

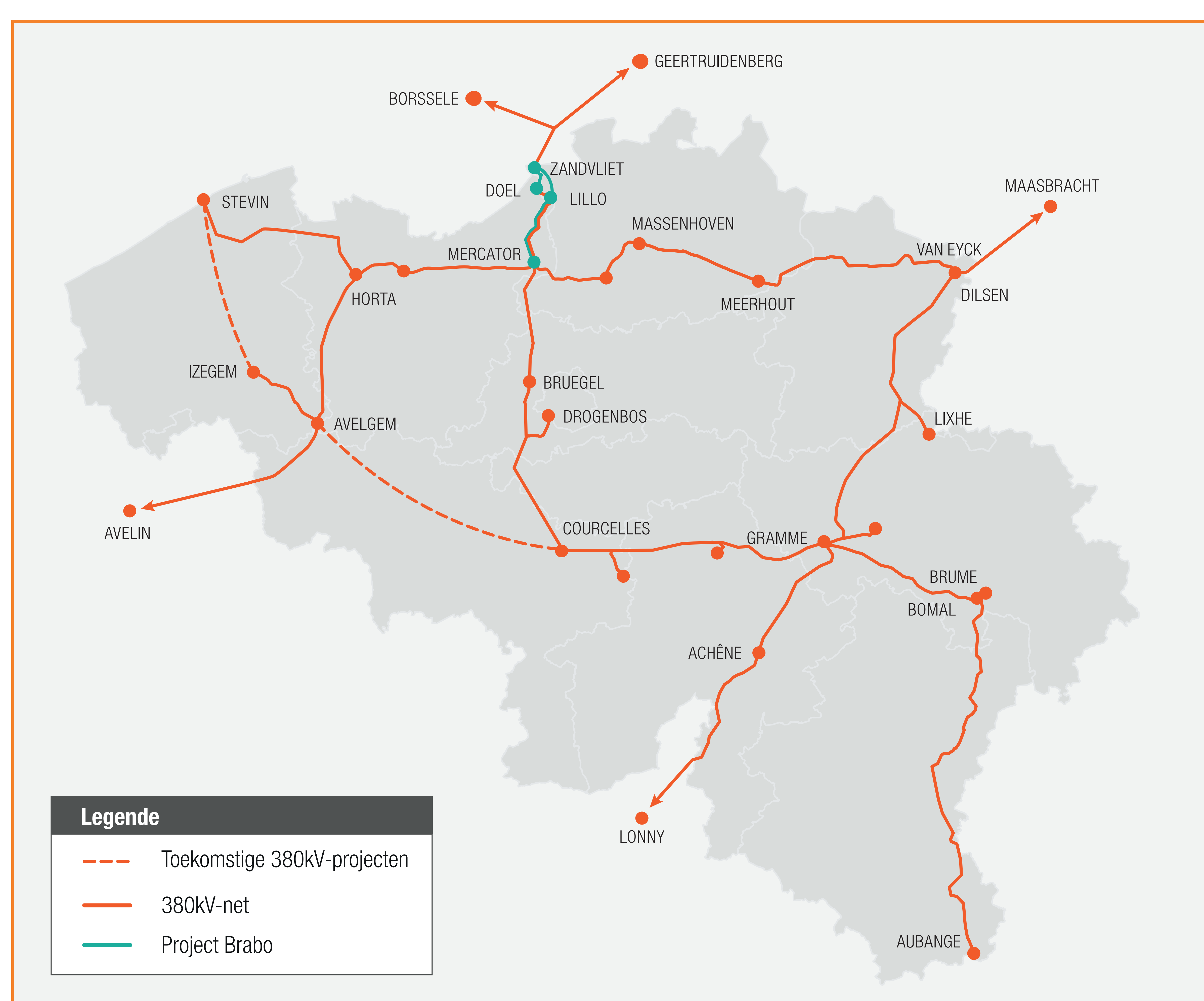


# 380KV-NET: ruggengraat van het hoogspanningsnet

**Elia is steeds bezig met het onderhouden en uitbouwen van haar 380kV-net, dat als energiesnelweg en ruggengraat van het hoogspanningsnet fungeert.**

Elia versterkt het 380kV-net om **vijf redenen**:

- Integratie van binnenlandse **hernieuwbare energieproductie**
- Aansluiting van **nieuwe productie-eenheden**
- **Transport** van bijkomende internationale elektriciteitsstromen
- Integratie van **hernieuwbare energie** op Europese schaal
- Toegang tot **competitieve prijzen** op de internationale markt





# Het hoogspanningsnet in de Antwerpse haven

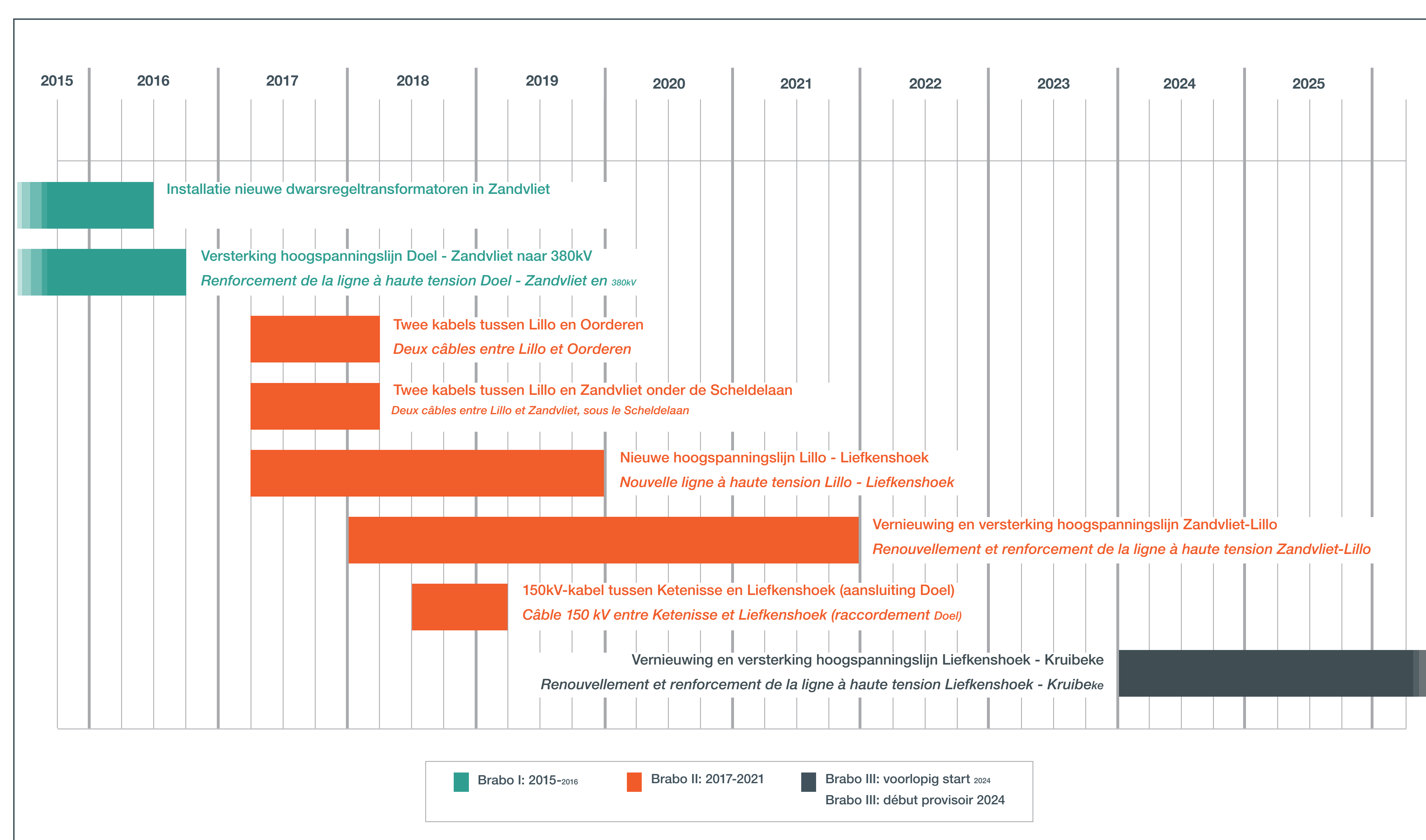
De haven van Antwerpen bestaat vandaag uit 99 km aan 380kV-lijnen, 122 km aan 150kV-lijnen, 62,3km aan 150kV-kabels en 21 hoogspanningsstations. Dit geheel aan verbindingen en posten maakt de energievoorziening van het havengebied mogelijk. Elia biedt met de versterking en vernieuwing van het hoogspanningsnet een antwoord op de groei van deze economisch belangrijke regio en de toekomstige behoeften van de haven.

## Brabo versterkt de energievoorziening van de Antwerpse haven

Het project Brabo versterkt het energienet in de Antwerpse haven en is opgebouwd uit drie deelprojecten, tussen de hoogspanningsstations Doel en Mercator (Kruibeke). Het Brabo-project neemt ongeveer vijftien jaar in beslag.

### Waarom is Brabo belangrijk?

- 1 Hogere importcapaciteit** is goed voor de bevoorradingszekerheid. Het project Brabo maakt het mogelijk om meer elektriciteit in te voeren vanuit Nederland.
- 2 Capaciteitsverhoging** van het energienet is noodzakelijk voor de groei van de Antwerpse haven. De versterking van het net maakt het mogelijk nieuwe productie-eenheden aan te sluiten in de haven.
- 3 Evolutie naar een geïntegreerd Europees energienet.** Europa vraagt aan haar lidstaten om voldoende transportcapaciteit naar en vanuit het buitenland te voorzien, zodat de internationale marktwerking verbetert en de energieprijis concurrentiëler wordt.





# Brabo I (2015-2016): van Doel naar Zandvliet

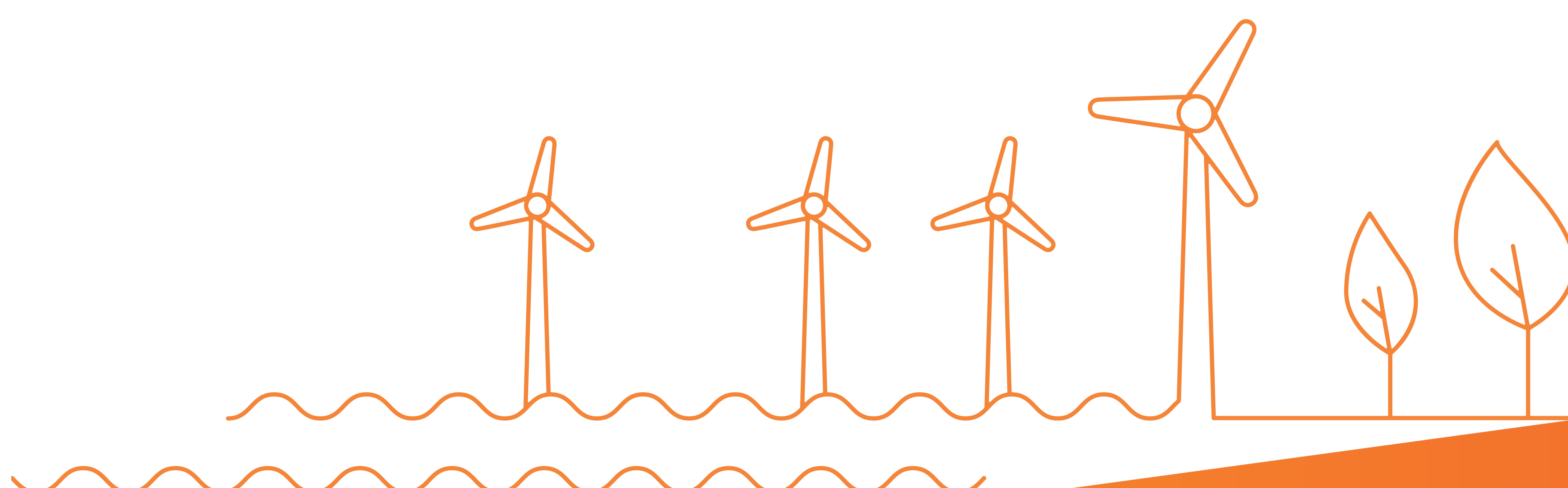
- 1 Installatie nieuwe dwarsregeltransformator in Zandvliet die de stroomtoevoer vanuit Nederland regelt en de geïmporteerde energie verspreidt over het hoogspanningsnet.
- 2 Om meer stroom te kunnen invoeren vanuit Nederland heeft Elia de hoogspanningslijn tussen Doel en Zandvliet versterkt en vernieuwd van 150kV naar 380kV.





## Brabo II (2017-2021): van Zandvliet naar Liefkenshoek

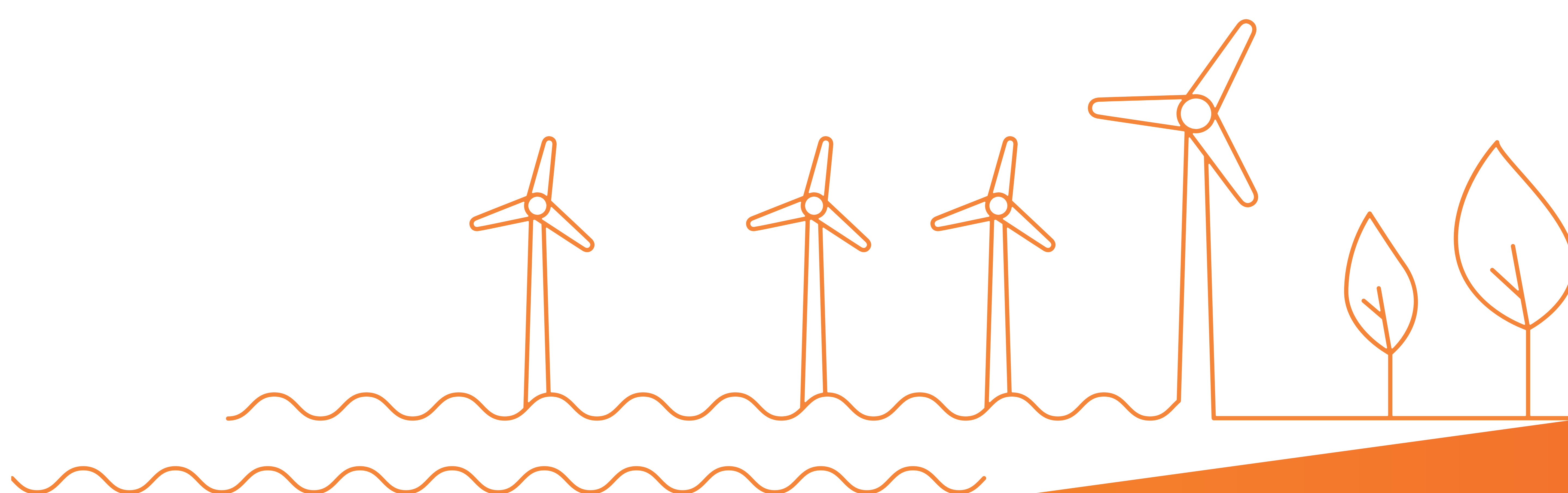
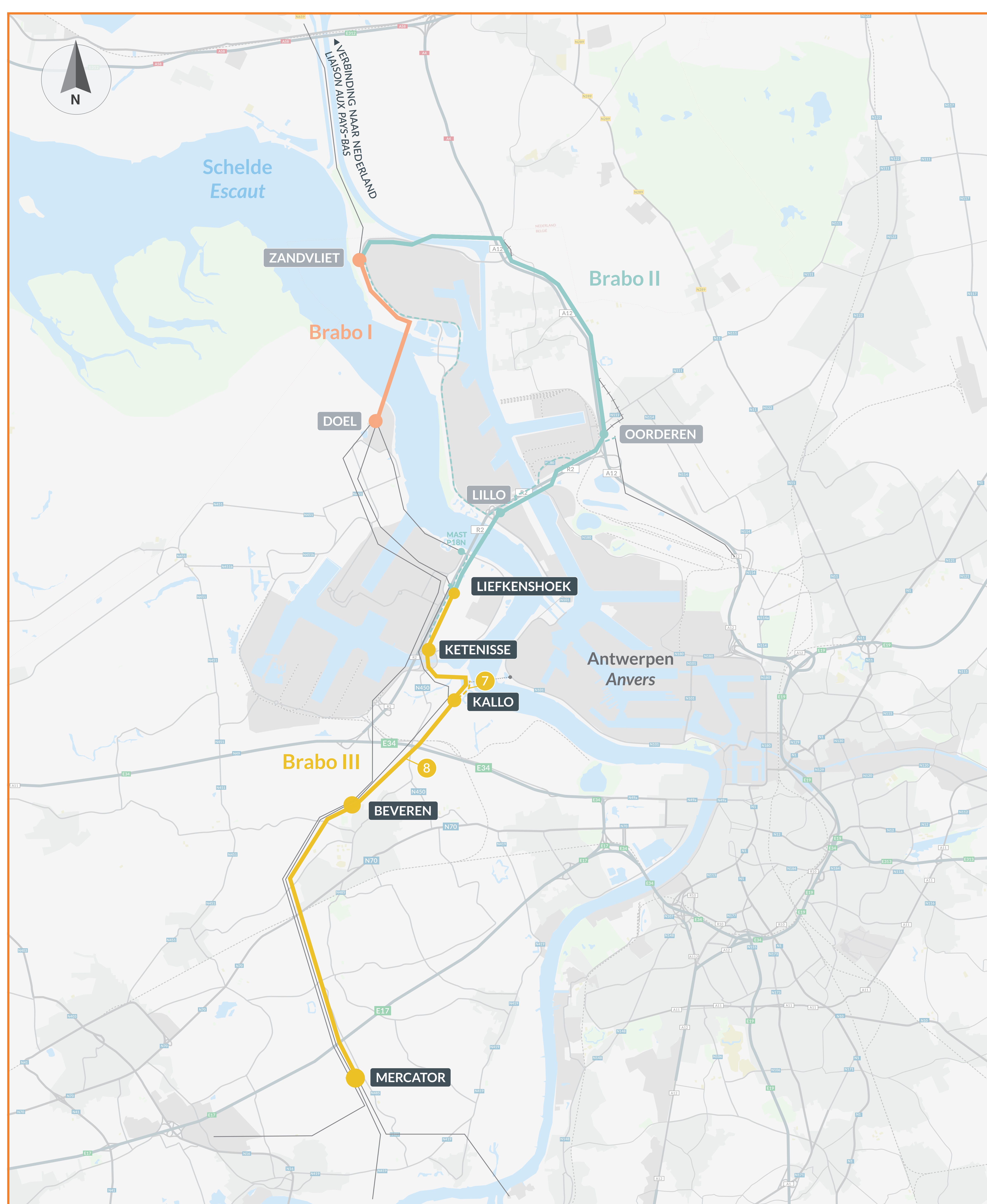
- 3 Twee nieuwe 150kV-kabelverbindingen tussen Lillo en Oorderen via de R2, Frans Tijmanstunnel en de Kruisweg.
- 4 Nieuwe ondergrondse 150kV-kabel tussen het hoogspanningsstation in Ketenisse en de mast P18N in Liefkenshoek.
- 5 Twee nieuwe 150kV-kabels onder de Scheldelaan, tussen de hoogspanningsstations Lillo en Zandvliet. Die kabels vervangen de twee bestaande 150kV-hoogspanningslijnen langs de A12 die later worden versterkt tot 380kV-lijnen.
- 6 De bestaande 150kV-hoogspanningslijn tussen Zandvliet en Lillo langs de A12 wordt vernieuwd en versterkt tot een 380kV-lijn.





## Brabo III (start werken in 2024): van Liefkenshoek naar Mercator

- 7 Er worden nieuwe ondergrondse 150kV-kabelverbindingen tussen Kallo en Beveren, tussen Kallo en Ketenisse, en tussen Ketenisse en Lillo aangelegd.
- 8 De bestaande 150kV-lijn tussen Liefkenshoek en Mercator (Kruibeke) wordt versterkt naar een 380kV-lijn.





# Brabo

## in facts and figures

- Gebruik van compacte, geïsoleerde mastarmen
- 3 deelprojecten
- 4 380kV-hoogspanningsposten
- 3.600MW capaciteit
- Tot 250 medewerkers aan de slag
- Investering van ongeveer 300 miljoen euro
- 2 provincies, 1 district en 4 gemeentes
- Project van ongeveer 15 jaar

### Brabo I

- 6,5km geüpgradede lijnen van 150kV naar 380kV

### Brabo II

- 11,1km aan funderingspalen
- 508 funderingspalen
- 18,5km 150kV-kabeltraject
- 18km 380kV-lijntraject

### Brabo III

- 21km 380kV-lijntraject
- 252km aan 380kV-geleiders
- 60 nieuwe masten
- 6km 150kV-kabeltraject
- 36km aan 150kV-kabels in totaal





# Dwarsregeltransformatoren in het hoogspanningsstation van Zandvliet

Momenteel staan er in het hoogspanningsstation van Zandvliet in totaal twee dwarsregeltransformatoren of DRTs. De eerste DRT werd in 2008 geïnstalleerd. In 2015 installeerde Elia een tweede DRT in het kader van het Brabo-project en tegen 2022 zal dit aantal verdubbelen naar vier DRTs

## Dwarsregeltransformator regelt energiefluxen vanuit buitenland

In tegenstelling tot gewone transformatoren, zetten DRTs de energie niet om van een hoger naar een lager spanningsniveau of omgekeerd. Een DRT opereert steeds op eenzelfde spanning, in dit geval 380/380kV.

De functie van een DRT is vergelijkbaar met die van een waterkraan, dat het debiet van een waterstraal bepaalt. Een DRT heeft de mogelijkheid om de fasehoek tussen nationale netten aan te passen en zo de richting en de grootte van de energiefluxen te bepalen. DRTs zorgen er op die manier voor dat de energiefluxen aan de grens met Nederland optimaal geregeld worden en dat de capaciteit van de interconnecties en de rest van het net optimaal benut wordt.



## Dwarsregeltransformator in cijfers

- Elke DRT bestaat uit **twee** kuipen
- Elke kuip bevat **143.300 tot 207.500 liter olie**
- Het totale gewicht van de DRT, inclusief olie en accessoires, bedraagt **1230,5 ton**
- De hoekverdraaiing is regelbaar van **-25° tot +25°**



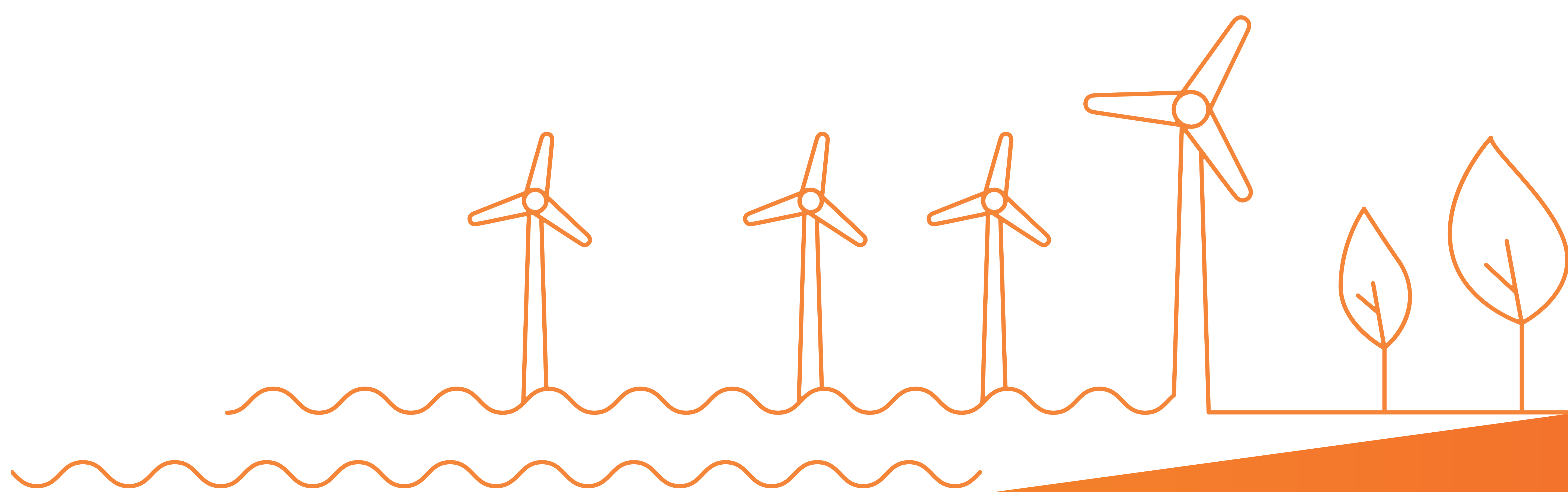


# Wist je dat ...



## ... Brabo het officiële symbool is van de stad Antwerpen?

Silvius Brabo was een Romeinse soldaat die de hand van de reus Druon Antigoon afhakte en die in de Schelde gooide.







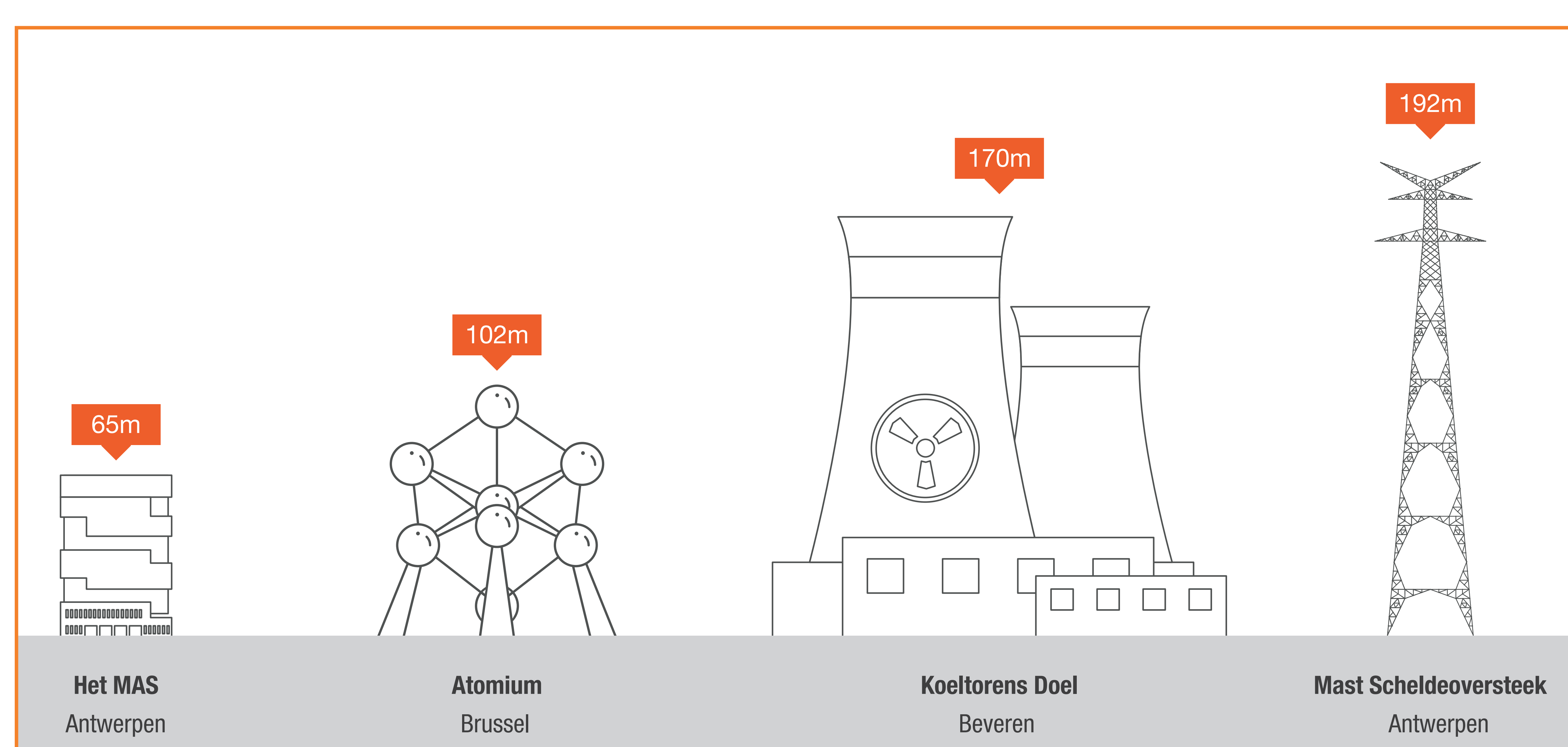
# Scheldeoversteek: hoogste masten van de Benelux

## Verbinding tussen Brabo II en Brabo III

Om de nieuwe 380kV-verbinding tussen Lillo en Liefkenshoek te kunnen maken, is een oversteek van de Schelde nodig. De verbinding sluit aan op een bestaande lijn die wordt versterkt van 150kV naar 380kV.

## Masten van 192m laten scheepsverkeer toe

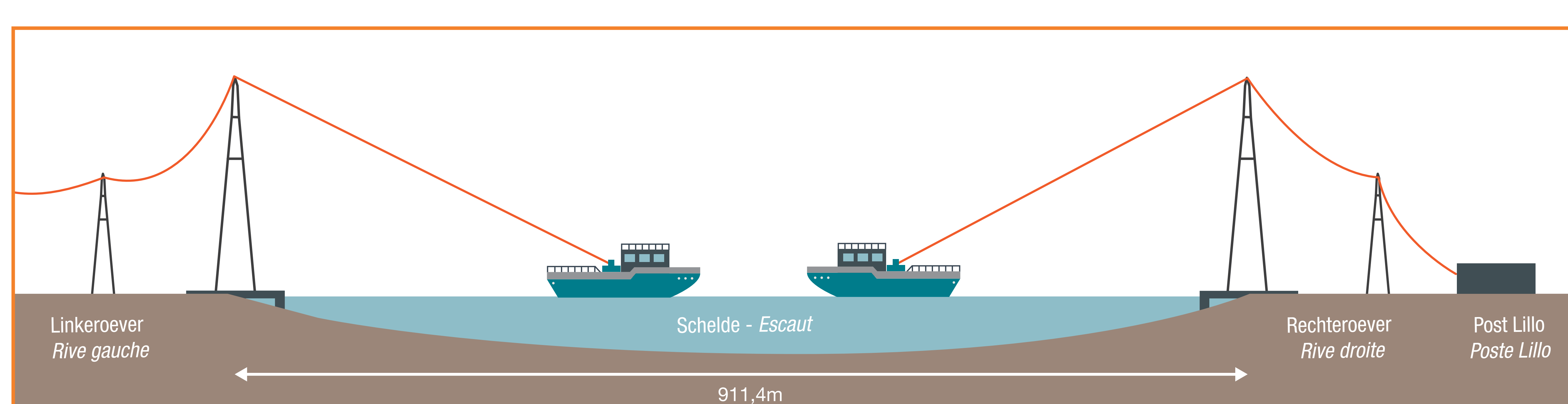
Elia plaatst op Linker- en Rechteroever twee masten van maar liefst 192m hoog, zodat de hoogspanningslijn de Schelde kan kruisen. Deze masten zijn de hoogste van de Benelux en zijn noodzakelijk om het scheepsverkeer op de Schelde een veilige passage onder de masten te bieden. De afstand die de geleiders over de Schelde kruisen, bedraagt 911 meter.





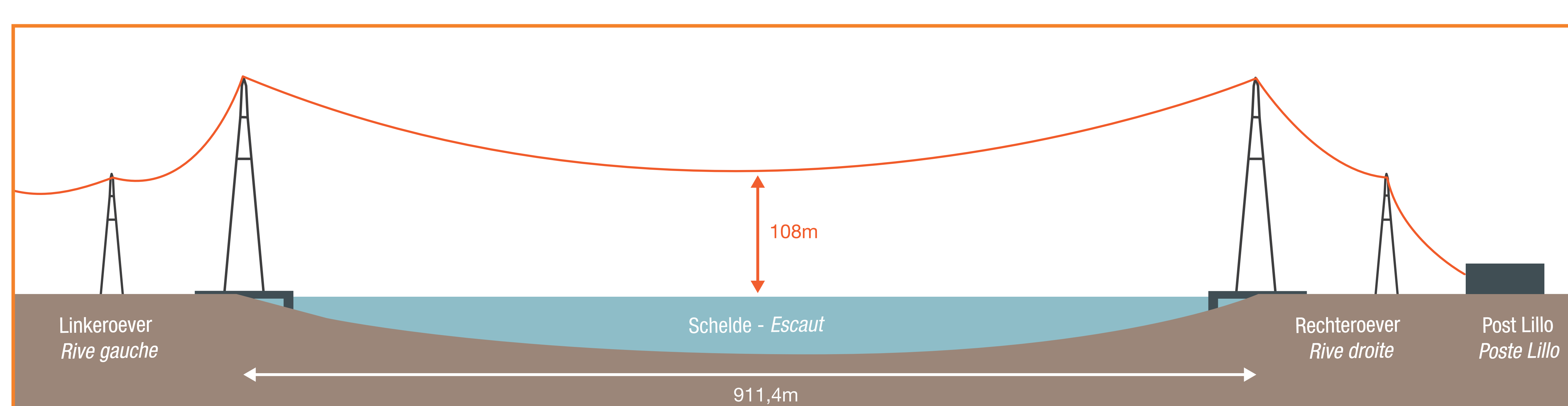
# Scheldeoversteek: technisch huzarenstukje

De twee masten op Linker- en Rechteroever komen deels op land en deels in de rivierbedding te staan. Om dit technisch huzarenstukje tot een goed einde te brengen, voorziet Elia aangepaste technieken voor de funderingswerken en de geleidertrek. Zo worden de masten eerst verbonden met trekkoorden door middel van boten. Vervolgens wordt het trektouw vervangen door een stalen trekkabel en tot slot wordt de definitieve geleider getrokken.



## De Scheldeoversteek in cijfers

Masten	Hijskraan	Geleiders en aardkabel
2 masten	204 m tophoogte	100 m veiligheidsperimeter van hoogste schip
192 m hoog	1.250 ton capaciteit	1 km overbrugging tussen de twee masten
5000 ton beton per mastfundering	Windsnelheden tot 35km/u	Temperatuur geleiders tot 240°C
584 ton staal per mast (excl. Wapeningsstaal funderingen)		





# Opbouw van de Scheldeoversteekt

## 1 Plaatsen van funderingen

- De funderingen worden in het water geplaatst door middel van tijdelijke jetty's, gecombineerd met het octopuspontoon van Herbosch-Kiere.

## 2 Aanvoeren en plaatsen van prefab betonbakken via de Schelde

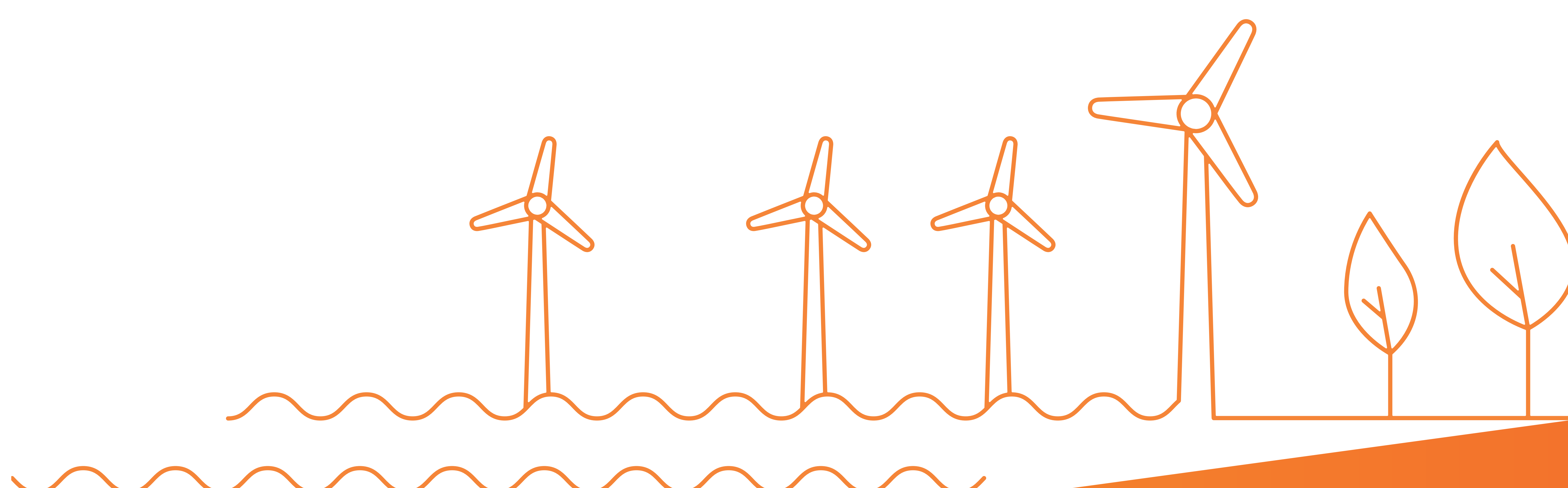
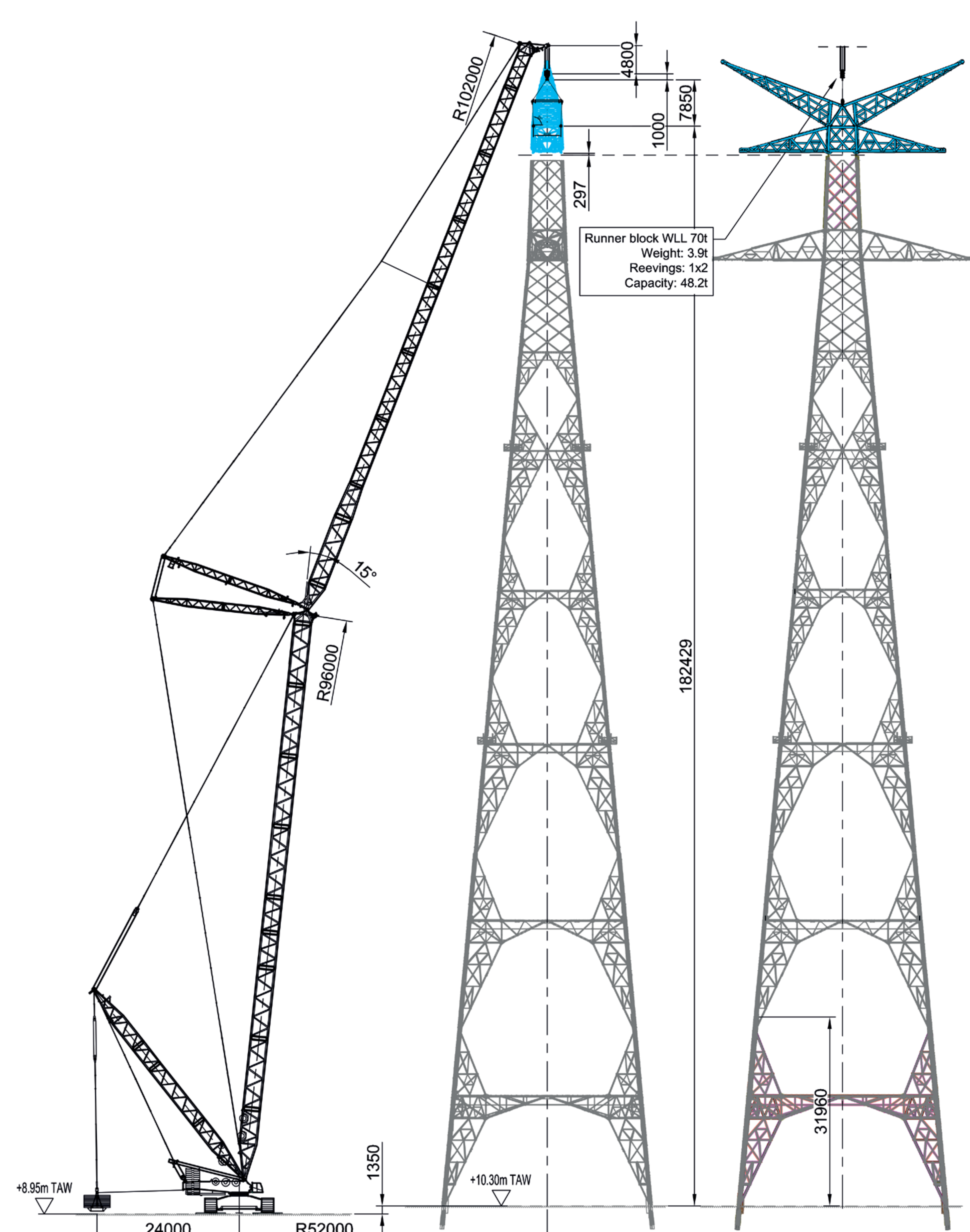
- Elia legt werkplatformen ter hoogte van de toekomstige mast aan. Hiervoor wordt een tijdelijk eiland ter hoogte van de toekomstige mast aangelegd.

## 3 Montage van de mast

- Assemblage van mastonderdelen op de grond
- Aanbrengen van twee verflagen op basis van epoxy ter bescherming tegen corrosie
- Op elkaar stapelen van de deelstukken met de 1.250 ton kraan
- Monteurs bevestigen de stukken aan elkaar
- De armen van de hoogspanningsmast bevestigen waar de kabels aan worden vastgemaakt
- Na montage worden de laatste verfwerken uitgevoerd ter hoogte van de verbindingpunten tussen de mastonderdelen

## 4 Geleiders en aardingskabel

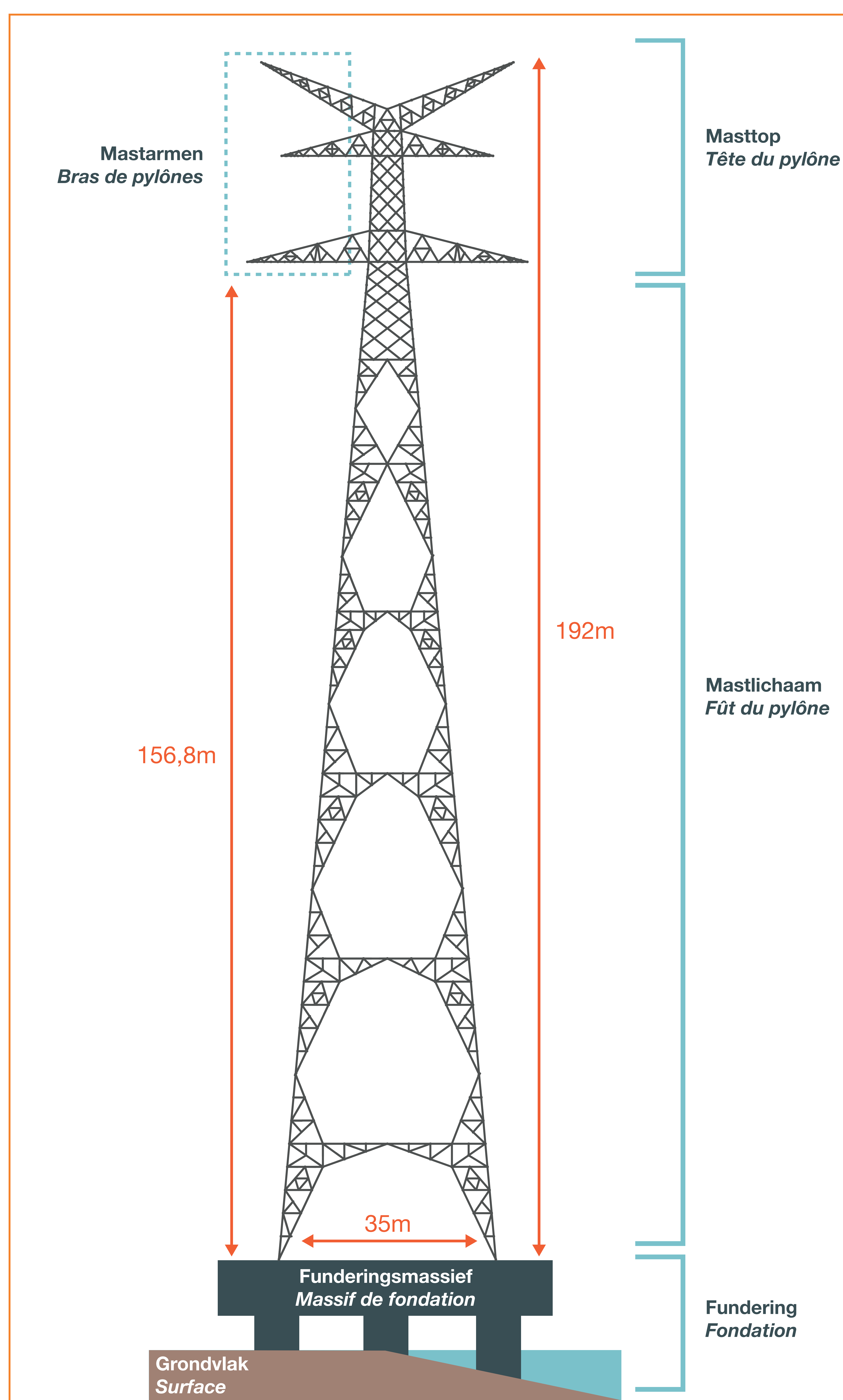
- Nylonkoord plaatsen door middel van boten
- Dikkere stalen trekkabel bevestigen aan nylonkoord en over trekwielen trekken met een trekstation
- Definitieve geleider trekken via de sterkere trekkabel
- Vastmaken van de geleiders aan de mastarmen door middel van isolatorkettingen





# Mast(odont)en in de Schelde

De masten van de Scheldeoversteek zijn een technisch huzarenstukje. Het zijn de hoogste masten van de Benelux en bestaan uit zes tetrapodes en mastkop met mastarmen. De onderste tetrapode weegt maar liefst 118 ton! Meer facts and figures vind je hieronder.





# Wist je dat ...



**... er maar 11 kranen in heel Europa bestaan die hoog genoeg zijn om de masten van de Scheldeoversteek te monteren?**

De kraan die Elia gebruikt, komt van het Belgische Sarens Wolvertem!

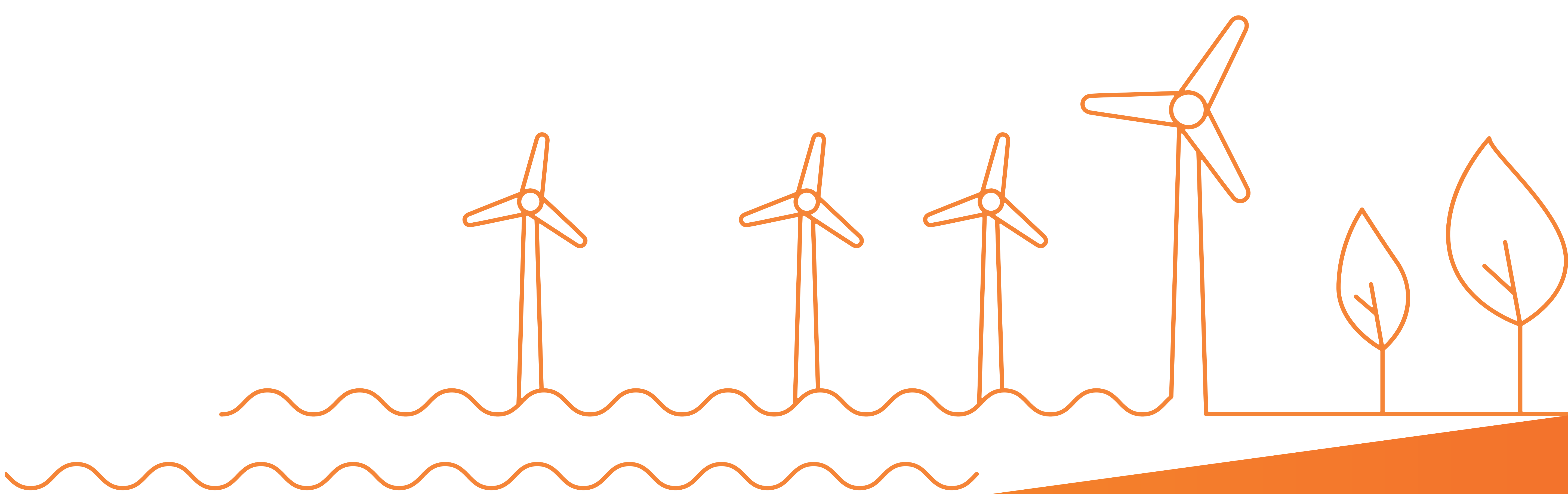




# Wat is een GIS?

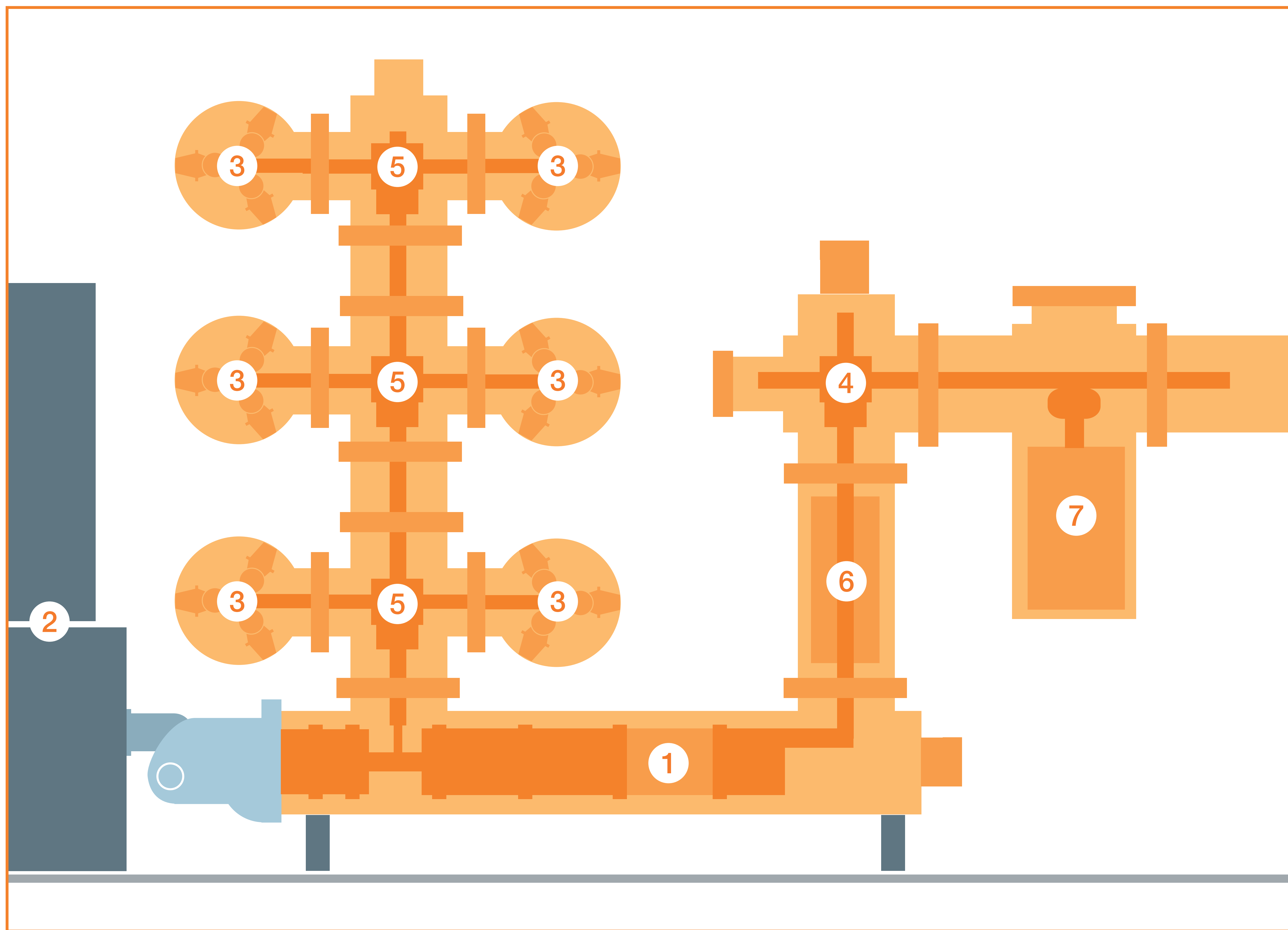
## Gas Insulated Switchgear verhoogt performantie en innovatie

De schakelapparatuur die zich in een hoogspanningsstation bevindt, kan worden vergeleken met een verdeelbord van elektriciteit dat in iedere woning aanwezig is, maar dan op veel grotere schaal. De schakelapparatuur kan op twee manieren geïsoleerd worden: bij GIS-installaties (Gas Insulated Switch Gear) wordt de apparatuur geïsoleerd met een speciaal SF6-gas. De apparatuur van een GIS-gestuurd hoogspanningsstation kan ondergebracht worden in een gebouw, waardoor ze niet zichtbaar is van buitenaf.

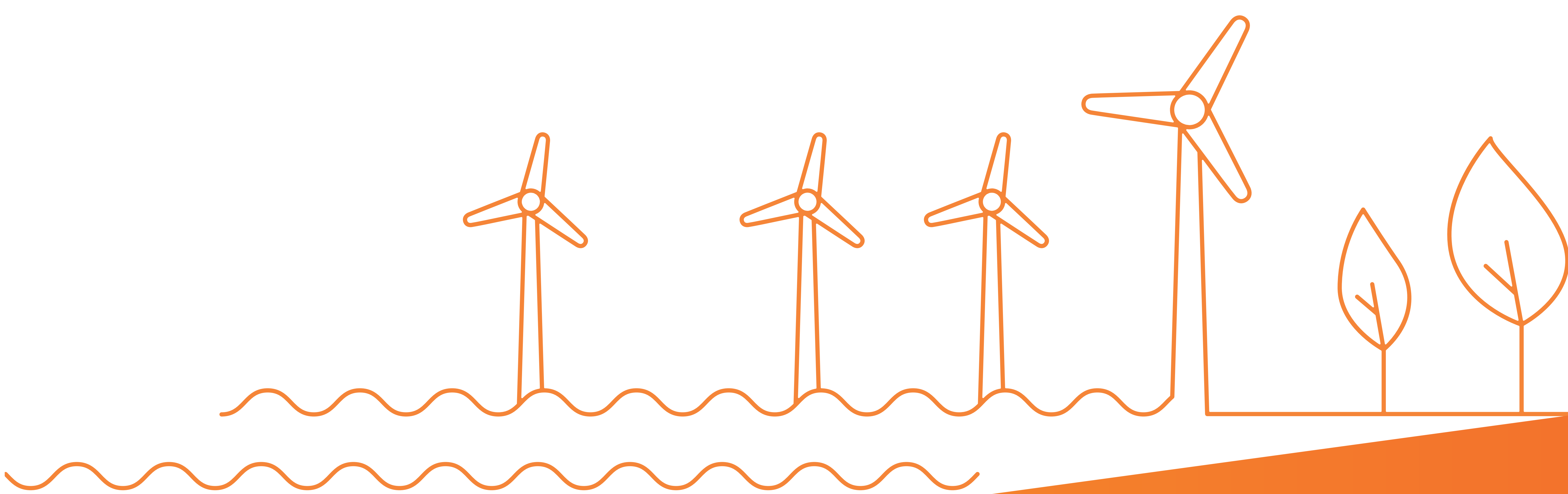




# Hoe werkt een GIS-installatie?



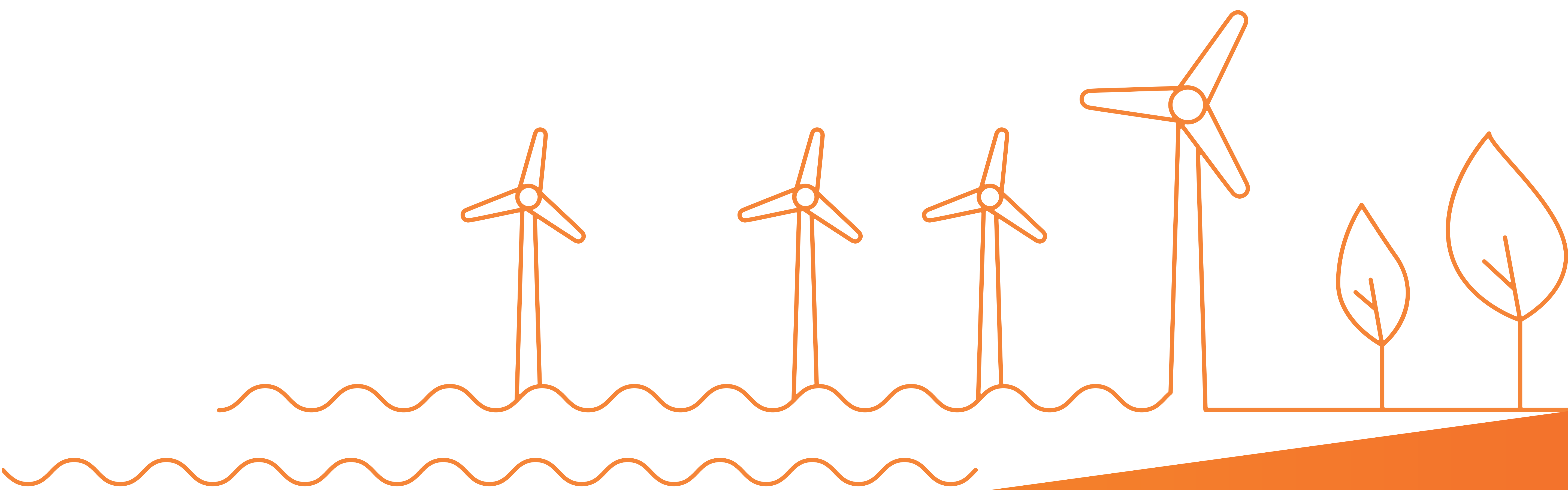
- 1 Vermogensschakelaar**  
Functie: stroom onderbreken (te vergelijken met een zekering)
- 2 Bedieningskast**  
Functie: verzamelen van signalen van de toestellen + bediening ervan mogelijk maken
- 3 Rail**  
Functie: stroom geleiden
- 4 Kabelscheider en -aarder**  
Functie: kabel loskoppelen van het Elia-netwerk + aarden van de kabel om er veilig mee te werken
- 5 Railscheider**  
Functie: stroomweg kiezen/bepalen
- 6 Stroomtransformator**  
Functie: meten van stroom
- 7 Spanningstransformator**  
Functie: meten van de spanning





# Constance monitoring van het elektriciteitsnet

De controleruimte van het hoogspanningsstation bevindt zich naast de GIS-zaal. Bij een storing of een extreme wisseling van spanningsniveaus stuurt de controleapparatuur een signaal naar de schakelapparatuur via onderstaande kabels. De verstoorde verbinding wordt vervolgens automatisch uitgeschakeld.

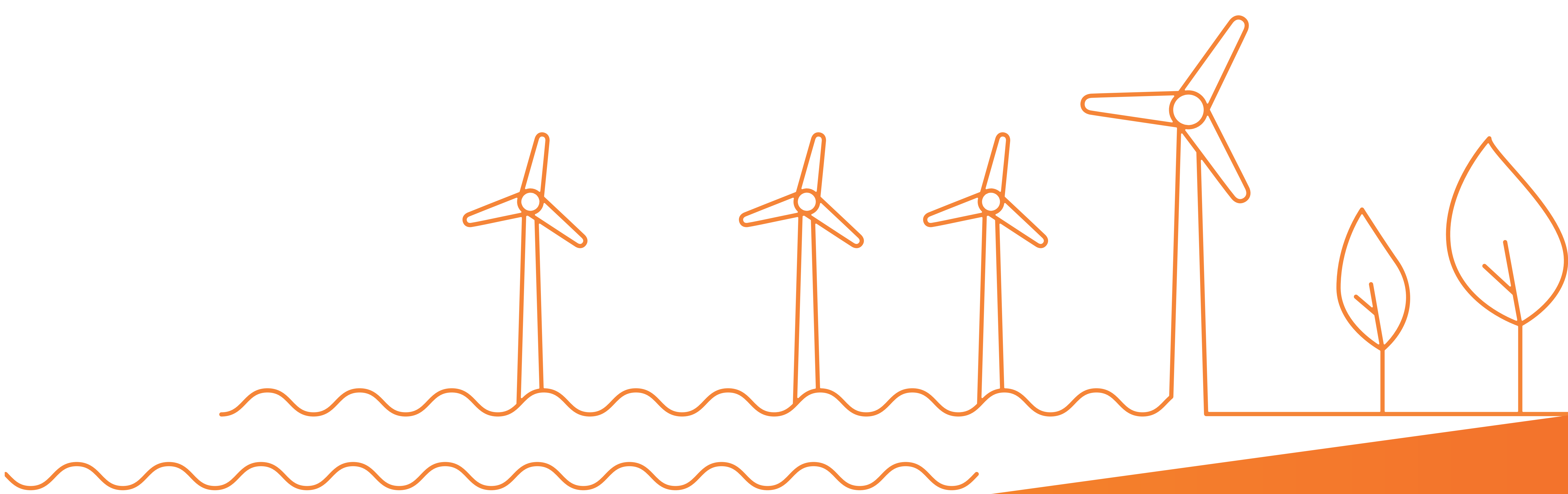
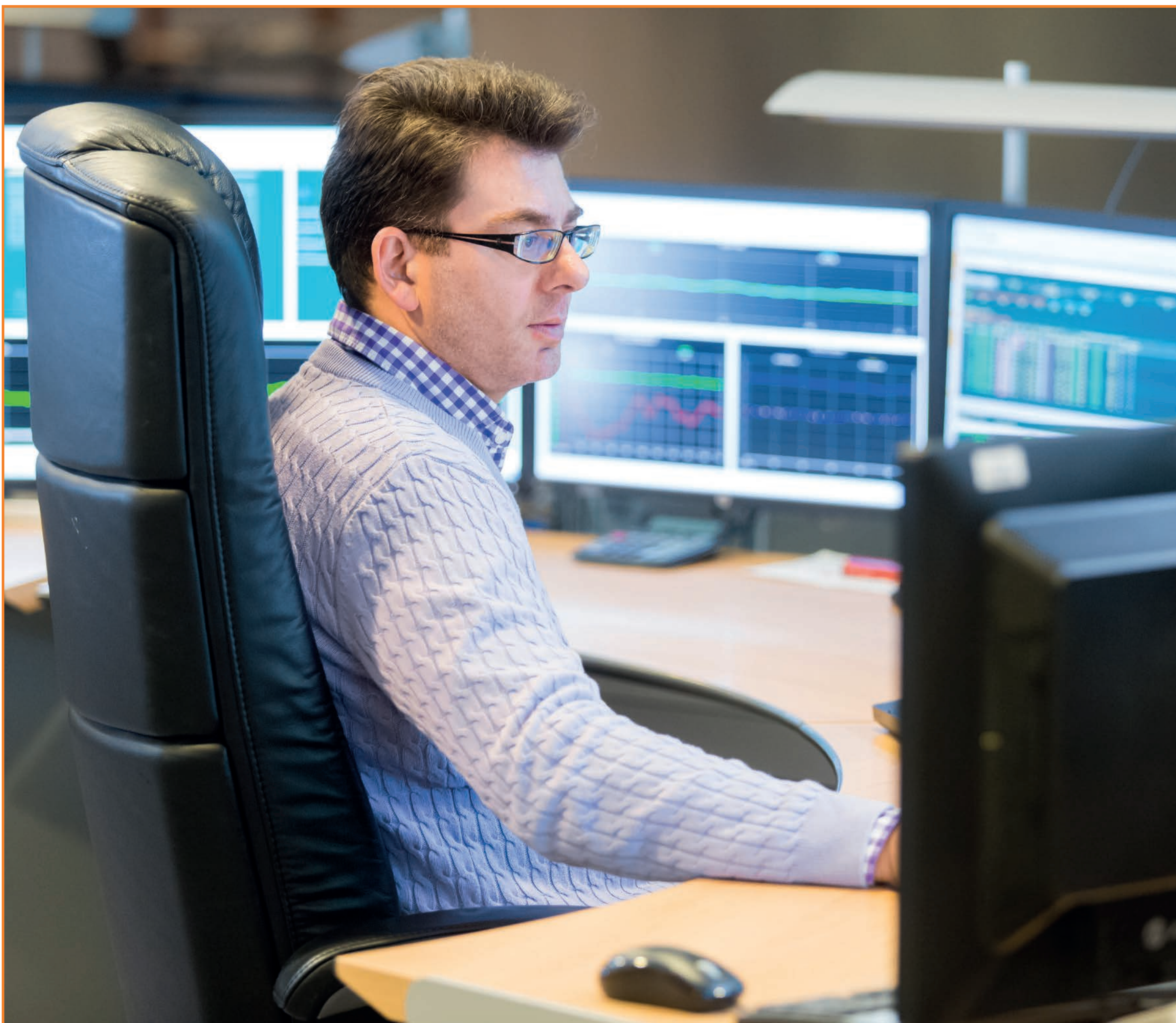






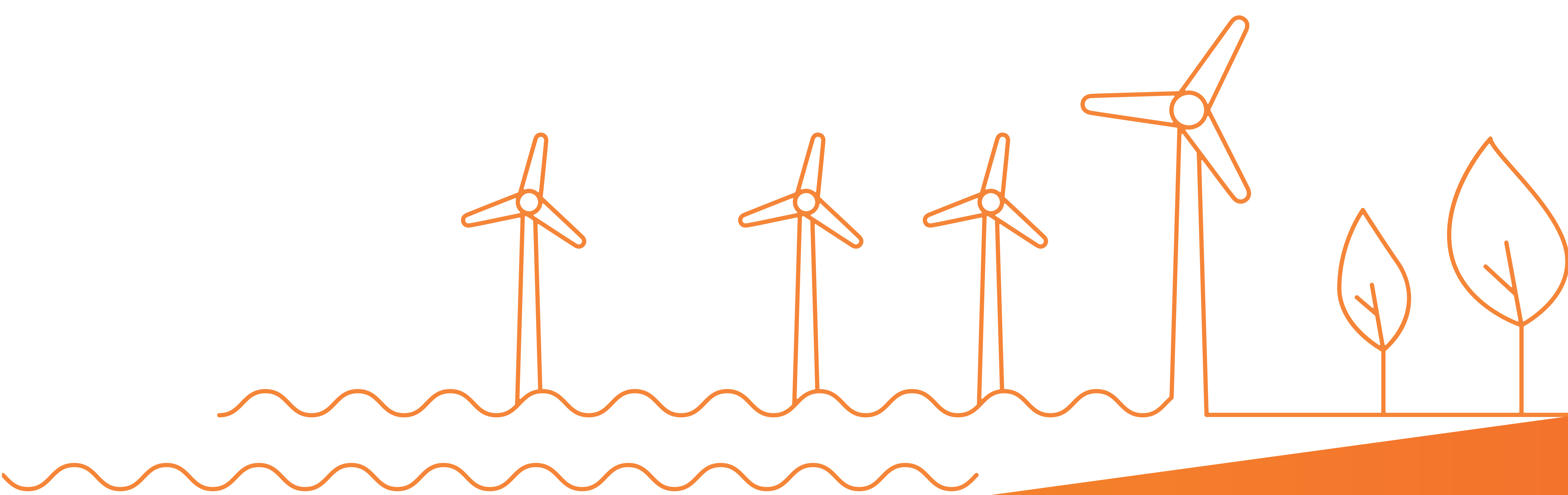
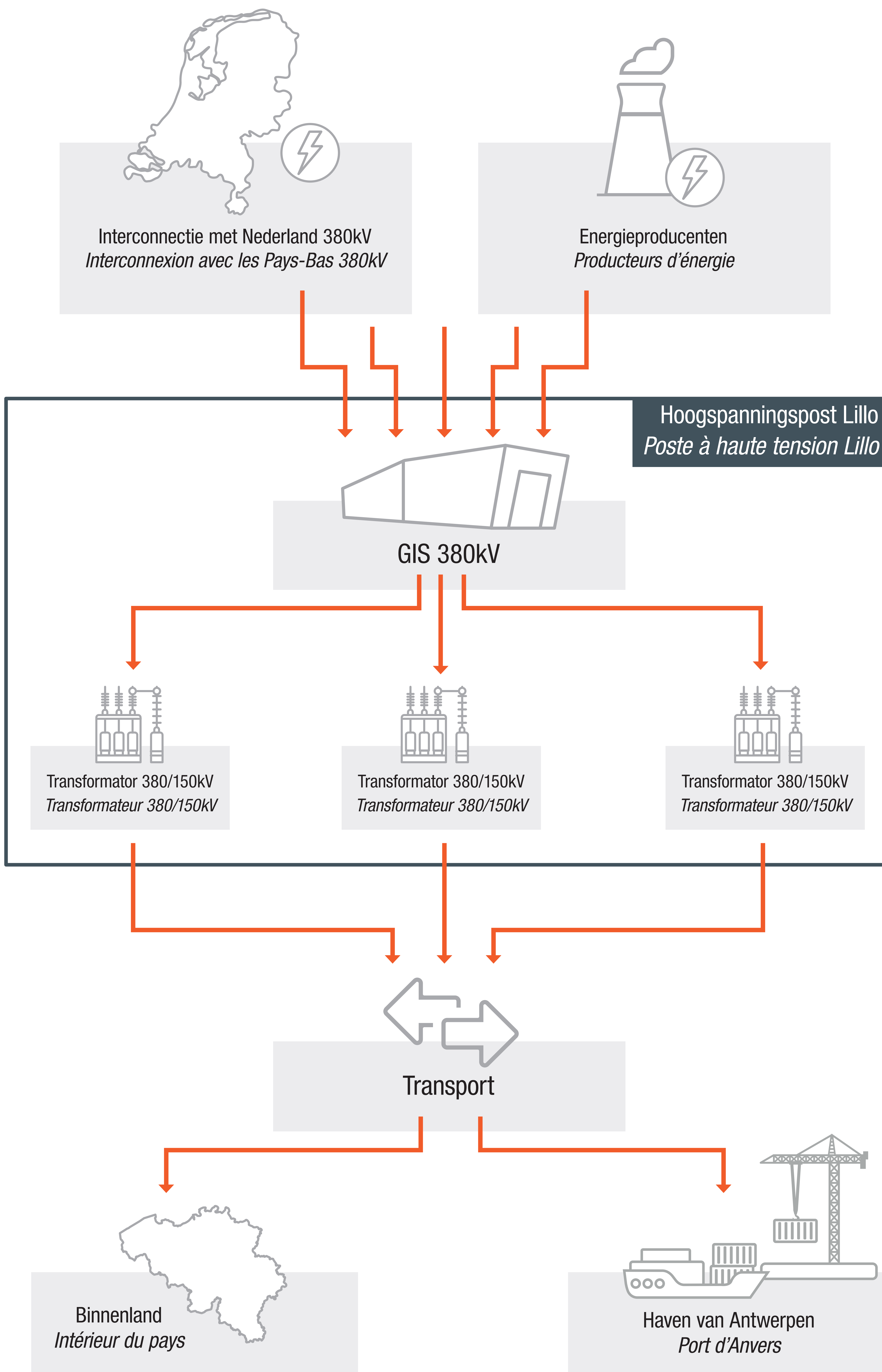
# Centrale dispatching volgt alles nauw op

Vanuit Elia's controlecentra in Merksem en Brussel wordt het hoogspanningsstation opgevolgd. Het dispatching team zorgt voor een constante monitoring van het elektriciteitsnet en houdt alles nauwgezet in de gaten. Ze kunnen vanop afstand bijsturen en schakelen.





# Hoe stroomt onze energie door Brabo?





# Waarvoor dient een transformator?

## Transformatoren regelen het spanningsniveau

Transformatoren zijn een cruciaal element in het Brabohoogspanningsstation. Ze zetten elektriciteit om naar een hoger of een lager spanningsniveau. Er zijn in dit station drie transformatoren die de elektriciteit omzetten van 150kV naar 380kV en omgekeerd.

## Van 380kV naar 150kV en omgekeerd

### TRANSFORMATOR 380kV → 150kV

Omzetten van elektriciteit voor link met het lokale net.



aantal

3

aansluiting

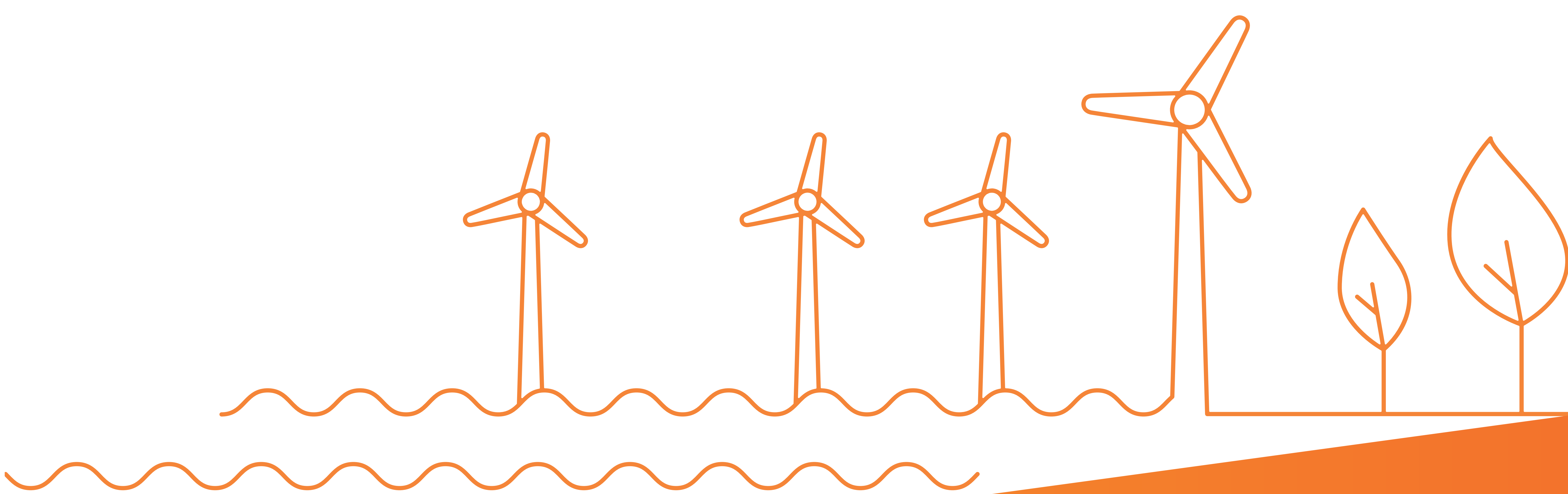
enkelfasig: elke transformator bestaat uit 3 stuks

gewicht (met olie)

200.000 kg

levensduur

50 jaar





# Elementen van een transformator

## Oliekuip vangt eventuele verliezen op

Onder de transformator is een kuip gebouwd. Mocht de transformator eventueel olie verliezen, wordt die opgevangen en de bodem niet vervuild.



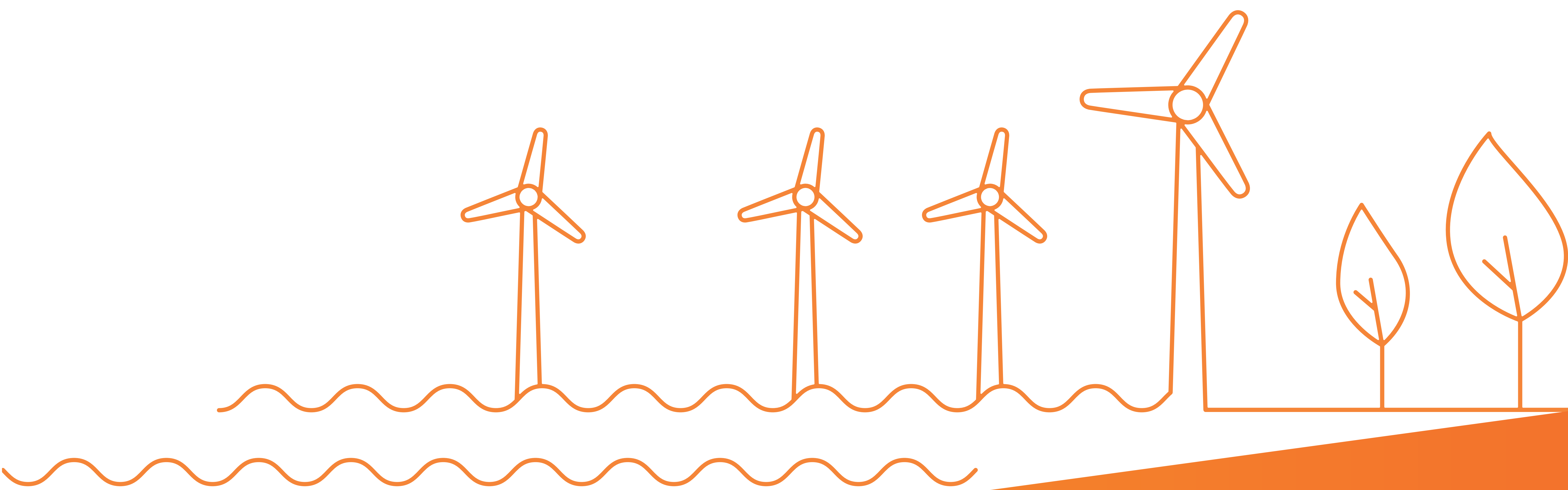
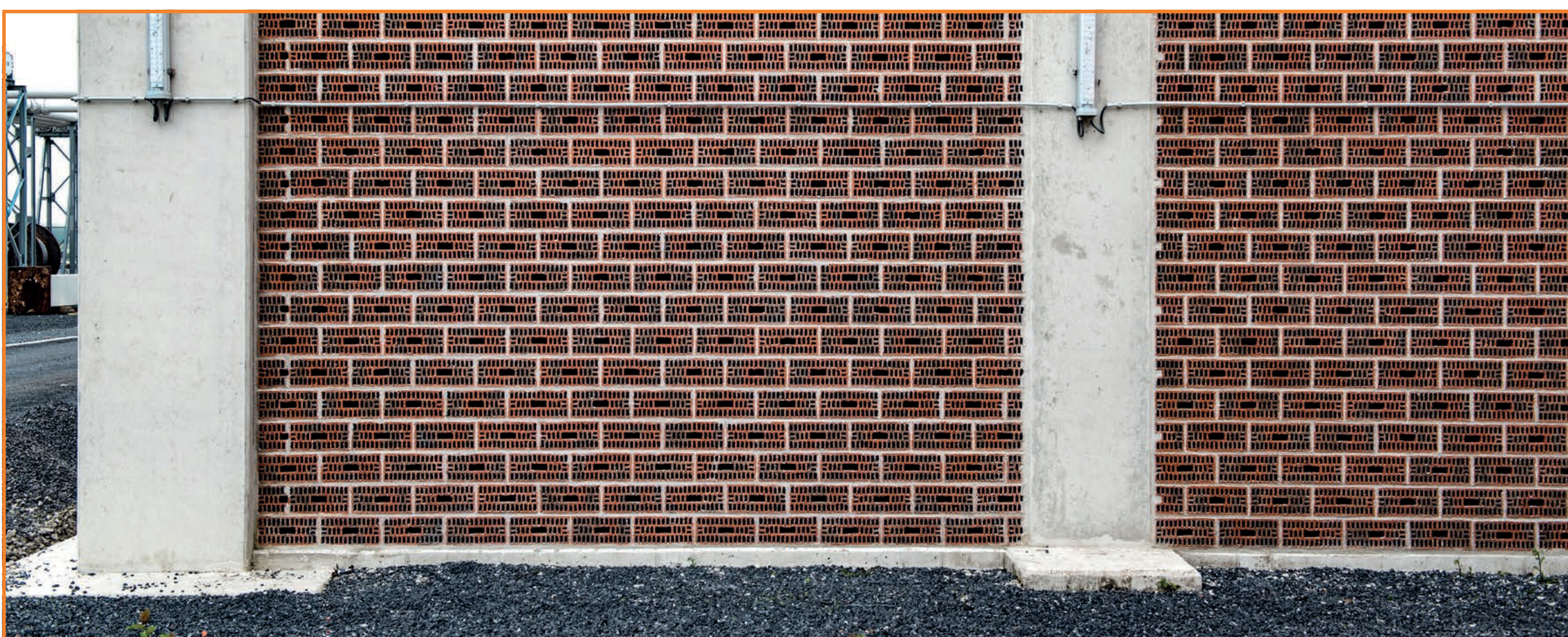
## Sporen zorgen voor transportmogelijkheid

Om transformatoren bij defect makkelijk te vervangen, zijn die op sporen gezet. Zo hoeft Elia minder zware takelwerken uit te voeren.



## Brandmuren beschermen de omgeving

Transformatoren staan buiten om beter af te koelen. Speciale muren rondom de installatie zorgen voor de brandveiligheid op de site.





# Wist je dat ...



**... het gewicht van een transformator kan oplopen tot 500 ton?**

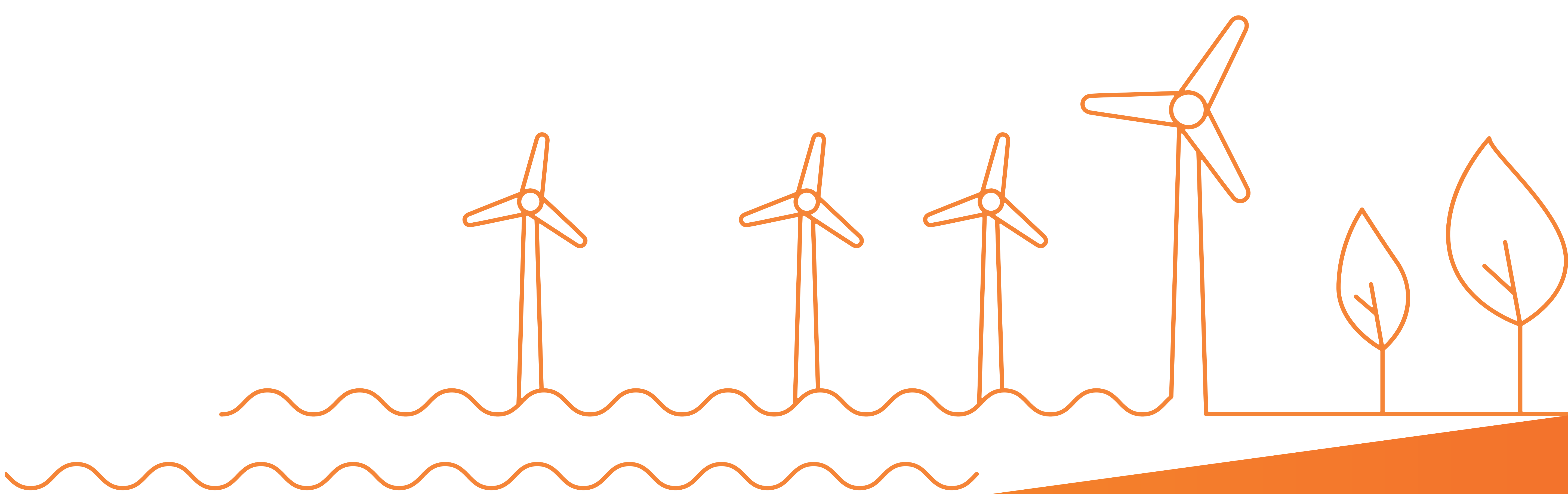
Dat is gelijk aan 83 volwassen olifanten!





## Wat is een AIS?

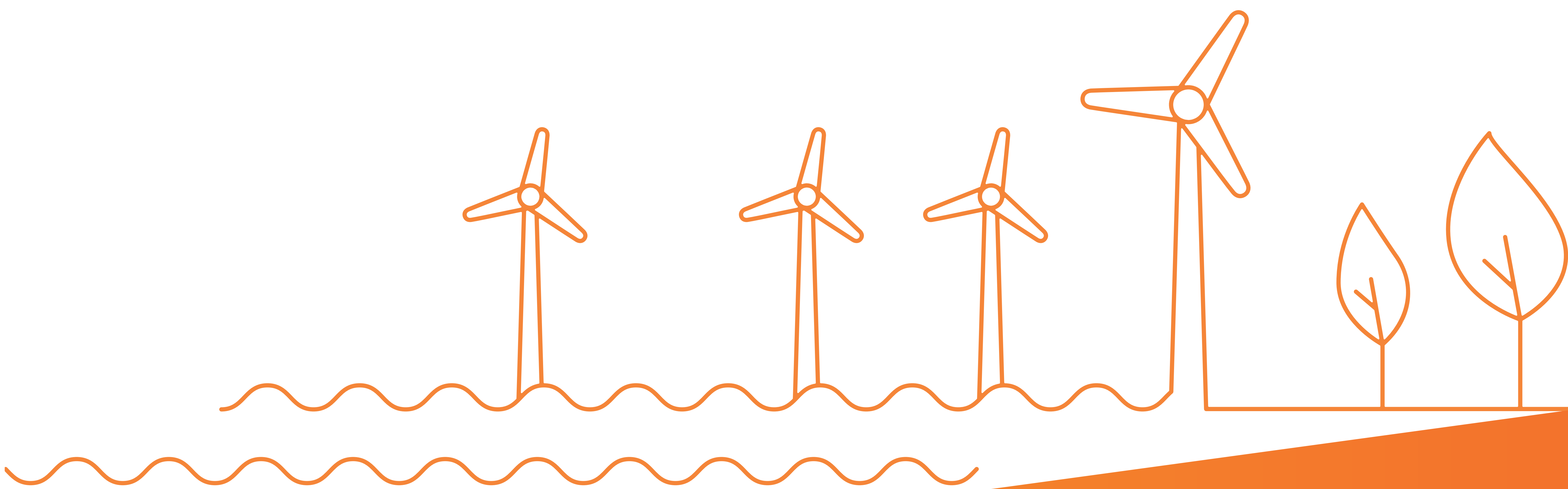
Een Air Insulated Switchgear (AIS) is een installatie waar de apparatuur niet binnen een afgebakend gebouw staat. De delen die onder spanning staan, zijn op grotere afstand gescheiden in de open lucht, dat als isolator optreedt.





## De verschillen tussen AIS en GIS?

GIS	AIS
	
<p>Dicht station met gehele schakelinstallatie opgenomen in een gebouw. (blokkendoos)</p>	<p>Open station met brede opstelling van schakelcomponenten in de buitenlucht</p>
<p>Isolatie door SF6-gas</p>	<p>Isolatie door atmosferische lucht</p>
<p>Geringer oppervlak dan AIS (ca. 50%).</p>	<p>Renovaties en aanpassingen relatief eenvoudig en goedkoop uit te voeren (AIS)</p>



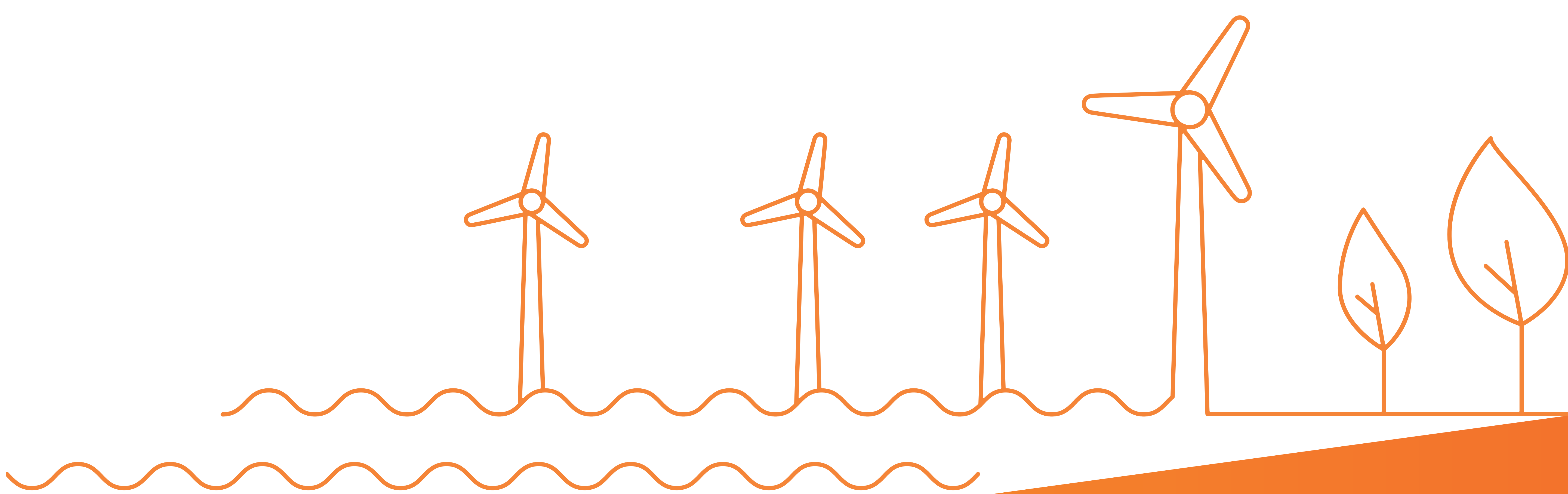


## De werking van een dieselgenerator

Een dieselgenerator of -aggregaat bestaat uit enerzijds een dieselmotor en anderzijds uit een generator. Deze dieselgenerator heeft een belangrijke functie bij noodstroomvoorziening. Ze kan namelijk op zelfstandige basis elektriciteit opwekken aan de hand van de dieselmotor. De opgewekte elektriciteit is nodig om in geval van een blackout een snelle opstart van het net te garanderen. In het totale Elia-net worden ongeveer 450 dieselgeneratoren voorzien.

### 415kVA vermogen

De dieselgenerator die in het hoogspanningsstation van Lillo te vinden is, kan een vermogen genereren van 415kVA, of 415.000 voltampère. Dat staat gelijk aan de capaciteit van ongeveer 100 stopcontacten.







## 3D-geprinte maquette van Scheldeoversteek

Elia liet in 2017 een 3D-geprinte versie van een van de masten van de Scheldeoversteek maken. Dit model is op een schaal van 1:100 gemaakt en is dus honderd keer kleiner dan de masten die momenteel in de Schelde-oever geplaatst worden.

### Maquette houdt stand in windtunneltests

De maquette werd oorspronkelijk gemaakt om te testen of de masten van 192m hoog en afzonderlijke mastonderdelen felle rukwinden zouden aankunnen. De maquette werd daarom in het Von Karman Institute in Brussel in een windtunnel geplaatst, waarbij men geschaalde simulaties van stormwinden uitvoerde. De mastbasis van de maquette werd in de windtunnel onderworpen aan maximale windsnelheden van 105km/u. De volledige maquette kreeg windvlagen van 79km/u te verduren. De 3D-geprinte maquette doorstond deze simulaties met glans, wat Elia de nodige informatie gaf om het rekenkundige ontwerp te certificeren en tot de productie van de masten over te gaan.

