgt ervoor dat elektriciteit, geproduceerd door de alternator van de centrale, opgevoerd wordt naar de juiste spanning om deze te injecteren in het hoogspanningsnet.

De brand werd snel geblust door het automatisch blussysteem en de bedrijfsbrandweer. De Openbare Brandweer werd ook opgeroepen, zoals de procedures het voorschrijven, maar een interventie was uiteindelijk niet meer nodig aangezien de brand na 20 minuten geblust was. Alle interventies en de globale coördinatie van deze gebeurtenis zijn verlopen conform de procedures.

De transformator is geplaatst op een speciaal daarvoor ontworpen inkuiping. Bij eventueel verlies van olie, wordt deze olie opgevangen onderaan de transformator en dan naar een opvangtank geleid. Bij de brand in de hoofdtransformator van Doel 1 is de olie zoals voorzien opgevangen op deze manier in de opvangtank.

De centrale van Doel 1 ligt stil sinds 15 februari 2015 en er bevindt zich bijgevolg geen splijtstof in de reactor. Doel 1 produceert dus geen elektriciteit. Via de transformator in kwestie werd dus geen elektriciteit op het extern net gezet maar werd wel elektriciteit voor de centrale aangevoerd. Een kerncentrale die niet produceert, moet immers elektriciteit aanvoeren om haar installaties die nog operationeel zijn te voeden.

Doel 1 en Doel 2 werden op het moment van de gebeurtenis zoals voorzien tijdelijk gevoed vanuit het 380kV-net via de hoofdtransformatoren om geplande onderhoudswerken toe te laten op de 150kV-starttransfo's. Deze starttransformatoren staan normaal in voor de externe voeding bij stilstand van een unit. De voeding van beide centrales bleef echter steeds gegarandeerd, voor Doel 1 via back-up systemen en Doel 2 bleef normaal gevoed via het externe net.

Vanzelfsprekend kreeg deze gebeurtenis de nodige media-aandacht. Er werd via aangepaste communicatiekanalen getracht om zo snel als mogelijk de nodige uitleg te geven. Conform de afgesproken werkwijzen met de betrokken instanties werd een Notificatieniveau 0 afgekondigd met alle daaraan gekoppelde informatiedoorstroming. Naar pers en lokale externe stakeholders toe werd mondelinge en/of schriftelijke toelichting gegeven. Ook intern, naar eigen medewerkers, volgde de nodige communicatie.

Electrabel wenst te benadrukken dat er nooit enig gevaar geweest is voor de omgeving.

Na analyse werd dit voorval door het FANC ingedeeld op niveau 0 van de INES-schaal. INES (International Nuclear Event Scale) is een communicatietool die toelaat om de ernst van een gebeurtenis waar ioniserende straling bij betrokken is begrijpelijk voor te stellen. Deze schaal telt zeven niveaus, gaande van 1 (afwijking) tot 7 (zwaar ongeval). Een gebeurtenis die wordt ingedeeld op niveau 0 heeft geen enkel gevolg gehad voor de nucleaire veiligheid en valt daarom in feite 'onder' de schaal. In overeenstemming met de internationale praktijken communiceert het FANC normaal gezien niet actief over gebeurtenissen van niveau 0. Gezien de grote zichtbaarheid van dit voorval werd hier echter een uitzondering gemaakt.

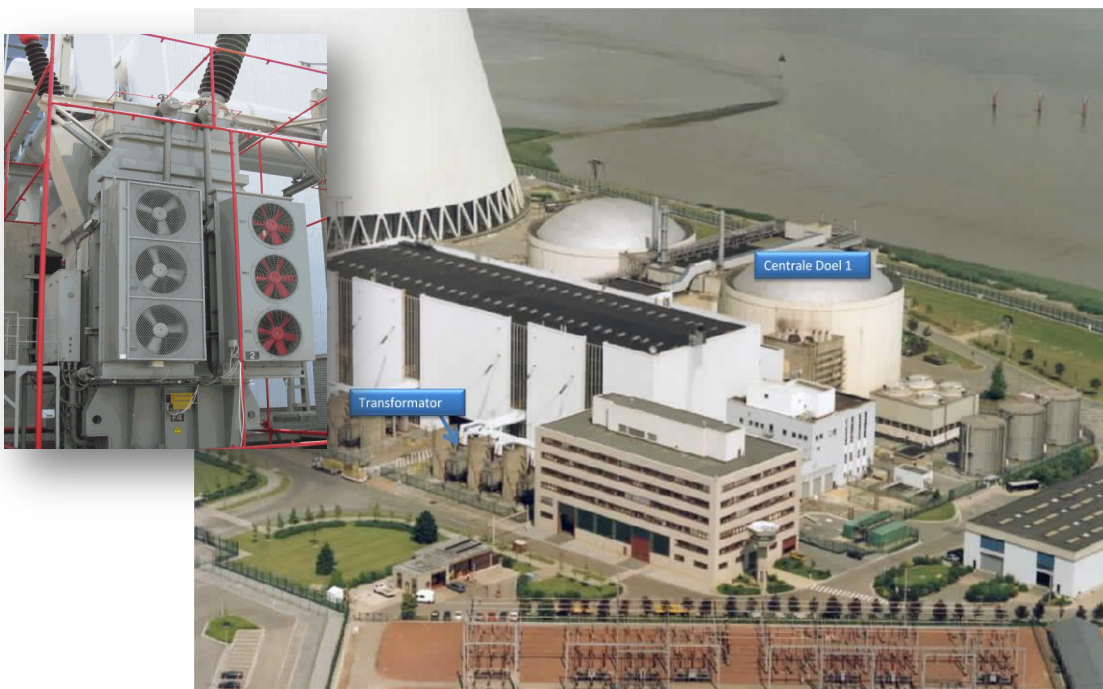
## 1.2 Welke onmiddellijke acties werden genomen?

Onmiddellijk na de gebeurtenissen werden in eerste instantie de nodige acties genomen om de situatie veilig te stellen (analyse van de veiligheidsrisico's na de brand, afscherming van de transformatoren, verwijderen van de beschadigde transformator, reinigen van de olieopvangtank van de transformator, ...). De transformator is dan verplaatst naar een locatie waar de firma Laborelec gestart is met een grondige oorzakenanalyse. Deze loopt momenteel nog verder.

Snel na deze gebeurtenis zijn inspecteurs van diverse controle-instanties ter plaatse geweest om de situatie te bekijken (FANC, Bel V, FOD Werkgelegenheid, Arbeid en Sociaal Overleg / Toezicht Welzijn op het Werk). Zij volgen dit dossier ook verder op. Electrabel biedt hiervoor ten volste haar medewerking aan.

## 1.3 Waar bevindt die transformator zich?

De transformator in kwestie bevindt zich op het terrein van de site van de kerncentrale, in open lucht op een daarvoor afgebakend gebied, **naast de machinezaal van Doel 1. Een transformator is niet gekoppeld aan het nucleair gedeelte** van de kerncentrale.



Bron: Electrabel, ENGIE

Belangrijk om melden is dat een transformator niet eigen is aan een kerncentrale maar zich bevindt in elke installatie die elektriciteit opwekt, vervoert of waarbij een wijziging van spanning geregeld moet worden (dus ook bij steenkoolcentrales, gascentrales, windmolens, hoogspanningsposten, rusthuizen, ziekenhuizen, elektrische toestellen, 12V spots in badkamer of keuken, ...).

## 1.4 Wat is de oorzaak van de brand?

De directe oorzaak van de gebeurtenis is van technische aard, namelijk een kortsluiting door een aardfout in de wikkeling van de transformator. In het geval van een inwendige kortsluiting zorgt de

elektrische boog ervoor dat de olie in de transformator quasi onmiddellijk verdampt. Er ontstaat hierdoor een zeer snelle drukgolf in de transformatorkuip die als explosie wordt ervaren. Dit is een zeer snel fenomeen waarbij explosie in de transformator reeds voorkomt 50 à 100 milliseconden na de kortsluiting.

Er waren geen voorafgaande indicaties die wezen in de richting van een evoluerende isolatiefout. Er is ook geen enkele indicatie die wijst op een menselijke fout of manuele handeling. Verdere analyses zijn nog lopende.

## **1.5 Hoe vaak komt een kortsluiting in een transformator voor?**

Transformatorbranden komen wereldwijd regelmatig voor, in allerlei soorten van installaties die gebruik maken van transformatoren. Transformatoren staan onder spanning en bevatten olie, dit kan leiden tot de brand en explosie. Een paar voorbeelden:

- Op 29 september 2001: explosie in een transformator van de STEG-centrale van Electrabel in Drogenbos.
- Op 7 januari 2009: explosie in een transformator in de kolencentrale Awirs 5 van Electrabel.
- Op 4 april 2009: explosie in een transformator van de gascentrale Ruien 6 van Electrabel.
- Op 28 mei 2009 is er in een kolencentrale van EDF in Blénod-lès-Pont-à Mousson dichtbij Nancy een transformator ontploft en in brand geschoten.
- In 2011 ontstond brand op het transformatorstation van Tiel in Nederland.
- Op 16 maart 2014 explodeerde een zware dwarsregeltransformator op het transformatorstation van Elia Monceau-II. De klap was zo groot dat het hele station zwaar beschadigd raakte en de koppelfunctie met Frankrijk geruime tijd onbeschikbaar was.
- Op 9 mei 2015 explodeerde een vermogentransformator in kerncentrale Indian Point in Westchester, New York.
- Op 8 augustus 2015 ontstond brand in een transformator van een papierfabriek Papeteries Emin Leydier de Nogent-sur-Seine in Frankrijk.

## **1.6 Hoe zullen de herstellingswerkzaamheden verlopen?**

De brand heeft schade aangebracht aan de hoofdtransformator. De transformator zal daarom vervangen worden door een reservetransformator die beschikbaar is op de site. Ondertussen is er een eerste zicht op de impact van deze vervangingswerken op de eventuele heropstartdatum van Doel 1. Indien alle wettelijke voorwaarden ingevuld geraken, was officieel voorzien om Doel 1 op 14 december terug aan het net te koppelen. De vervanging van de transformator kan volgens de huidige inzichten nog gebeuren binnen deze reeds voorziene termijn. Vanzelfsprekend kan deze planning onderhevig zijn aan wijzigingen. Electrabel wenst in eerste instantie deze installatie terug veilig in dienst te kunnen nemen en zal daar de nodige tijd voor nemen.

## **1.7 Wat is de link met de spanningsdip in de elektriciteitstoevoer van zaterdagnacht?**

Na overleg met Elia bleek dat er die nacht rond het tijdstip van de brand 2 spanningsdips gemeten werden die respectievelijk binnen de 120 en 92 milliseconden opgelost waren. Volgens Elia worden er regelmatig wel meer spanningdips op het net gemeten en is het niet mogelijk om éénduidig te bewijzen dat de dips het direct gevolg waren van de gebeurtenissen in de kerncentrale van Doel.

## **1.8 Wat is de stand van zaken omtrent de vervanging van de andere, soortgelijke transformatoren?**

De vervanging van alle hoofdtransformatoren van de centrales Doel 1 en Doel 2 is voorzien in het actieplan gekoppeld aan de eventuele levensduurverlenging van de centrales. Dit actieplan werd onlangs overgemaakt en gevalideerd door het Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle (FANC) en voorziet de plaatsing van de nieuwe transformatoren tijdens een van de komende revisies van de centrales. Ter info: de levertermijn van dergelijke transformatoren bedraagt ongeveer 18 maanden.

De soortgelijke transformatoren van de centrales Doel 3 en Doel 4 werden reeds vervangen, respectievelijk in 2006 en 2008. In tegenstelling tot bij de hoofdtransformatoren van Doel 1 en 2 werd er immers bij periodieke inspecties wel degradatie van de installaties vastgesteld.

## **1.9 Hoe wordt de goede staat van deze transformatoren verzekerd?**

De hoofdtransformatoren van de centrales Doel 1 en Doel 2 zijn de oorspronkelijke transformatoren. Zoals alle installaties op de nucleaire sites, worden deze periodiek geïnspecteerd en onderhouden om zeker te zijn dat zij steeds aan de actuele veiligheidsnormen blijven voldoen. Deze programma's gebeuren voor sommige aspecten dagelijks, wekelijks, 3 of 6 maandelijks en jaarlijks. Voor wat betreft inspectie gaat het bijvoorbeeld concreet om controles van het oliepeil / olietemperatuur, corrosie, vervuiling van de koelers, thermografische metingen, gasanalyse door middel van oliestalen. Periodiek worden de transformatoren ook onderhouden en gereinigd. Aansluitend bij dergelijk onderhoud worden de beveiligingen en automatismen getest. De gezondheidstoestand van de transformatoren wordt dus periodiek opgevolgd door analyses. De uitgevoerde analyses op de transformator in kwestie gaven nooit aanleiding tot effectieve bezorgdheid. Zo lag de concentratie aan opgeloste gassen ver onder de alarmdrempel, was de waterconcentratie normaal en werkte het online gasanalysesysteem perfect.

## **2. DETAILINFORMATIE**

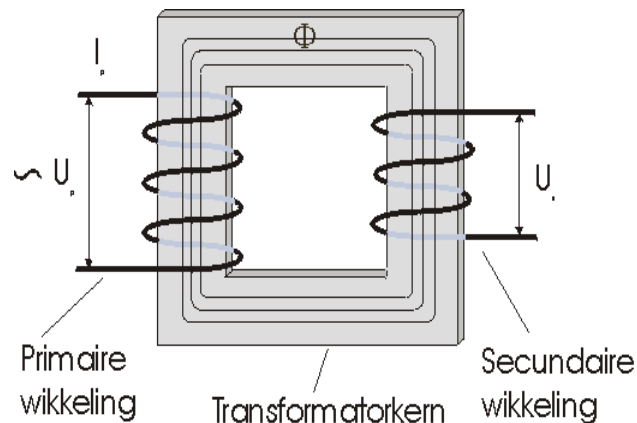
### **2.1 Wat is een transformator?**

Een transformator of kortweg transfo is een elementair elektrisch onderdeel van zowat elke elektrische installatie. Transfo's vindt men overal terug. In elektriciteitscentrales, bij hoog- en laagspannings-transport en distributie van elektriciteit worden transformatoren gebruikt. Ook in zowat alle elektrische toestellen voor huishoudelijk gebruik zijn ook transformatoren aanwezig, zoals bvb. voor verlichting tot en met op de printplaat van een pc.

Een transfo transformeert een spanning van een hoge naar een lage (step down transfo's) waarde of omgekeerd (step up transfo's of opvoertransfo's genoemd).

Afhankelijk van de toepassing verschillen deze transfo's van type en van afmetingen. Het type transformator van Doel 1 weegt ongeveer 160 ton en is ongeveer 8 meter hoog, 6,5 meter lang en 5 meter breed.

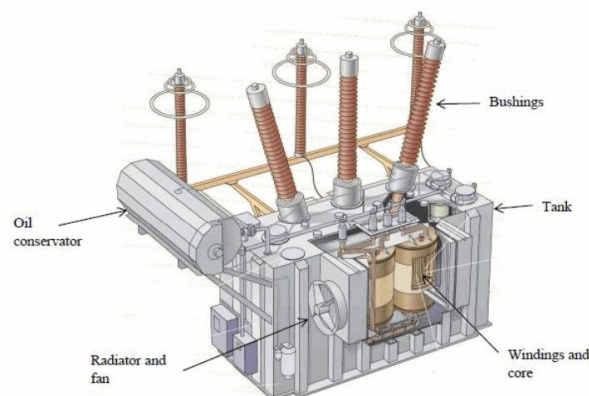
Het werkingsprincipe is echter altijd hetzelfde. Een wisselstroom door de primaire wikkeling zorgt voor een wisselende magnetische flux. Deze magnetische flux circuleert in de transformator kern en induceert in de secundaire wikkeling een spanning.



Bron: <http://www.cybercomm.nl/~cesmetel/kennisweb/trafo/transformator.html>

In een elektriciteitsinstallatie gaat het meestal over een opvoertransformator. Deze transformator zorgt ervoor dat elektriciteit, geproduceerd door de alternator van de centrale, opgevoerd wordt naar de juiste spanning om deze te injecteren in het hoogspanningsnet. Om tijdens het transport van elektriciteit de verliezen zo laag mogelijk te houden, worden de transmissielijnen op een zeer hoge spanning uitgebaat (36kV, 150kV & 400kV in België). Immers, de verliezen nemen toe met het kwadraat van de stroom. Door de spanning hoog te houden, is de stroom laag bij een bepaald vermogen.

De generatorspanning (18kV) wordt via de opvoertransformatoren opgevoerd naar transmissieniveau (400kV). Eigen aan transformatoren in het algemeen is dat dit toestellen zijn met zeer hoog rendement. Met andere woorden, tijdens de omzetting van de ene spanning naar een ander spanningsniveau is er zeer weinig verlies aan vermogen (warmteverlies). Toch dienen deze warmteverliezen te worden weggewerkt door middel van oliekoeling. De opgewarmde olie wordt door een warmtewisselaar gestuurd en gekoeld met ventilatoren. Daarom bevinden zowel de wikkelingen als de transformator kern zich in een met olie gevulde kuip, waarbij de olie tegelijkertijd als isolatie- en als koelmedium fungeert.



Bron: [http://www.cbsa-asfc.gc.ca/sima-lmsi/i-e/ad1395/Transformer\\_E.jpg](http://www.cbsa-asfc.gc.ca/sima-lmsi/i-e/ad1395/Transformer_E.jpg)

**Olieconservator:** Bij belasting van de transformator stijgt de temperatuur, zodat het volume van de olie toeneemt. Omgekeerd, zal het volume dalen wanneer de belasting afneemt. Om oxidatie van de olie aan de lucht te voorkomen is het noodzakelijk dat de transformatortank geheel tot tegen het deksel met olie is gevuld. Om de volumevariëaties bij veranderende belasting mogelijk te maken, wordt een uitzetvat, ook conservator voorzien. Het is een cilindervormig vat dat boven de transformator is geplaatst en via een buisleiding is verbonden met de bovenzijde van de transformatortank.

**Bushings of isolatoren:** Deze dienen om de aankomende en vertrekkende hoogspanning te isoleren van de kuip van de transformator. Ze bestaan uit porseleinen of glazen schijven die de weglengte in de lucht tussen de geleider op hoogspanning en de transformatorkuip vergroten. Op deze manier wordt het doorslaan van de lucht, waarbij de lucht tussen de geleider en kuip gaat geleiden, vermeden.

**Transformatortank:** Hierin bevinden zich zowel de primaire en secundaire windingen en ook de magnetische kern. De tank is gevuld met olie.

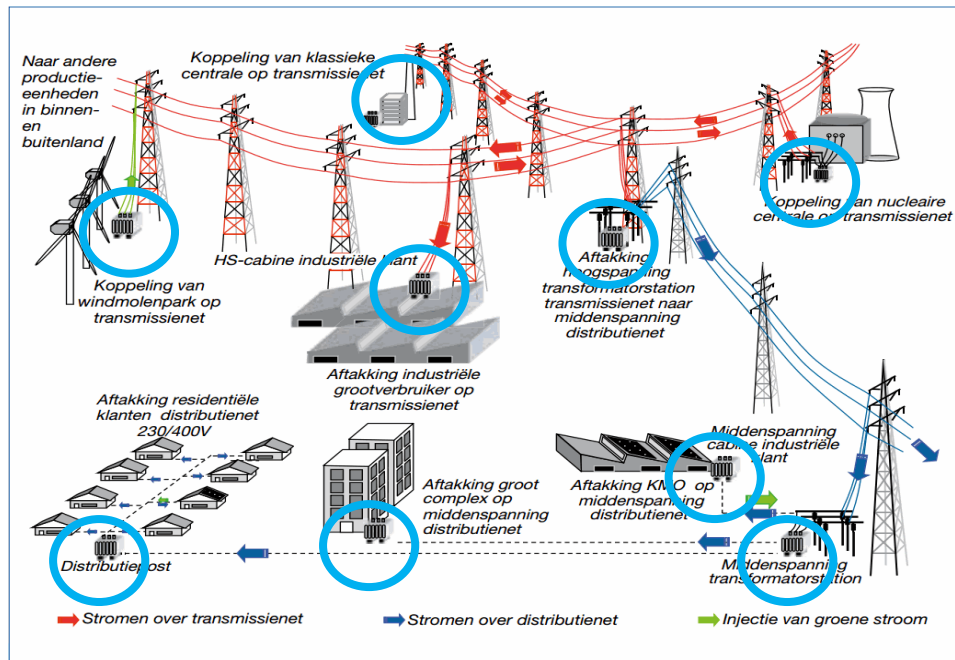
**Radiator en koelventilator:** De olie in de kuip geeft haar warmte af aan de lucht door middel van een radiator met gedwongen luchtkoeling door de ventilator.

**Inkuiping en opvangtank:** De transformator is geplaatst op een speciaal daarvoor ontworpen inkuiping. Bij eventueel verlies van olie, wordt deze olie opgevangen onderaan de transformator en dan naar een opvangtank geleid. Bij de brand in de hoofdtransformator van Doel 1 is ook olie uit de condensator zoals voorzien opgevangen op deze manier in de opvangtank.

## **2.2 De transformator als essentieel onderdeel van het elektrisch net**

Om in het transmissienet elektrische energie te kunnen injecteren zal elke productiebron gebruik maken van een opvoertransformator. Of het nu een nucleaire centrale, een gascentrale, waterkrachtcentrale of windmolens betreft, zonder opvoertransformator kan er geen verbinding worden gemaakt met het net. Uiteraard zullen deze transformatoren verschillen in grootte, afhankelijk van het vermogen van de installatie (hier productie-eenheid).

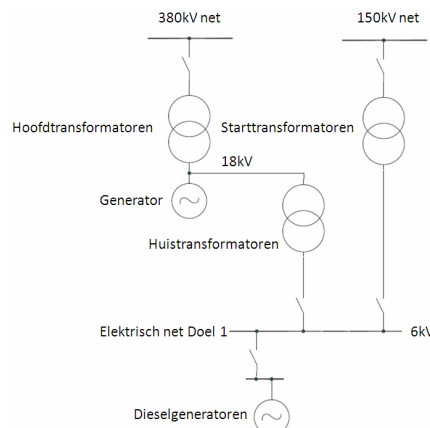
Maar niet alleen om elektrische energie in het net te injecteren heeft men transformatoren nodig. Zo zijn er ook transformatoren nodig om het 150kV net met het 400kV net te verbinden en ook als aftakkingen van het transmissienet voor grote industriële verbruikers. Om residentiële klanten, KMO's e.a. van elektrische energie te voorzien zijn opnieuw transfo's nodig om het transmissienet met het distributienet te koppelen en om de spanning van het distributienet te verlagen tot de spanning bruikbaar voor de klant.



Bron: Eandis

## 2.3 Detailverloop gebeurtenissen 31 oktober

- Vóór 23.00u
  - De centrale Doel 1 is sinds februari uit dienst met een ontladen kern. Dit betekent dat alle splijtstofelementen uit de reactor verwijderd zijn en zich bevinden in de daarvoor bestemde koeldokken.
  - In deze omstandigheden, wordt het inwendig elektrisch net van Doel 1 van spanning voorzien als volgt:
    - Via de externe 150 kV-voeding met behulp van de starttransfo's
    - Ofwel via de externe 380 kV-voeding met behulp van de hoofd- en huistransfo's
    - Als noodvoeding (indien de 150 kV en de 380kV zou onbeschikbaar zijn) zijn veiligheidsdiesels voorzien



- Om gepland preventief onderhoud op de starttransfo's van Doel 1 en 2 uit te voeren, waren de hoofdtransformatoren van Doel 1 en 2 zo uitgelijnd dat ze elektrische energie van het 380kV-net binnen namen voor de voeding van de eenheid Doel 1 en 2. Dit gebeurt door de alternator elektrisch af te koppelen. De hoofdtransformatoren dienen dan om de spanning van het net (380 kV) af te transformeren naar 18 kV en op die manier de eenheid te voorzien van het nodige vermogen (geschat op 2 à 3 MW, d.w.z. ver onder het nominaal vermogen van de transformatoren). Deze uitlijning is gebruikelijk en wordt uitgevoerd bij onderhoudswerken op de starttransformatoren. Dit is de enige manier om de starttransformatoren te kunnen onderhouden bij een revisie van de eenheid. Deze standaard werkwijze wordt regelmatig toegepast en is volledig conform de uitbatingsrichtlijnen.
- Omstreeks 23.00u
  - Er ontstaat een aardfout (foutstroom van 35 kA) op de 380kV-wikkeling van de hoofdtransformator van Doel 1.
  - De fout wordt na enkele milliseconden gedetecteerd door de differentieelbeveiliging (elektrische beveiliging die een foutstroom detecteert en een uitschakelbevel geeft aan de vermogensschakelaar) op de hoogspanningspost.
  - De transformatorkuip van opvoertransformator fase wordt beschadigd ten gevolge van een explosie.
  - De automatische blusinstallatie zorgt zoals voorzien voor een onmiddellijke blussing van de brand.
  - Zoals voorzien neemt de back-up installatie van Doel 1 (dieselgeneratoren) het over en zorgt voor de voeding van de centrale. Dit is zo ook voorzien in het ontwerp van de centrale.
  - De bedrijfsbrandweer komt ter plaatse en doet de nazorg van de blussing.
  - De externe brandweer werd opgeroepen maar heeft niet moeten tussenkomen.
  - De nodige interne elektrische voeding van Doel 1 is bijgevolg steeds beschikbaar gebleven.
- Zondag 1 november
  - Eén van de starttransformatoren wordt terug in dienst genomen.
  - Omstreeks 21.00u wordt Doel 1 terug gevoed vanuit het 150kV net.

Het incident is correct opgevangen en de situatie is zeer snel genormaliseerd.