

DOORSTARTEN OF HERSTARTEN?

Eindrapport

Intendant Ventilus-proces in opdracht van minister Zuhair Demir en de Vlaamse Regering

28 februari 2022





Guy Vloebergh
guy@ventilusintendant.be
www.ventilusintendant.be

VENTILUS-INTENDANT

INHOUD

1	MANAGEMENTSAMENVATTING	5
1.1	Opdracht van de Ventilus-intendant	5
1.2	Gezondheidseffecten van elektromagnetische velden bij hoogspanningslijnen	5
1.3	Technologiekeuze	6
1.4	Criteria	8
1.5	Conclusies	8
1.5.1	Doorstart	8
1.5.2	Herstart	9
1.6	Slotbeschouwing	9
2	OPDRACHT INTENDANT	10
2.1	Context en omschrijving opdracht	10
2.2	Het team	11
3	HET DOORLOPEN PROCES	13
3.1	Dialog met wie?	13
3.2	Opbouw van de bemiddelingsopdracht in VIER fasen	14
3.3	Omgang met de pers	16
4	INHOUDELIJKE FOCUS	17
4.1	Wat voorafging	17
4.1.1	Start GRUP Ventilus	17
4.1.2	Nood aan bijkomend onderzoek	20
4.2	Het verzoekschrift van de burgerplatforms bij het Vlaams Parlement	22
4.3	Gedeelde vraagstelling van alle stakeholders uit fase 2	23
4.3.1	Lokale besturen	23
4.3.2	Middenveldorganisaties	23
4.3.3	Burgerplatforms	23
4.4	Het initiatief van de federale overheid d.d. 15 oktober 2021	24
5	ONDERZOEKSRESULTATEN	25
5.1	Resultaten uit het onderzoek betreffende technologie	25
5.1.1	Ventilus-verbinding en alternatieven: inleiding	25
5.1.2	De energietransitie en de gevolgen voor het transmissienet	25
5.1.3	Technologie voor de transmissie van elektrische energie (hoog vermogen)	26
5.1.4	Achtergrond uitbating en planning van elektrische netwerken	28
5.1.5	Bevoorradingszekerheid	31
5.1.6	Gemiddelde belasting van de Ventilus-verbinding	37
5.1.7	Kernvragen verzoekschrift en plandoelstellingen	38
5.1.8	Alternatieven voor Ventilus	43
5.1.9	Invloed aankondigingen Energie-Eiland, extra offshorewind en verbinding naar Denemarken	44

5.2	Resultaten uit het onderzoek betreffende gezondheid	46
5.2.1	Wisselende magnetische velden	46
5.2.2	Biologische en zintuiglijke effecten versus gezondheidseffecten	48
5.2.3	Acute effecten en hun mechanisme	48
5.2.4	Langetermijneffecten	49
5.2.5	Een zwaluw maakt de lente niet	49
5.2.6	Alleen leukemie of...?	49
5.2.7	Normering acute effecten nodig	50
5.2.8	Bepaling van een norm	51
5.2.9	Binnenmilieubesluit	51
5.2.10	Nood aan wetenschappelijk onderzoek toegepast op België	52
5.2.11	Aanbevelingen	52
6	HOOFDSTUK CONCLUSIES	53
6.1	Opdracht van de Ventilus-intendant	53
6.2	Deel 1 - Vergelijkende tabel op hoofdlijnen	54
6.2.1	Functionele minimumvereisten	56
6.2.2	Impact Omgeving	59
6.2.3	Uitvoering	62
6.3	Deel 2 - Conclusies prof. van Hertem m.b.t. technische haalbaarheid van ondergrondse alternatieven voor Ventilus.....	63
6.3.1	Technische haalbaarheid versus plandoelstellingen	63
6.3.2	Ventilus light	63
6.3.3	Alternatieven dieper in het binnenland	64
6.3.4	Prepare for future	64
6.3.5	Bijkomend onderzoek n.a.v. federale ambities windenergie	64
6.4	Deel 3 - Conclusies prof. Adang m.b.t. gezondheidseffecten van straling bij hoogspanningslijnen....	67
6.4.1	Huidig beleid	67
6.4.2	Norm in Vlarem voor acute blootstelling	67
6.4.3	Toepassing van het voorzorgsprincipe	68
6.4.4	Meten is weten: monitoring en opvolging	68
6.5	Deel 4 - Conclusies aangaande het proces.....	70
6.5.1	Kiezen uit twee opties: doorstart of herstart	70
6.5.2	Een doorstartscenario met gezondheidsmaatregelen	74
6.5.3	Nood aan een lange termijnvisie	75
6.5.4	Slotbeschouwing	75
7	BIJLAGEN	78
7.1	Appendices m.b.t. het onderzoek technologie door prof. Dirk Van Hertem	78
7.1.1	Appendix 1 - Alternatieve opties voor Ventilus	78
7.1.2	Appendix 2 - Elektromagnetische velden in de nabijheid van hoogspanningsverbindingen	79
7.2	Toelichting van de onderzoeksresultaten door de experts technologie en gezondheid.....	80
7.2.1	Resultaten onderzoek technologie door prof. Dirk Van Hertem (28.10.2021)	80
7.2.2	Resultaten onderzoek gezondheid door prof. Dirk Adang (28.10.2021)	81
7.2.3	Resultaten verder onderzoek technologie door prof. Dirk Van Hertem (19 & 20.01.2022)	82

1 MANAGEMENTSAMENVATTING

1.1 OPDRACHT VAN DE VENTILUS-INTENDANT

De opdracht van de Ventilus-intendant kwam in de lente van 2021 tot stand. Dit gebeurde nadat de burgerplatforms in oktober 2020 een verzoekschrift met betrekking tot het gewestelijk ruimtelijk uitvoeringsplan Ventilus (GRUP Ventilus) hadden ingediend bij het Vlaams Parlement. Dat planningsproces was vastgelopen omdat tijdens de publieke raadpleging over de startnota van het GRUP (mei-juni 2019) 3500 inspraakreacties werden ingediend, waaronder dertig petitities. Ook een dubbelcheck technologie (juni-juli 2020) met internationale experts leidde niet tot een beslissing om het GRUP-proces voort te zetten (met de opmaak van de scopingnota). Daarop stelde minister Zuhair Demir een intendant aan om alle vragen uit het verzoekschrift van de burgerplatforms **helder te beantwoorden en om te bemiddelen met alle stakeholders** over het GRUP Ventilus met als doel het proces te deblokken. Tijdens de opdracht van de intendant werd het GRUP-proces 'on hold' gezet.

Alle vragen en alternatieven die de burgerplatforms in hun verzoekschrift formuleerden en bijkomende vragen die ontstonden vanuit de dialoog, werden door de intendant en zijn team uitvoerig onderzocht en beantwoord. Dit gebeurde **binnen een termijn van zes maanden in dialoog met alle stakeholders**: de gouverneur en de burgemeesters van de betrokken West-Vlaamse gemeenten, de middenveldorganisaties betreffende landbouw, natuur en ondernemen en de burgerplatforms. Ook met het departement Omgeving (Vlaamse overheid) en Elia werd overlegd. Alle betrokkenen kregen de kans nog bijkomende vragen te formuleren, wat uitmondde in een gedeelde vraagstelling begin juli 2021.

Met vertegenwoordigers van de negen burgerplatforms werden de resultaten van de onderzoeken uitvoerig en **op een constructieve wijze besproken en uitgediept**. Op 28 oktober 2021 werden alle onderzoeksresultaten aan alle stakeholders voorgelegd tijdens een gezamenlijke dialoogsessie te Izegem. Twee thema's stonden hierbij centraal: de effecten van hoogspanningslijnen op de gezondheid en de technologiekeuze (bovengrondse hoogspanningslijnen in wisselstroom of ondergrondse leidingen in gelijkstroom). Een tweetal weken voor deze dialoogsessie maakte de federale overheid echter haar plannen bekend voor een aanzienlijke uitbreiding van de capaciteit van offshorewindenergie en de bouw van een energie-eiland. Kort daarna werd een haalbaarheidsstudie voor een nieuwe interconnectie met Denemarken aangekondigd (Triton Link). De burgerplatforms vreesden dat deze plannen gevolgen zouden hebben voor Ventilus. Ze drongen aan op bijkomend onderzoek **na aankondiging van de Federale Regering over haar nieuwe plannen**. De opdracht van de intendant werd daarom door minister Demir met maximaal drie maanden verlengd.

In het eindrapport buigt het Ventilus-team¹ zich over de onderzoeksvragen omtrent gezondheid en technologiekeuze en over de manier waarop de Ventilus-procedure in de toekomst kan verlopen. Is er voldoende draagvlak om het GRUP Ventilus een doorstart te geven of is het nodig om een nieuwe procedure te beginnen om het Ventilus-project met ondergrondse verbindingen te herstarten?

1.2 GEZONDHEIDSEFFECTEN VAN ELEKTROMAGNETISCHE VELDEN BIJ HOOGSPANNINGSLIJNEN

In de startnota van het GRUP Ventilus werd het probleem van magnetische velden bij hoogspanningslijnen met betrekking tot gezondheid benoemd. Het is de verdienste van de burgerplatforms dat ze het minder heldere en deels ontbrekende beleid met betrekking tot de mogelijke gezondheidseffecten van deze velden hoog op de agenda gezet hebben, niet alleen voor Ventilus maar ook als een generiek thema.

¹ Intendant Guy Vloebergh stelde een expertenteam samen bestaande uit prof. Dirk Adang (gezondheid), prof. Dirk Van Hertem (technologie), Conny Deneweth (communicatie) en Yves Loix (juridische aspecten).

Alle vragen uit het verzoekschrift die hierop betrekking hebben, werden onderzocht door prof. dr. Dirk Adang, voorzitter van de permanente commissie niet-ioniserende elektromagnetische straling bij de Hoge Gezondheidsraad en professor aan de UHasselt. Hij concludeert – op basis van wetenschappelijk onderzoek – dat voor kortstondige intense blootstelling aan de magnetische velden van de hoogspanningslijnen een **gezondheidskundige advieswaarde van 100 microtesla (μT)** gehanteerd moet worden. Deze waarde mag met andere woorden nooit overschreden worden.

Wetenschappelijk onderzoek bevestigt ook een statistisch verband tussen magnetische velden en een verhoogde kans op kinderleukemie. Toepassing van het voorzorgsprincipe leidt daarom tot de aanbeveling om kinderen jonger dan 15 jaar niet langdurig bloot te stellen aan een **jaargemiddelde (dus langdurige) straling van meer dan 0,4 μT** . In België krijgen jaarlijks ongeveer 93 kinderen leukemie (alle oorzaken) en ongeveer 1 daarvan zou het gevolg kunnen zijn van blootstelling aan de magnetische velden van alle hoogspanningslijnen in België (5600 km). Dit moet in de voorwaardelijke wijze gesteld worden omdat internationaal onderzoek tot hier toe alleen een statistisch en geen oorzakelijk verband kon aantonen. Op dit ogenblik is er geen wetenschappelijke consensus over andere gezondheidsaffecten in relatie tot de magnetische velden van hoogspanning, zoals hersentumoren, alzheimer, effecten op vruchtbaarheid, andere vormen van kanker enzovoort. Het verband met verzwaring van effecten in combinatie met fijnstof werd negatief beantwoord. Er zijn evenmin chronische gezondheidseffecten aangetoond bij personen ouder dan 15 jaar die verblijven in de buurt van hoogspanningslijnen.

Aanbevelingen voor de Vlaamse Regering inzake gezondheid:

- (1) beide hogergenoemde waarden (100 μT voor kortstondige en 0,4 μT voor langdurige blootstelling) vastleggen in wetgeving, in uitvoeringsbesluiten en/of in bindende afsprakenkaders;
- (2) deze blootstellingslimieten controleerbaar maken door een transparant, publiek raadpleegbaar en real-time meetsysteem te ontwikkelen en te installeren;
- (3) aan monitoring en handhaving doen als onafhankelijke instantie;
- (4) transparante en heldere communicatie en voorlichting voor de bevolking opzetten en
- (5) onafhankelijk wetenschappelijk onderzoek initiëren en ondersteunen omtrent de relatie tussen gemeten waarden van de magnetische inductie binnen en buiten de 0,4 microtesla-corridors en de incidentie van kinderleukemie.

Belangrijk voor de geloofwaardigheid is minstens aan de aanbevelingen (1) en (2) qua realisatie een mijlpaal in de tijd te koppelen, zijnde bijvoorbeeld de definitieve goedkeuring van het gewestelijk RUP of het verlenen van omgevingsvergunningen voor het Ventilus-project, om vervolgens op alle hoogspanningslijnen (met prioriteit voor Ventilus) meetgegevens te kunnen monitoren en handhaven.

1.3 TECHNOLOGIEKEUZE

Het voorgestelde Ventilus-project bestaat uit een bovengrondse hoogspanningslijn in wisselstroom met een transportcapaciteit van 2 x 3 GW, zoals de rest van het Belgische 380 kV-net. Volgens experts kan Ventilus in **wisselstroom van maximaal 8 tot 12 kilometer ondergronds** worden aangelegd.

De burgerplatforms werkten zelf **verschillende ondergrondse alternatieven op gelijkstroom (DC)** voor Ventilus uit. Die ondergrondse alternatieven op gelijkstroom werden zeer uitvoerig onderzocht door prof. dr. Dirk Van Hertem, expert in transmissietechnologie bij Energyville en hoofddocent aan de KULeuven. Het is technisch haalbaar om de nieuwe windenergie uit de Noordzee en die van de nieuwe Nautilus-interconnectie ondergronds in gelijkstroom aan te sluiten met het bestaande 380kV-hoogspanningsnetwerk. Zo'n volledig ondergronds alternatief kan dan alle offshorewind en de Nautilus-interconnectie connecteren met het 380 kV-backbone-netwerk. Toch vormt het ondergrondse voorstel in gelijkstroom geen alternatief voor Ventilus, omdat het niet aan elk van de zes doelstellingen van het Ventilus-project beantwoordt. Het is geen robuuste oplossing, verzekert België minder tegen een stroomuitval en is

dus slechter voor de bevoorradingszekerheid. Ook realiseert dit voorstel niet in dezelfde mate onthaalcapaciteit voor toekomstige uitbreidingen, wat sterke beperkingen oplegt voor toekomstige aansluitingen. In een poging het gebrek aan robuustheid te verhelpen werd onderzocht om aanvullend op de ondergrondse aansluiting in gelijkstroom nog een hoogspanningslijn van 3 GW in wisselstroom te bouwen. Zo kan vanuit Avelgem een verbinding met de Stevin-hoogspanningslijn gemaakt worden. Dit zou een **Ventilus-light project** zijn waar echter niemand het voordeel van inzag omdat er visueel geen verschil is en de magneetvelden niet zoveel verschillen.

In theorie zijn andere alternatieven mogelijk om de **ondergrondse gelijkstroomverbindingen dieper in het binnenland** aan te sluiten. Deze theoretische alternatieven lossen de behoefte aan een bijkomende verbinding met de Stevin-hoogspanningslijn echter niet op. Bovendien verschuiven ze de problematiek van de magneetvelden en bijkomende infrastructuur naar het binnenland.

Aan prof. Van Hertem werd ook gevraagd zelf een volledig ondergronds concept in gelijkstroom te ontwerpen. Dat voorstel draagt de naam **'prepare for future'**. In dit voorstel sluiten een volledig grid in gelijkstroom én de energie uit zee aan op het bestaande elektriciteitsnet en wordt een nieuwe ondergrondse verbinding tussen Avelgem en de Stevin-lijn voorzien, als backbone van het hoofdelektriciteitsnet. Maar de technologie om dit te kunnen realiseren bestaat vandaag nog niet en er kunnen ook geen garanties gegeven worden om de robuustheid te realiseren. Dit houdt een reëel investeringsrisico in dat kan leiden tot een 'sunk investment'.

In oktober 2021 communiceerde de **federale overheid** de **ambitie** om de capaciteit van de nieuwe offshorewindzone te verhogen van 2100 MW windenergie naar 3150 tot 3500 MW en een energie-eiland te bouwen. Dit veroorzaakte onrust bij de burgerplatforms. Prof. Van Hertem onderzocht of deze nieuwe plannen ook gevolgen zullen hebben voor Ventilul. Uit dit onderzoek bleek dat niet het geval.

De capaciteit van 2 x 3 GW die in het Ventilul-project voorzien is, blijft met deze verhoogde federale doelstellingen op zee voldoende en ongewijzigd. Er is dus geen behoefte aan een Ventilul 2 of bijkomende versterking van de geplande Ventilul-verbinding.

Het aangekondigde energie-eiland kan een aantal opportuniteiten bieden in het voordeel van de gelijkstroomoptie. Het biedt echter geen oplossing voor de robuustheid van het netwerk (bij uitval van de Stevin-lijn) en wijzigt in dat opzicht niets aan Ventilul.

De federale overheid kondigde in het najaar ook de haalbaarheidsstudie voor een **nieuwe interconnectie met Denemarken** aan, de zogenaamde Triton Link. Verwacht wordt dat die als een directe verbinding naar het binnenland gebracht wordt met aansluiting in de regio Antwerpen. Dit impliceert dat de Triton-verbinding – zoals die nu voorligt – geen invloed op het Ventilul-project zal hebben.

Op vraag van de burgerplatforms berekende prof. Dirk van Hertem ook of **30%** een realistische waarde is voor het **jaargemiddeld vermogen** dat door het Ventilul-project zal stromen en welke invloed een capaciteitsverhoging op het jaargemiddeld magnetisch veld heeft. Uit dit onderzoek bleek dat een jaargemiddelde belasting van 30% overeenkomt met een hoge (conservatieve) inschatting van de vermogenstromen door de Ventilul-verbinding. Het is niet aannemelijk is dat de jaargemiddelde belasting van 30% op de Ventilul-lijn in de toekomst verzaard wordt. De zone waar een jaargemiddeld magnetisch veld van meer dan 0,4 microtesla dan optreedt, hangt af van het pyloontype en varieert tussen maximaal 55 m aan weerszijden tot maximaal 90 m.

Vanuit technisch perspectief kan geconcludeerd worden dat het Ventilul-project in wisselstroom met een transportcapaciteit van 2 x 3 GW en met gedeeltelijke ondergrondse aanleg tot maximaal 12 km) momenteel de enige oplossing is om op een robuuste en toekomstgerichte wijze de noodzakelijke stappen te zetten om de energietransitie te realiseren tegen 2030 en perspectief biedt voor de ontwikkelingen daarna.

De recente aankondigingen van de Federale Regering doen hieraan geen afbreuk.

Aanbevelingen voor de Vlaamse Regering inzake technologiekeuze hangen samen met het beant-

woorden van de vraag of het GRUP-proces voor Ventilus kan doorstarten of moet herstarten. Om een goede en doordachte keuze te maken plaatst het Ventilus-team in dit eindrapport op hoofdlijnen de voor- en nadelen van een ondergronds project in gelijkstroom naast het bovengronds hoogspanningsproject in wisselstroom. Beide alternatieven worden aan de hand van een aantal criteria afgewogen.

1.4 CRITERIA

Qua technisch **functionele minimumvereisten** scoort het Ventilus-project het best omdat het globale elektriciteitsnetwerk op een robuuste wijze versterkt wordt, zodat vele doelstellingen – waaronder de voorradingszekerheid – gezamenlijk gerealiseerd kunnen worden. Ook toekomstige uitdagingen na 2030, waaronder veel ondergrondse infrastructuur indien de technologie beschikbaar is, kunnen hierop aangesloten worden. Voor de economie is een versterking van het West-Vlaamse 150 kV-electriciteitsnet belangrijk. Dit is in beide alternatieven mogelijk. Het is wel moeilijker en duurder als het gekoppeld is aan het ondergrondse alternatief.

In een tweede groep criteria '**impact op de omgeving**' scoort een ondergronds project in gelijkstroom beter op het vlak van gezondheid (geen straling). We zien een wat gemengd beeld van voor- en nadelen voor beide projecten inzake impact op landbouw, natuur, landschap, ruimte enzovoort.

Een derde groep criteria is gericht op **uitvoering** waarbij het hoogspanningsproject in wisselstroom zowel qua timing als qua kostprijs positiever scoort.

1.5 CONCLUSIES

1.5.1 DOORSTART

Bij de keuze om het opgestarte Ventilus-project te heractiveren kunnen we spreken van een 'doorstart' waarbij **tijdens het verdere proces gewerkt kan worden aan tal van milderende maatregelen** die hun oorsprong vinden in het milieuonderzoek. Zo zal in de MER-procedure onderzocht worden welk tracé de geringste impact op de gezondheid (het belangrijkste nadeel ten opzichte van een ondergronds project) heeft. Dit geldt ook voor de impact op landbouw en natuur.

Verder kunnen een aantrekkelijk aankoopbeleid van Elia waar nieuwe hoogspanningslijnen komen en sociale begeleiding in heel het project bijdragen tot oplossingen, kan werk gemaakt worden van het versneld ondergronds brengen van bestaande 150 kV-hoogspanningslijnen in de regio enzovoort. Het zou een bijzonder krachtig signaal zijn als minstens dubbel zoveel woningen/gezinnen in de regio verlost worden van de magneetvelden door bestaande hoogspanningslijnen ondergronds te brengen, als er nieuwe woningen/gezinnen bijkomen door Ventilus.

Sommige aspecten zoals de landschappelijke impact zijn uiteraard minder makkelijk te remediëren, maar zelfs hiervoor zijn extra inspanningen en maatregelen realiseerbaar.

Een doorstartscenario zou in elk geval op korte termijn tot een voorkeurstracé moeten leiden. Dit maakt het mogelijk om snel duidelijkheid te geven aan de ca. 10.000 gezinnen die nu door de vele tracé-alternatieven in de startnota van het GRUP gevat worden. Omdat het GRUP-proces ondertussen al 2,5 jaar stilligt, zijn vele mensen radeloos.

Een zorgvuldig uitgekozen tracé van de Ventilus-hoogspanningslijn zou slechts ca. 300 bijkomende woningen binnen de 0,4µT-zone en dus 300 gezinnen extra belasten in vergelijking met de situatie nu. Dit zowel door de nieuwe hoogspanningslijnen als door de versterking van bestaande (afhankelijk van welke

variant er gekozen zal worden). Deze duidelijkheid zal voor duizenden betrokkenen dus zeker een verlossende boodschap zijn.

Een doorstartscenario vraagt ook een intensief procesmanagement om de dialoog met zowel de stakeholders als de brede bevolking op een kwaliteitsvolle manier te voeren. Kwaliteitsvol communiceren betekent gestructureerd overleggen gedreven door de inhoud, op een transparante en heldere wijze.

1.5.2 HERSTART

Bij de keuze voor de verdere uitwerking van ondergrondse projecten in gelijkstroom kunnen we spreken van een 'herstartscenario'. Herstart omdat deze keuze afwijkt van de oorspronkelijke plandoelstellingen van het Ventilus-project en bijkomende ondergrondse alternatieven evenwaardig mee onderzocht moeten worden. Dit kan niet binnen de lopende GRUP-procedure. Een herstart betekent **het stopzetten van de lopende GRUP-procedure**.

Een herstart vergt meer tijd omdat nieuw overleg en nieuw studiewerk moet gebeuren, maar biedt het voordeel dat er mogelijk geen hoogspanningslijnen zullen bijkomen maar wel ondergrondse kabelcorridors. De bijkomende infrastructuur die in dit scenario nodig is om de gelijkstroomkabels te kunnen opvangen en om onthaalcapaciteit te creëren voor verdere ontwikkelingen, zullen deel uitmaken van dit nieuwe plan.

Deze weg inslaan vergt echter ook een onderhandeling over de herziening van het Federaal Ontwikkelingsplan tussen de Vlaamse en de federale overheid met bijhorend strategisch MER-onderzoek, de studie van een volledig nieuw concept van netuitbouw, waarbij we op een minder stringente wijze naar de voorradingszekerheid moeten kijken (en elektriciteitswet daarop aanpassen). De geografische scope zal veel groter zijn dan het huidige Ventilus-project. Het risico is reëel dat het herstartscenario een loutere **verschuiving van het debat naar een andere regio** betekent, terwijl de stroombevoorrading in dit scenario minder zeker wordt.

Pas wanneer deze nieuwe plannen op tafel liggen, wordt duidelijk waar er nieuwe GRUP-procedures (geïntegreerde planningsprocessen) nodig zijn en of het niet beter is te kiezen voor een procedure complexe projecten. Zowel deze (nieuwe) procedures als de lopende GRUP-procedure zijn niet vrij van juridische procedures.

Het onderzoek heeft geen bewijzen gevonden dat een herstart zal leiden tot andere alternatieven die superieur zijn aan de voorgestelde optie in het GRUP.

Bij de keuze voor een herstartscenario zal België de 'Fit for 55'-doelstellingen niet halen waaraan tegen 2030 voldaan moet zijn.

1.6 SLOTBESCHOUWING

Op de vraag of de bemiddelingsopdracht van de intendant het draagvlak voor het huidige Ventilus-project (GRUP) vergroot heeft, is het antwoord eerder negatief.

Hoewel alle openstaande vragen uit het verzoekschrift van de burgerplatforms, uit de inventarisatiefase van de bemiddelingsopdracht en uit de bijkomende vragen over de nieuwe federale plannen op een ernstige manier onderzocht en beantwoord werden en hierover intensief overlegd is met alle stakeholders, konden de bezorgdheden van de actoren niet weggenomen worden.

Toch zijn we ervan overtuigd dat de nieuwe inzichten en kennis over de materie kunnen bijdragen tot een weldoordachte besluitvorming door de Vlaamse Regering. Verder uitstel van beslissing zal het draagvlak zeker niet verhogen.

2 OPDRACHT INTENDANT

2.1 CONTEXT EN OMSCHRIJVING OPDRACHT

Op 7 mei 2021 gaf minister Zuhair Demir aan Guy Vloebergh de opdracht om te bemiddelen in het moeilijk verlopende planningsproces van het gewestelijk ruimtelijk uitvoeringsplan Ventilus (GRUP Ventilus). Als bemiddelaar, verder intendant genoemd, moest Guy Vloebergh in de eerste plaats de vragen van het parlementair verzoekschrift, ingediend door de burgerplatforms tegen het GRUP Ventilus, trachten te beantwoorden. In dit verzoekschrift vroegen de burgerplatforms om het planproces te stoppen en herop te starten.

Guy Vloebergh werd als intendant aangesteld wegens de specifieke rol die hij in het voorafgaande traject van het GRUP opnam. Als onafhankelijk moderator begeleidde hij de werkgroepen rond de dubbelcheck technologie met verschillende betrokken stakeholders. De intendant is dus vertrouwd met de heel complexe materie (probleemstelling rond technologie) die specifiek gekoppeld is aan het GRUP Ventilus en is bekend met de verschillende betrokkenen. De kennis van de problematiek waarover bemiddeld moest worden en het vertrouwen van de stakeholders in hem wogen door om de intendant aan te stellen.

De overeenkomst met de intendant kadert binnen artikel 28, §1, 3° arbitrage- en bemiddelingsdiensten van de wet inzake overheidsopdrachten.

De opdracht beoogde in een tijdspanne van zes opeenvolgende maanden te bemiddelen met alle stakeholders (minstens de burgerplatforms, het betrokken middenveld, de burgemeesters en de gouverneur) over het GRUP Ventilus, dit naar aanleiding van het parlementair verzoekschrift.

Gezien de complexiteit van het dossier behandelde de intendant inhoudelijk verschillende aspecten zoals technologie en gezondheid. Om later eventuele juridische procedures te vermijden hoedt de intendant zich ervoor enige voorafname te maken op de keuze van de redelijke alternatieven of van het uit te voeren plan-MER van het GRUP Ventilus.

Dit betekent dat de intendant er in het begin vooral op inzette het al gevoerde onderzoek (onder meer betreffende technologie) te analyseren, het op een heldere manier te bespreken met alle stakeholders en hierover te bemiddelen. Hij kon het departement Omgeving en Elia hierbij betrekken.

In een tweede stap van zijn opdracht peilde hij naar de mogelijkheden om tot één gedragen tracé te komen. Dit vereiste een wisselwerking met het planteam van het GRUP Ventilus waarbij werd nagegaan of en hoe het al opgestarte onderzoek eventueel bijgestuurd kan worden.

Dit rapport is het resultaat van de bemiddelingsopdracht van Ventilus-intendant Guy Vloebergh.

2.2 HET TEAM

Om heldere antwoorden te formuleren op alle concrete en soms zeer technische en complexe vragen die in het verzoekschrift van de burgerplatforms aan bod kwamen, stelde de intendant een team samen met diverse deskundigheden. Het bestaat uit:



Guy Vloebergh
Intendant
OMGEVING bv

- Senior ruimtelijk planner bij ontwerp bureau OMGEVING - werkzaam op alle beleidsniveaus (grensoverschrijdend, gewestelijk, provinciaal en gemeentelijk).
- Hoofddocent en gastprofessor verbonden aan de Masteropleiding Stedenbouw en Ruimtelijke Planning van UAntwerpen.
- Ruime ervaring in het regisseren van complexe planningsprocessen.
- In het voorjaar 2020 betrokken als moderator bij de dubbelcheck technologie van het project Ventilus.



Prof. dr. Dirk Adang
Gezondheidsexpert
UHasselt

- Professor verbonden aan de Faculteit Geneeskunde en Levenswetenschappen van UHasselt.
- Gespecialiseerd in de biologische en gezondheidseffecten van elektromagnetische straling.
- Expert bij de Hoge Gezondheidsraad (HGR), waarin hij verschillende functies bekleedt, onder meer als voorzitter van de Permanente Commissie Niet-ioniserende Straling.



Prof. dr. ir. Dirk Van
Hertem
Energie-expert
KU Leuven

- Hoofddocent bij de ELECTA onderzoeksgroep, departement elektrotechniek van KU Leuven.
- Coördinator elektrisch energieonderzoek EnergyVille.



Conny Deneweth
Communicatie-expert
DenS Communicatie

- Communicatieadviseur en bestuurder van DenS Communicatie.
- Gespecialiseerd in omgevingscommunicatie voor complexe infrastructuurprojecten en ruimtelijke planningsprocessen.



Meester Yves Loix
Juridisch expert
GSJ Advocaten

- Gespecialiseerd in de begeleiding van zowel private als publieke actoren bij de realisatie en exploitatie van vastgoedprojecten.
- Door de Vlaamse overheid aangesteld als deskundige ruimtelijke ordening binnen de SARO (Strategische Adviesraad Ruimtelijke Ordening) en VHRM (Vlaamse Hoge Handhavingsraad voor Ruimte en Milieu).

3 HET DOORLOPEN PROCES

3.1 DIALOOG MET WIE?

De stakeholders die een belangrijke rol spelen in het Ventilus-proces zijn de burgerplatforms, de middenveldorganisaties (m.b.t. landbouw, natuur en ondernemen) en de lokale besturen (gouverneur en 25 West-Vlaamse burgemeesters). Daarnaast zijn ook het departement Omgeving van de Vlaamse overheid en de transmissienetbeheerder Elia actoren die aan de basis liggen van het project.

De **burgerplatforms** bestaan uit negen georganiseerde groepen: Leefbaar E403 en de burgerplatforms van Ardoonie, Hulste-Bavikhove (Huba), Ingelmunster, Izegem (Zuid Bosmolens tegen hoogspanning), Jabbeke, Lendeledede, Meulebeke en Zedelgem (Begraaf Ventilus). Om het overleg vlot te laten verlopen werd een overleggroep samengesteld waarin twee vertegenwoordigers van elk burgerplatform zetelden. Het overleg met de **middenveldorganisaties** werd gezamenlijk gevoerd met vertegenwoordigers van het Algemeen Boerensyndicaat, de Belgische Boerenbond, Natuurpunt, de Bond Beter Leefmilieu, de West-Vlaamse Milieufederatie en VOKA West-Vlaanderen.

Op bestuurlijk vlak werd rechtstreeks gecommuniceerd met de **gouverneur** van West-Vlaanderen en (gezamenlijk) met de **burgemeesters** van 25 West-Vlaamse gemeenten die betrokken zijn in het Ventilus-proces: Ardoonie, Avelgem, Blankenberge, Bredene, Brugge, Deerlijk, De Haan, Harelbeke, Izegem, Ingelmunster, Jabbeke, Lendeledede, Lichtervelde, Meulebeke, Oostende, Oostkamp, Oudenburg, Pittem, Roeselare, Torhout, Waregem, Wingene, Zedelgem, Zuienkerke en Zwevegem.

Uiteraard zijn er ook veel inwoners rechtstreeks of onrechtstreeks betrokken, gevat en ongerust wegens de ligging van hun woning, hun werkplaats enzovoort binnen de perimeter van een of andere zoekzone van het Ventilus-project. Om ook deze mensen te informeren lanceerde de intendant een informatieve website (www.ventilusintendant.be). Via het hieraan gekoppelde contactformulier en e-mailadres ontving de intendant ook vele vragen en reacties van mensen die wonen in of nabij het projectgebied.

Figuur 1 Homepagina van de website www.ventilusintendant.be



Welkom op de website van de intendant.

Op 7 mei 2021 kreeg Guy Vloebergh van de Vlaamse Regering het mandaat om als intendant in alle **onafhankelijkheid en onpartijdig** in overleg te treden met alle actoren die betrokken zijn bij het **Ventilus-project**. Dit project brengt de elektriciteit die door toekomstige windparken op de Noordzee op een duurzame wijze wordt opgewekt tot bij de verbruikers via toekomstgerichte hoogspanningsverbindingen over land.

Door de omvang van het project en de technische aard van de procedure zijn er vele nog onbeantwoorde vragen en bestaat er grote weerstand in de regio. Het planningsproces voor deze hoogspanningsverbinding boekte hierdoor in 2020 geen vooruitgang.

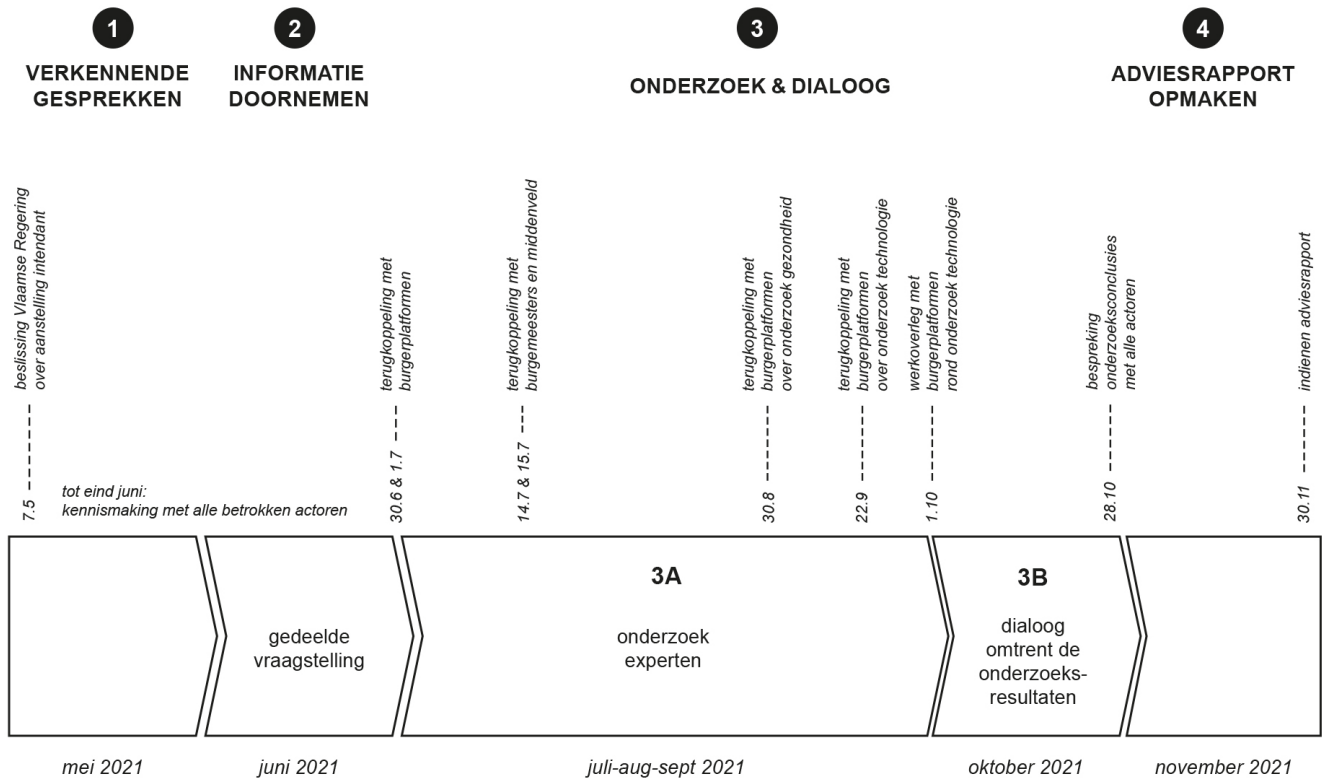
De intendant krijgt de opdracht de bezorgdheden te capteren, zoekt **heldere antwoorden** op de vele concrete vragen en zet zich in om het project terug op de rails te krijgen. Alleen door open, transparant en met wederzijds begrip met elkaar om te gaan, kunnen in het project stappen vooruit worden gezet.



3.2 OPBOUW VAN DE BEMIDDELINGSOPDRACHT IN VIER FASEN

De bemiddelingsopdracht van de intendant kende een doorlooptijd van zes maanden en werd opgedeeld in vier fasen:

Figuur 2 Procesverloop bemiddelingsopdracht van de intendant



- In fase 1 vonden **bilaterale kennismakingsgesprekken** plaats, waarin de intendant zijn werkwijze toelichtte en de ‘temperatuur’ kon meten bij de verschillende actoren.
 - Fase 2 stond in het teken van de **kennisvergaring** met als doel te komen tot een gedeelde vraagstelling. Hierbij werden de professoren Dirk Van Hertem en Dirk Adang uit het team van de intendant al betrokken, zodat zij hun onderzoek goed konden toespitsen op de openstaande vragen.
 - Voor het **onderzoek** dat in fase 3 werd uitgevoerd, werd ook tussentijds bilateraal overlegd met de verschillende actorengroepen, met als doel het delen van de resultaten, zijnde de antwoorden op de gedeelde vraagstelling uit fase 2. Deze dialoog werd afgerond met een globale presentatie van alle onderzoeksresultaten op donderdag 28 oktober 2021 op een avondvergadering in Izegem. Voor circa vijftig afgevaardigden vanuit alle betrokken actorengroepen lichtten de professoren Dirk Van Hertem en Dirk Adang er aan de hand van een presentatie de resultaten van hun onderzoeken betreffende technologie en gezondheid toe. Deze presentaties werden kort daarop gepubliceerd op de website van de Ventilus-intendant: www.ventilusintendant.be/nieuws/
- Vragen en opmerkingen van de aanwezigen betroffen voornamelijk:
- de effectieve gezondheidsrisico’s voor de omwonenden van bovengrondse hoogspanningsleidingen onder wisselstroom

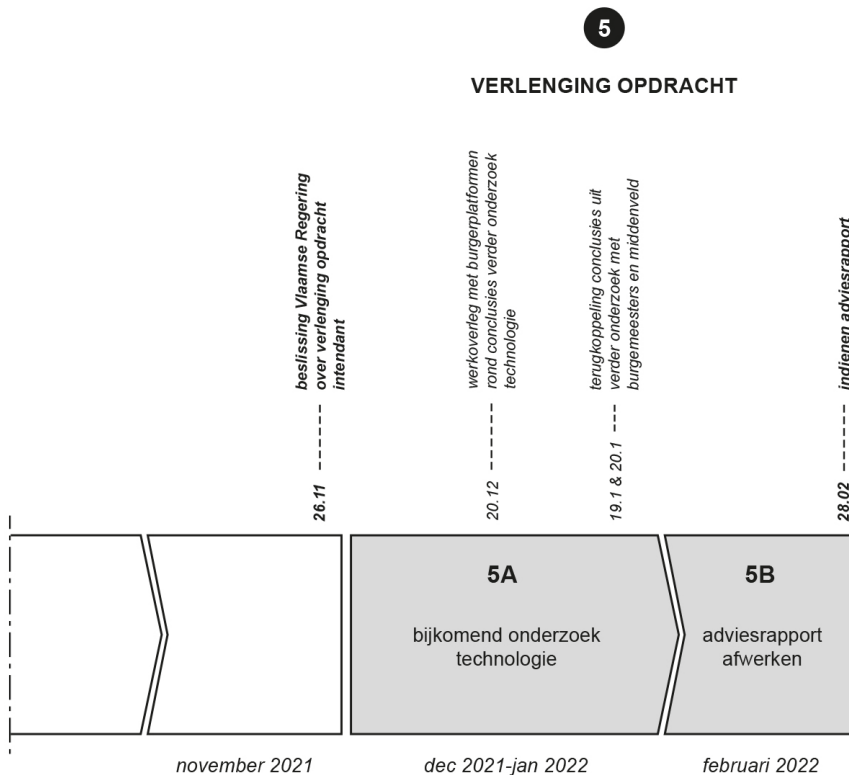
- de gevolgen van een verhoging van het vermogen dat in de toekomst door de bovengrondse leidingen zal gaan (breedte van de corridor en stralingssterkte)
 - de mate waarin een ondergronds alternatief werd onderzocht en welke criteria doorslaggevend zullen zijn bij de uiteindelijke afweging van de alternatieven (budget, beschikbare kennis, timing...)
 - de concrete plannen van de federale overheid voor transmissie van energie en de rechtstreekse gevolgen hiervan op het plangebied van het Ventilus-project.
- Met deze resultaten en met de commentaren van alle actoren zijn de intendant en zijn teamgenoten in fase 4 aan de slag gegaan om te trachten resterende onduidelijkheden op te lossen en tot een **synthese** te komen in een eindrapport.

Tijdens zijn bemiddelingsopdracht heeft de intendant de resultaten besproken met het departement Omgeving en Elia. Dit gebeurde soms gezamenlijk en soms bilateraal.

Op vrijdag 26 november 2021 besliste de Vlaamse Regering op aangeven van minister Zuhal Demir, Vlaams minister van Energie, om de bemiddelingsopdracht van Guy Vloebergh als intendant voor het project Ventilus met maximaal drie maanden te verlengen, tot uiterlijk 28 februari 2022.

De recente aankondigingen van de Federale Regering om het vermogen van de windturbineparken op zee te verhogen, een energie-eiland te bouwen en een nieuwe kabel naar Denemarken aan te leggen, hebben een mogelijke impact op het Ventilus-project en zijn alternatieven. De verlenging biedt het team van de Ventilus-intendant de mogelijkheid om die vragen nader te onderzoeken en te overleggen met alle stakeholders, voordat het eindrapport ingediend wordt.

Figuur 3 Verlenging van de bemiddelingsopdracht op basis van beslissing Vlaamse Regering van 26.11.2021



3.3 OMGANG MET DE PERS

Na de kennismakingsronde in verband met zijn opdracht communiceerde de intendant met de pers over de inhoud en de aanpak van zijn opdracht. Dit gebeurde tijdens een korte online persbriefing op 24 juni 2021.

Om de focus op de inhoud van de vraagstelling en bijhorend onderzoek te houden en in alle sereniteit te kunnen werken maakten de vertegenwoordigers van de burgerplatforms en de intendant een afspraak om niet over tussentijdse en gedeeltelijke resultaten te communiceren. Deze afspraak werd door alle partijen gehonoreerd tot het infomoment van 28 oktober 2021 in Izegem, waarop de resultaten van het onderzoek ook toegelicht werden aan de pers.

4 INHOUDELIJKE FOCUS

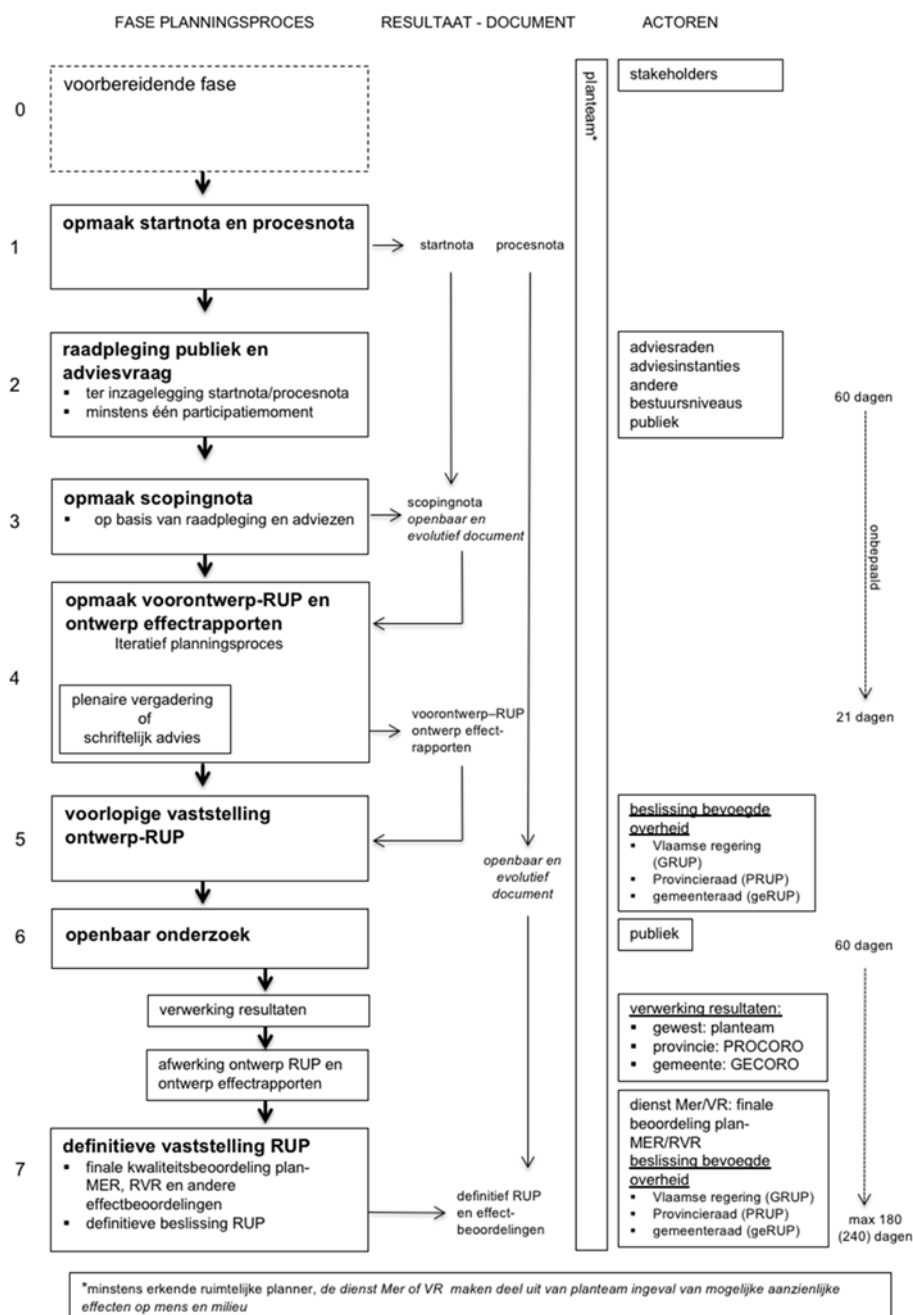
4.1 WAT VOORAFGING

4.1.1 START GRUP VENTILUS

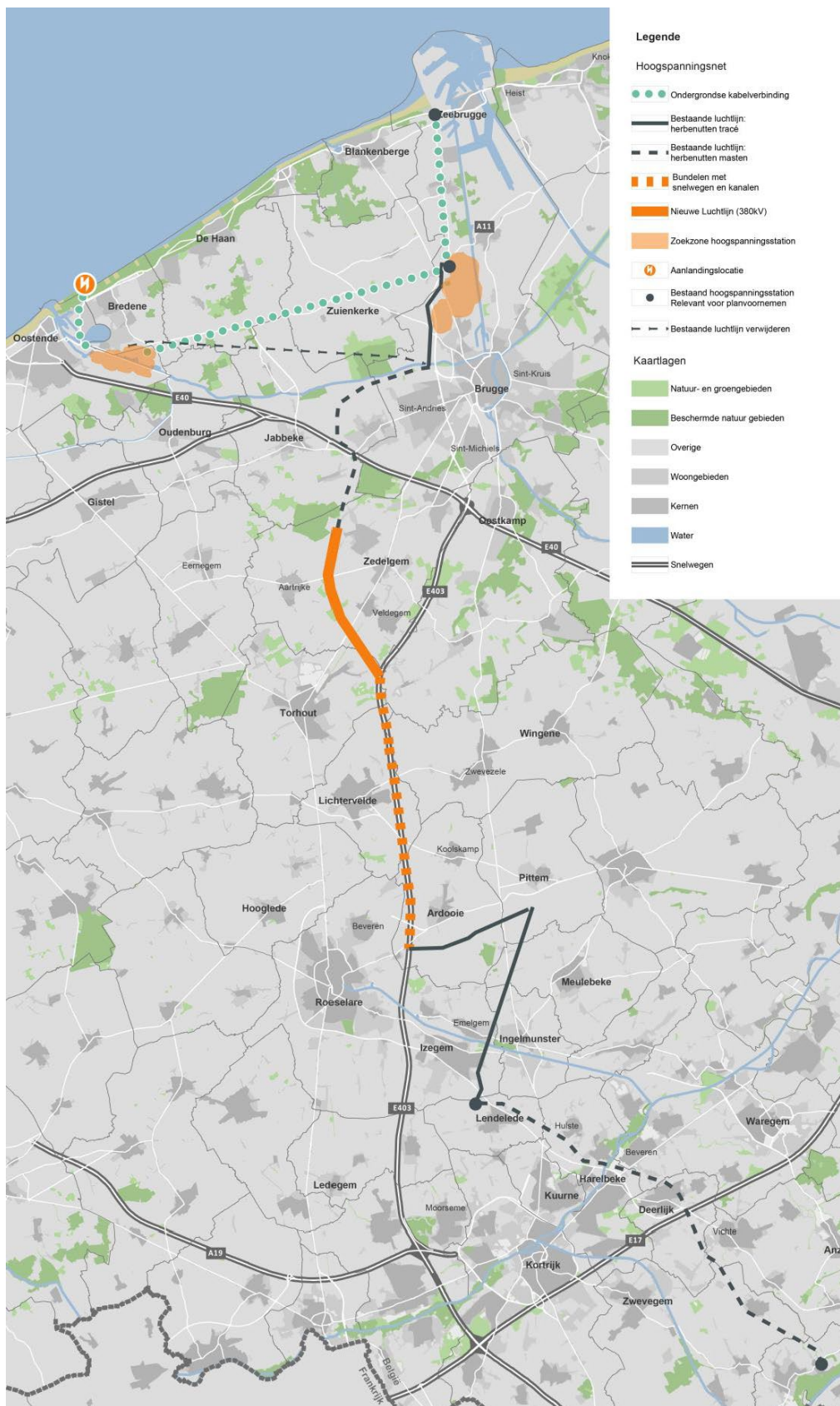
Windproductie op de Noordzee vormt een belangrijke pijler van de transformatie van ons elektriciteitssysteem. Daarom startten het Departement Omgeving van de Vlaamse overheid en netwerkbeheerder Elia in maart 2019 het geïntegreerd planningsproces op voor de opmaak van het GRUP Ventilus.

Een geïntegreerd planningsproces doorloopt volgende stappen:

Figuur 4 Schematisch overzicht van het verloop van een RUP-proces



Figuur 5 Visualisering van het basisalternatief



Bron: startnota GRUP Ventilus

De Vlaamse Regering keurde op 29 maart 2019 de start- en procesnota van het GRUP Ventilus goed. Dit GRUP moet de vereiste planologische basis creëren voor de realisatie van een aantal noodzakelijke ontwikkelingen van het hoogspanningsnet in West-Vlaanderen. Deze ontwikkelingen passen in de beoogde energietransitie zoals die is vastgelegd in het Federaal Ontwikkelingsplan 2021-2030, dat op zijn beurt Europese en internationale klimaatdoelstellingen moet helpen realiseren.

In de startnota van het GRUP Ventilus worden zes plandoelstellingen geformuleerd waaraan alle alternatieven die onderzocht worden, cumulatief moeten voldoen:

1. aan land aansluiten van hernieuwbare energie van nieuwe offshorewindparken op het 380 kV-net;
2. realiseren van een robuust net door een hoogspanningsverbinding van 6 GW tussen de Stevin-as en het hoogspanningsstation te Avelgem;
3. realiseren van onthaalcapaciteit voor nieuwe onshore-energieproductie in West-Vlaanderen;
4. aansluitingsmogelijkheid creëren van een tweede onderzeese verbinding met het buitenland (Verenigd Koninkrijk), waardoor een bijdrage wordt geleverd aan de integratie van een Europese elektriciteitsmarkt;
5. optimaal vervangen van de 150 kV-verbinding Slijkens (Oostende) - Brugge-Waggelwater;
6. versterken van de voedingszekerheid van de regio Izegem.

Over deze startnota organiseerde het departement Omgeving van 29 april 2019 tot 27 juni 2019 een publieke raadpleging met tien lokale infomarkten. In totaal bezochten 1564 personen deze infomarkten. Tijdens de infomarkten werden in totaal ook 356 schriftelijke reacties geformuleerd. Uit het overleg met de burgerplatforms en uit individuele reacties van burgers blijkt dat deze infomomenten meer vragen en onduidelijkheden deden ontstaan dan dat ze antwoorden gaven. De meest voorkomende vraag van bewoners ging over de mogelijkheid om het project ondergronds te realiseren in gelijkstroom. Er werd daarbij verwezen naar buitenlandse voorbeelden, veelal uit Nederland en Duitsland. Ook bleek er grote bezorgdheid te bestaan over de impact van Ventilus op de gezondheid.

De infomarkten zijn mede de aanleiding geweest voor het groeiende protest tegen het Ventilus-project. Enkele burgerplatforms werden ook opgericht naar aanleiding van dit participatie-initiatief.

Tijdens de participatieperiode werd advies gevraagd aan de betrokken administraties en besturen en kon iedereen zijn opmerkingen en suggesties bezorgen via www.omgevingvlaanderen.be, per brief of tegen afgiftebewijs bij de betrokken gemeenten of het departement Omgeving. In totaal gaat het om:

- 42 adviezen;
- meer dan 3200 individuele bezwaren;
- 32 petitieën waarvan 1 werd ondertekend door ruim 1500 personen;
- 75 reacties via de projectwebsite www.ventilus.be.

In totaal werden er ca. 3500 reacties, inclusief de formele adviezen volgens de Vlaamse Codex Ruimtelijke Ordening, ingediend.

De opmerkingen/suggesties die ingediend werden via de projectwebsite, kwamen in alle transparantie in een overzicht op de website. Zo konden volgende bezoekers eerdere suggesties ondersteunen of op basis daarvan zelf een bijkomende opmerking/suggestie formuleren. Er werden via deze webmodule 75 reacties geformuleerd. Zij worden ook inhoudelijk mee verwerkt.

Al deze vragen en reacties krijgen een antwoord in de scopingnota. Deze antwoorden bleven tot op heden uit omdat de discussie over de te gebruiken technologie verder onderzocht te moest en de scopingnota daardoor niet afgewerkt geraakte.

4.1.2 NOOD AAN BIJKOMEND ONDERZOEK

Wegens de vele vragen en bezorgdheden die in de inspraakreacties geformuleerd werden, opteerde het departement Omgeving ervoor om na de publieke raadpleging niet meteen een scopingnota op te maken maar wel een tussenstap in te voegen om bijkomend onderzoek te doen. Dit gebeurde via een dubbelcheck technologie en bijkomende processen in verband met landbouw, gezondheid, waardevermindering en vogelslachtoffers. Deze bijkomende processen moesten in principe niet definitief afgerond zijn voordat de scopingnota van het GRUP Ventilus werd goedgekeurd.

4.1.2.1. DUBBELCHECK TECHNOLOGIE

Het planteam koos ervoor om in de eerste plaats meer duidelijkheid te creëren over welke technologische keuzes te beschouwen zijn als redelijke alternatieven/varianten. Dit maakte het mogelijk om de ingebrachte alternatieven en varianten te beoordelen en te verwerken in de scopingnota. Onder begeleiding van een externe procesfacilitator werden alle onbeantwoorde vragen over de mogelijke (redelijk haalbare) technologiekeuzes scherp gesteld. De stakeholders (lokale besturen, middenveldorganisaties, burgerplatforms en Elia) waren hierbij betrokken. Er werd op vraag van sommige stakeholders nog een extra advies verkregen van het HVDC Center UK over de mogelijkheid van gelijkstroom. Zes internationaal gerenommeerde experts droegen ertoe bij om deze zeer complexe thematiek op een meer bevattelijke manier te vertalen. Zij concludeerden dat het project Ventilus zoals gedefinieerd in het GRUP, uitsluitend realiseerbaar is in hoogspanning met uitzondering van één of twee ondergrondse secties die samen oorspronkelijk 8 km maar maximaal 12 km kunnen bedragen. Deze beperking in afstand wordt veroorzaakt door het ontstaan van resonanties.

Een extra bespreking met de experts en alle stakeholders werd gewijd aan het aspect straling en gezondheid.

4.1.2.2. STUDIES THEMA LANDBOUW

Er werd een studie uitgevoerd over de impact van hoogspanningsinfrastructuur op landbouwactiviteiten. De onderzoeksvragen hebben betrekking op ondergrondse en bovengrondse verbindingen en gaan over mogelijke effecten op zowel het uitvoeren van landbouwactiviteiten als dieren, planten en gebouwen. Op vraag van de landbouworganisaties werd dit onderzoek uitgevoerd door het ILVO, het Instituut voor Landbouw-, Visserij- en Voedingsonderzoek. Parallel liet Elia ook een vergelijkbare studie uitvoeren door de Universiteit van Luik. Na afronding is het de bedoeling tot aanbevelingen te komen betreffende te ondernemen acties.

4.1.2.3. OPSTART KLANKBORDGROEP GEZONDHEID

Uit de inspraakreacties die tijdens de publieke raadpleging over de startnota geformuleerd werden, bleek een grote bezorgdheid over de effecten van de hoogspanningsverbinding op de gezondheid. Daarom werd een klankbordgroep van gezondheidsspecialisten samengesteld. De klankbordgroep adviseert het planteam van het GRUP Ventilus over het thema gezondheid. Dit advies betreft de wijze waarop de inspraakreacties in de scopingnota verwerkt worden en het zal ook geleverd worden bij de beoordeling van het plan-MER wat betreft de mogelijke milderende maatregelen die daar eventueel uit voortkomen.

4.1.2.4. VERGOEDING VOOR WAARDEVERMINDERING

Sommige inspraakreacties hadden betrekking op financiële compensaties als gevolg van het Ventilus-project. Elia heeft een 'vergoedingspolitiek' opgesteld voor de nadelen (minwaarde) die veroorzaakt worden door de hoogspanningsprojecten. De principes van de vergoedingen voor overspannen percelen en voor niet-overspannen woningen in de buurt van hoogspanningslijnen zijn afgesproken met de federale energieregulator, omdat de kosten ervan worden verrekend in de elektriciteitsstarieven. Hoewel deze bekommernissen veeleer thuishoren op projectniveau heeft het planteam aan Elia gevraagd om de vergoedingspolitiek opnieuw te evalueren. Daarbij kunnen ook de nieuwe inzichten worden opgenomen, bijvoorbeeld impact van de hoogspanningsinfrastructuur op de landbouwbedrijfsvoering als die er zou blijken te zijn. De evaluatiestudie wordt getrokken door de federale Minister voor Energie en zal uitgevoerd worden

door een adviesraad met vertegenwoordigers van de instanties die hiervoor door de Minister uitgenodigd worden. Onder meer de Federatie van Notarissen (FedNot), de Kamer van Vastgoedexperts (KAVEX), de Chambre des experts immobiliers (CIBEX) en de CREG worden hierbij betrokken. De coördinatie van de adviesraad gebeurt door de AD Energie. Het wetenschappelijk onderzoek en de begeleiding van deze oefening gebeurt door de KULeuven. In dit onderzoek wordt een antwoord gezocht op de vragen in welke mate de individuele waarde-inschattingen van vastgoed beïnvloed worden door de aanwezigheid van een hoogspanningslijn en welke criteria hier een invloed op hebben (tot op welke afstand). Ten slotte moet ook duidelijk gemaakt worden in welke mate dit een invloed heeft op de effectieve verkoopprijzen. Het resultaat van deze oefening (via een grote bevraging bij particulieren en vastgoedexperts) zal wellicht eind 2021 of begin 2022 in een eindrapport met beleidsadvies opgeleverd worden aan de minister. Het is de bedoeling om deze evaluatie van de vergoedingspolitiek later in het plan of op het niveau van het project te laten beoordelen door de Vlaamse Regering.

4.1.2.5. VOGELSLACHTOFFERS DOOR HOOGSPANNINGSLIJNEN

De impact van hoogspanningslijnen op vogels is ook een thema dat in vele inspraakreacties naar voren kwam.

Elia werkte een actief beleid uit om de bestaande gevaarlijkste situaties weg te werken op basis van een studie die Elia in 2012 door Natagora en Natuurpunt liet opstellen. Natagora en Natuurpunt zijn in opdracht van Elia al enige tijd bezig aan een update van het rapport van 2012 om het risico op draadslachtoffers per zone in kaart te brengen. Het definitieve onderzoeksrapport '*Reducing the risk of bird collisions with high-voltage power lines in Belgium through sensitivity mapping*' werd door Natagora/INBO in november 2020 opgeleverd. De resultaten ervan worden mee gebruikt in alle plan-MER's die over hoogspanningslijnen worden opgesteld en in andere projecten en vergunningsaanvragen.

4.1.2.6. BEVINDINGEN UIT HET BIJKOMEND ONDERZOEK

De dubbelcheck technologie werd afgerond in juli 2020 en bevestigde dat de technologie voor een ondergronds alternatief (in gelijkstroom) voor het project Ventilus niet beschikbaar is en geen redelijk alternatief vormt voor een netveilige exploitatie. Een hoogspanningslijn (in wisselstroom) – met een beperkte ondergrondse sectie van 8 km tot maximaal 12 kilometer – is volgens de experts de beste oplossing om een robuust elektriciteitsnet uit te bouwen dat toekomstgericht de transitie naar duurzame energie tot stand kan brengen. Tijdens het overleg is ook gesproken over masttypes die in aanmerking kunnen komen voor het Ventilus-project. Daarnaast zetten de burgerplatforms de vraag naar beleid met betrekking tot de extreem laagfrequente elektromagnetische velden op de agenda. Al deze conclusies werden gedeeld met alle stakeholders. De burgerplatforms stelden daarop de combinatie van de verschillende doelstellingen die vervat zitten in het project Ventilus, en dus ook de conclusie van de dubbelcheck technologie deels in vraag. Gevolg was dat de Vlaamse Regering na de dubbelcheck technologie niet besliste om de procedure van het GRUP Ventilus voort te zetten. De burgerplatforms verduidelijkten vervolgens hun visie aan de hand van een reeks vragen die vorm kregen in een 'verzoekschrift aan het Vlaams Parlement'.

Studies over (1) de impact van hoogspanning op landbouw en (2) op de gezondheid in het algemeen, (3) evaluatie en actualisatie van de vergoedingspolitiek bij waardevermindering en (4) hoe vogelslachtoffers vermijden, werden allemaal spoedig opgestart. Het gaat hier om generieke studies die niet specifiek alleen voor Ventilus maar wel naar aanleiding van Ventilus gevoerd werden/worden. Elementen uit deze studies kunnen zeker gebruikt worden bij de opmaak van de plan-MER voor het GRUP Ventilus, die uitgevoerd zal worden na goedkeuring van de scopingnota van het GRUP. De kennis uit deze studie zal zeker ook bruikbaar zijn voor andere projecten, vergunningsaanvragen enzovoort.

Sommige van deze studies zijn ondertussen afgerond, andere nog in afronding of in uitvoering. Sommige stakeholders die betrokken zijn het Ventilus-proces (bijvoorbeeld via een stuurgroep of een klankbordgroep) waren/zijn ook betrokken bij dit studiewerk. Voor anderen (o.a. de burgerplatforms) was dit niet het geval. Dit creëerde wrevel en wantrouwen over het GRUP-proces. Dit had voorkomen kunnen worden door de scopingnota snel goed te keuren, maar net doordat er geen consensus bestond over de technologiekeuze was dit niet mogelijk. Hierdoor is een interferentie ontstaan tussen enerzijds de essentiële kno-

pen die doorgehakt moeten worden en anderzijds diverse discussies over effecten en mogelijke maatregelen, die in principe verder in het planningsproces aan bod komen, onder andere tijdens de plan-MER. Dit leidde voor velen tot verwarring, wat het draagvlak voor het project veeleer negatief beïnvloedde.

4.2 HET VERZOEKSCRIFT VAN DE BURGERPLATFORMS BIJ HET VLAAMS PARLEMENT

In het verzoekschrift bij het Vlaams Parlement betreffende het GRUP Ventilus (26 oktober 2020) poneren de burgerplatforms een aantal voor hen onopgeloste vragen en een aantal alternatieve oplossingen. Ze vragen meer bepaald :

- om het voorzorgsprincipe toe te passen in functie van de bescherming van de menselijke gezondheid. Daartoe vragen zij een eerlijke en uitgebreide vergelijking tussen ondergrondse alternatieven in gelijkstroom en het hoogspanningsproject in wisselstroom wat betreft alle mogelijke gevolgen voor de gezondheid van zowel mensen als dieren;
- om het GRUP Ventilus stop te zetten en na bijkomend onderzoek een nieuw GRUP op te starten met aangepaste plandoelstellingen en technologiekenmerken, die rekening houden met de voorgestelde principes van het Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen en om de toepassing van het voorzorgsprincipe voor de gezondheid niet uit te sluiten maar mogelijk te maken;
- om de plandoelstelling 2 '*het realiseren van een robuust elektriciteitsnet*' aan te passen zodat er hierdoor geen grote beperking komt op de mogelijkheden van uitvoering en de mogelijke bruikbare technologieën, waardoor ook de toepassing van het voorzorgsprincipe mogelijk wordt;
- om de plandoelstelling 3 '*het creëren van onthaalcapaciteit voor nieuwe onshore-energieproductie in West-Vlaanderen*' te schrappen zodat deze niet verkeerd geïnterpreteerd kan worden en dus geen beperking legt op de mogelijke bruikbare technologieën;
- om de plandoelstelling 6 '*het versterken van de bevoorradingszekerheid van de regio Izegem*' te schrappen zodat er hierdoor geen grote beperking komt op de mogelijkheden van uitvoering en de mogelijke bruikbare technologieën van elektriciteitstransport, waardoor ook de toepassing van het voorzorgsprincipe mogelijk wordt;
- om de transportcapaciteit van 6 GW (in normale omstandigheden) als uitgangspunt (kenmerk 1) aan te passen zodat geen beperkingen gelden voor mogelijke bruikbare technologieën en zodat het voorzorgsprincipe betreffende milieueffecten op onder andere de gezondheid van mensen en dieren en de gevolgen op de landbouw kan worden toegepast;
- om de minimum transportcapaciteit van 3 GW in een N-1-situatie als uitgangspunt (kenmerk 2) aan te passen, zodat het onderzoek naar bruikbare technologieën en de toepassing van het voorzorgsprincipe mogelijk worden;
- om de lengte van 50 à 100 km als uitgangspunt (kenmerk 3) aan te passen zodat dit geen beperkende rol speelt in de zoektocht naar mogelijke technologieën en naar het toepassen van het voorzorgsprincipe;
- om de mogelijkheid om in de toekomst aftakkingen te creëren op de verbinding te schrappen als uitgangspunt (kenmerk 4) waaraan een oplossing moet voldoen in het onderzoek naar bruikbare technologieën, waardoor dan ook de toepassing van het voorzorgsprincipe voor milieueffecten mogelijk wordt;
- om twee alternatieve voorstellen uitgebreid te onderzoeken en te vergelijken met het huidige voorstel op het vlak van technologie samen met alle gevolgen voor de gezondheid van mens en dier en de landbouw, boven op eventuele andere mogelijke oplossingen.

4.3 GEDEELDE VRAAGSTELLING VAN ALLE STAKEHOLDERS UIT FASE 2

Fase 2 van de bemiddelingsopdracht van de Ventilus-intendant stond in het teken van kennisvergaring met als doel tot een gedeelde vraagstelling te komen. Op het einde van deze fase bundelde de intendant de vragen van alle betrokken actoren. De vragen uit het verzoekschrift van de burgerplatforms werden aangevuld met bezorgdheden en aandachtspunten van de betrokken actorengroepen

4.3.1 LOKALE BESTUREN

Vanuit het **overleg met de burgemeesters** en de gouverneur komen enerzijds lokale bezorgdheden naar voren (waar aanlanden, ruimte-impact van installaties, landschappelijke impact...) en anderzijds wordt een groeiende ongerustheid bij de bevolking gesignaleerd aangaande de gezondheidseffecten en de communicatie daaromtrent. De meest recent ontstane burgerplatforms bevinden zich allemaal in zones waar bestaande hoogspanningslijnen versterkt zouden worden (tussen Izegem en Avelgem).

4.3.2 MIDDENVELDORGANISATIES

Vanuit de **landbouworganisaties** wordt eenzelfde ongerustheid in verband met gezondheidseffecten gesignaleerd bij landbouwers. Een aantal aspecten worden bestudeerd in de ILVO-studie waarbij zowel het Algemeen Boerensyndicaat als de Boerenbond als lid van de begeleidende stuurgroep betrokken zijn. Zij verwachten dat diepgaander onderzoek in de toekomst noodzakelijk zal zijn, bijvoorbeeld over de impact van elektromagnetische straling op technische installaties. Wat betreft vergoedingen wordt gemeld dat het 'landbouwprotocol' en de 'vergoedingspolitiek' van Elia momenteel allebei in actualisatie zijn. Algemeen wordt de impact van ondergrondse leidingen door de landbouworganisaties positiever ingeschat dan deze van hoogspanningslijnen.

Bij de **natuurorganisaties** is er – in tegenstelling tot bij de burgerplatforms – terughoudendheid bij het in vraag stellen van de plandoelstellingen van Ventilus. Zij zien belangrijke pluspunten in het bundelen van bestaande 150 kV-hoogspanningslijnen met E403 en in het maximaal ondergronds brengen ervan in het valleigebied van de MoubEEK te Zedelgem. De uitgevoerde studie naar het voorkomen van vogelslachtoffers vormt een goede tool bij plan-MER- en andere studies.

Vanuit de **ondernemersorganisatie** wordt de toenemende behoefte aan elektriciteit voor gezinnen en bedrijven aangestipt waarvoor in de provincie West-Vlaanderen een sterk en bedrijfszeker elektriciteitsnet noodzakelijk is. In het licht van de uitdaging om klimaatneutraal te zijn tegen 2050 vraagt VOKA om een spoedige doorbraak en beslissing over het tracé in het kader van het GRUP Ventilus. Uitstel heeft volgens hen een negatieve impact op het klimaat, de economie en de verduurzaming van de industrie in de Vlaamse havens. Ook de vier Vlaamse havens, de Kamer van Koophandel en de Bond Beter Leefmilieu onderschrijven dit standpunt.

4.3.3 BURGERPLATFORMS

Vanuit de **burgerplatforms** werden – na de kennismakingsronde – nog bijkomende vragen gesteld met betrekking tot energie en gezondheid. Samenvattend gaat het om het volgende:

- Qua energie is de hoofdvraag welke omstandigheden door de Vlaamse/Federale overheid gecreëerd moeten worden om de ontsluiting van de groene energie uit de Noordzee en vanuit het buitenland vandaag en in de toekomst te kunnen uitvoeren in gelijkstroom en zonder de bouw van nieuwe bovengrondse hoogspanningslijnen.

- Bijkomende technische vragen hebben betrekking op de mogelijkheid om de bestaande hoogspanningslijn Stevin uit te bouwen op 6 GW, de verbindingen met het Verenigd Koninkrijk en Denemarken in gelijkstroom rechtstreeks te verbinden met het bestaande binnenlandse elektriciteitsnet, en in het midden van België een sterk knooppunt uit te bouwen, een kostprijsvergelijking tussen gelijkstroom en wisselstroom, het West-Vlaamse elektriciteitsnet en technische 'deep dive'-vragen.
- Waarom werd in het Federaal ontwikkelingsplan 2021-2025 een gelijkstroomverbinding opgenomen en in het Federaal ontwikkelingsplan 2020-2030 een wisselstroomverbinding (Ventilus)?
- Wat betreft magnetische velden is er behoefte aan duidelijkheid betreffende de sterkte en de breedte van stralingsvelden en de verschillende impact van metingen op 1,5 m hoogte en 6,5 m hoogte in een woning.
- Op het gebied van gezondheid is er de vraag meer inzicht te verwerven in wat elektromagnetische straling doet met ons lichaam, wat de juiste relatie is tussen hoogspanningslijnen en kinderleukemie, waarom geen andere gezondheidseffecten zoals hersentumoren, alzheimer, ALS... in rekening worden gebracht, waarom er verschillende normen circuleren van 0,1 microtesla, 0,2, 0,3 (WHO) en 0,4? Hoe moet het voorzorgsprincipe toegepast worden, wat met kortstondige blootstelling? De relatie straling en fijnstof? En tot slot het verband met normen die gehanteerd worden in het Binnenmilieubesluit?

4.4 HET INITIATIEF VAN DE FEDERALE OVERHEID D.D. 15 OKTOBER 2021

De Ministerraad van de Federale Regering besliste op vrijdag 15 oktober 2021 om de productiecapaciteit van de Prinses Elisabeth-zone te verhogen van 2,1 GW tot maximaal 3,5 GW (2de offshorezone als aanvulling op de 2,3 GW van de eerste offshorezone die al in gebruik is). De Federale Regering keurde ook het principe goed om de windparken in de Prinses Elisabeth-zone aan te sluiten op een energie-eiland. Dit project maakt deel uit van het Europese Herstelplan. Volgens de planning van de ministers die dit dossier behandelen, zou deze ambitie tegen 2027 verwezenlijkt moeten zijn.

Elia staat in voor de detailuitwerking van de aansluiting van de Prinses Elisabeth-zone en haar vermogen van 3,5 GW. Deze capaciteitsverhoging zal worden bereikt door middel van een energie-eiland (of 'Energy Hub') dat op termijn ook extra interconnecties mogelijk zal maken met andere landen zoals het Verenigd Koninkrijk (Nautilus-project) en Denemarken. De ontwikkeling van de Prinses Elisabeth-zone is al gekoppeld aan de projecten Ventilus en Boucle du Hainaut. Met deze projecten is het onder andere mogelijk om energie die in de Noordzee geproduceerd wordt, te integreren in het hoogspanningsnet en te transporteren naar West-Vlaanderen, Henegouwen en het centrum van ons land. De uitbreiding van de Prinses Elisabeth-zone, zoals beslist door de Ministerraad, bevestigt dus de noodzaak om de ruggengraat van het 380 kV-hoogspanningsnet te versterken. Dit is ook zo voorzien in het Federaal Ontwikkelingsplan 2020-2030.

De Federale Ministerraad lanceerde de berichtgeving hierover op 15 oktober, ongeveer twee weken voordat de intendant de conclusies van het gevoerde onderzoek zou delen met alle actoren die bij zijn bemiddelingsopdracht betrokken waren.

Het federale initiatief creëerde heel wat vragen en ongerustheid. Gevreesd wordt dat deze projecten een veel groter vermogen dan voorzien door Ventilus zou sturen. Hiermee werd in het onderzoek van de bemiddelingsopdracht geen rekening gehouden. Anderzijds rees de vraag of de bouw van het energie-eiland net geen positieve driver zou zijn om meer gelijkstroomverbindingen te kunnen bouwen, ook in het binnenland.

Professor Dirk Van Hertem nam deze vragen ook ter harte en behandelt ze in zijn onderzoek.

5 ONDERZOEKSRESULTATEN

5.1 RESULTATEN UIT HET ONDERZOEK BETREFFENDE TECHNOLOGIE

5.1.1 VENTILUS-VERBINDING EN ALTERNATIEVEN: INLEIDING

Dit rapport is geschreven in opdracht van de Vlaamse overheid, en de door de Vlaamse overheid aangestelde intendant van het Ventilus-project. Dit rapport heeft niet de ambitie een volledige analyse van alle technische aspecten van de Ventilus-verbinding en haar alternatieven weer te geven. Het formuleert wel antwoorden op die technische aspecten gerelateerd aan de Ventilus-verbinding die aangebracht werden in het verzoekschrift van de burgerplatforms en op bijkomende vragen die naar boven kwamen in de gesprekken met de burgerplatforms. Het schetst de achtergrond van de concepten en geeft duiding bij de elementen die tot hier toe onvoldoende behandeld werden in voorafgaande analyses of die nog onvoldoende duidelijk waren. Verder worden ook nieuwe analyses uitgevoerd in het kader van dit project.

Het rapport is als volgt opgebouwd. Eerst wordt er een korte inleiding gegeven over de context van de energietransitie en in het bijzonder offshorewind. Dan volgt een korte bespreking van de mogelijke technologieën voor het versterken van het transmissienet, met de nadruk op HVDC (gelijkstroom) en ondergrondse verbindingen. In de volgende sectie worden de principes van hoe het energiesysteem uitgebaut wordt, en de rol die de netwerkbeheerder hierin speelt, toegelicht. Het volgende luik bevat reflecties over bevoorradingszekerheid en de complexiteit die hiermee gepaard gaat (in de context van Ventilus). De drie daaropvolgende secties behandelen de kernelementen van het verzoekschrift: de elektromagnetische velden rond transmissielijnen, de correctheid en koppeling van plandoelstellingen en de mogelijke alternatieven voor de Ventilus-verbinding. De recente aankondigingen met betrekking tot een uitbreiding van de offshorewind-concessies, de bouw van een energie-eiland voor de Belgische kust en de extra verbinding met Denemarken zijn verwerkt in dit rapport.

5.1.2 DE ENERGIETRANSITIE EN DE GEVOLGEN VOOR HET TRANSMISSIENET

In het kader van de bezorgdheid over de klimaatopwarming heeft de Europese Unie, en in navolging ook de lidstaten, ingezet op een omslag van de productie van broeikasgassen. De sector waar men het eerst op ingezet heeft, is de energiesector. Onder impuls hiervan is er een doorgedreven ontwikkeling gebeurd van fotovoltaïsche cellen en windturbines, en is deze technologie nu algemeen beschikbaar en geïnstalleerd. Eind 2020 was windenergie verantwoordelijk voor 17,8% van de geïnstalleerde capaciteit in België, en zonne-energie voor 22,8% (bron: Febeg). De verwachting is dat we in 2050 een CO₂-neutrale energievoorziening hebben, waarvan een substantieel deel komt van windenergie, en meer in het bijzonder offshorewind. De Europese Commissie verwacht dat tot 300 GW offshorewind geïnstalleerd zal zijn tegen 2050², terwijl de windsector zelf tot 450 GW offshorewind verwacht, waarvan iets minder dan de helft geplaatst in de Noordzee³. Deze energie moet natuurlijk naar land getransporteerd worden, en van daaruit verder naar de verbruikerscentra in België maar ook naar het centrum van Europa. Op dit ogenblik is er ongeveer 25 GW offshore geïnstalleerd, waarvan een 2,1 GW in Belgische wateren. Om deze transitie waar te maken zullen er op middellange termijn substantiële investeringen in transmissiecapaciteit nodig zijn, eerst offshore, maar nadien ook onshore om het vermogen naar de grote verbruikerscentra te brengen, in België, maar ook verder inlands.

² European Commission, 28/11/2018 - COM (2018) 773 - A Clean Planet for all - A European strategic long-term vision for a prosperous, modern, competitive and climate neutral economy

³ Our energy, our future - How offshore wind will help Europe go carbon-neutral; WindEurope, 2019

5.1.3 TECHNOLOGIE VOOR DE TRANSMISSIE VAN ELEKTRISCHE ENERGIE (HOOG VERMOGEN)

Voor de transmissie van elektrische energie moet men twee fundamentele keuzes maken: wisselstroom of gelijkstroom en ondergronds of bovengronds. Afhankelijk van de toepassing zijn de beschikbaarheid en de relatieve kosten van deze keuze anders. In deze sectie wordt een korte samenvatting gegeven van de belangrijkste aspecten van de technologie. Meer informatie kan gevonden worden in de technologiestudie van Elia⁴.

5.1.3.1. WISSELSTROOM TECHNOLOGIE (AC)

Voor hoge vermogens die over relatief korte afstanden (honderden km) getransporteerd worden, is het bovengronds transport in wisselstroom de standaardoplossing. Dit is een gekende technologie die betrouwbaar, flexibel en goedkoop is. We spreken hier over een hoogspanningslijn, of luchtlijn, waarbij een naakte geleider aan hoogspanningsmasten wordt bevestigd, en waarbij lucht gebruikt wordt als isolator.

Verbindingen op wisselstroom kunnen ook ondergronds uitgevoerd worden. Voor lagere vermogens (en meer specifiek lagere spanningen) is dit nu al de standaardtoepassing. In dit geval worden er kabels gebruikt. Een kabel bestaat uit een geleider in koper of aluminium die met een kunststofgeïsoleerde mantel uitgerust is en in de grond geplaatst wordt. Hoewel kabelverbindingen veelal duurder zijn, hebben ze het voordeel dat ze gemakkelijker te integreren zijn in de omgeving en op minder weerstand botsen. Ondergrondse kabelverbindingen tot 150 kV worden algemeen toegepast, vooral in dichtbevolkte gebieden (zoals België en Nederland). Kabels op hogere spanningen komen minder voor, omdat deze moeilijker te integreren zijn in het netwerk en ze zijn ook significant duurder. De technische complexiteit van de kabel wordt veroorzaakt door het capacitief gedrag van de kabel waardoor er continu een reactieve stroom vloeit die het spanningsbeheer en de stabiliteit van het systeem negatief kan beïnvloeden. Dit beperkt de maximale lengte van de kabel. Een ander nadeel is dat de kabelverbinding veelal beperkt(er) is in vermogen in vergelijking met een luchtlijn.

Kabelverbindingen op 400 kV bestaan - een sectie van de Stevin-verbinding is bijvoorbeeld uitgevoerd als ondergrondse kabel -, maar zijn vooralsnog beperkt.

5.1.3.2. GELIJKSTROOMTECHNOLOGIE (HVDC)

Hoewel wisselstroom de meest courante oplossing is, is er een sterke opmars van gelijkstroom als gekozen technologie voor het vervoeren van elektrische energie⁵. Om deze transmissie te kunnen doen moet de wisselstroom eerst omgezet worden in gelijkstroom door middel van een omvormer (Engels: converter) en aan het einde van de transmissielijn opnieuw omgevormd worden in wisselstroom. Deze omvormers zijn gebaseerd op vermogenelektronica, en kunnen in essentie vergeleken worden met een adapter van een laptop.

Gelijkstroomtoepassingen worden gebruikt voor zeer hoge vermogens (waar we dan spreken over HVDC of High Voltage Direct Current) en zeer lage vermogens (elektronicatoepassingen). Voor HVDC zijn er de volgende toepassingen:

- transmissie van zeer hoog vermogen (tot 10 GW) over lange afstanden (tot >3000 km)
- connectie van asynchrone netwerken (bijvoorbeeld UK en Europees vasteland)
- lange kabelverbindingen (bijvoorbeeld onderzee).

Bij het analyseren van HVDC-technologie moeten we onderscheid maken tussen twee technologieën:

- Thyristor gebaseerde Line Commutated Converter (LCC) technologie:
 - beschikbaar tot de hoogste spanningen (1000 kV) en vermogens (10 GW)
 - lage verliezen

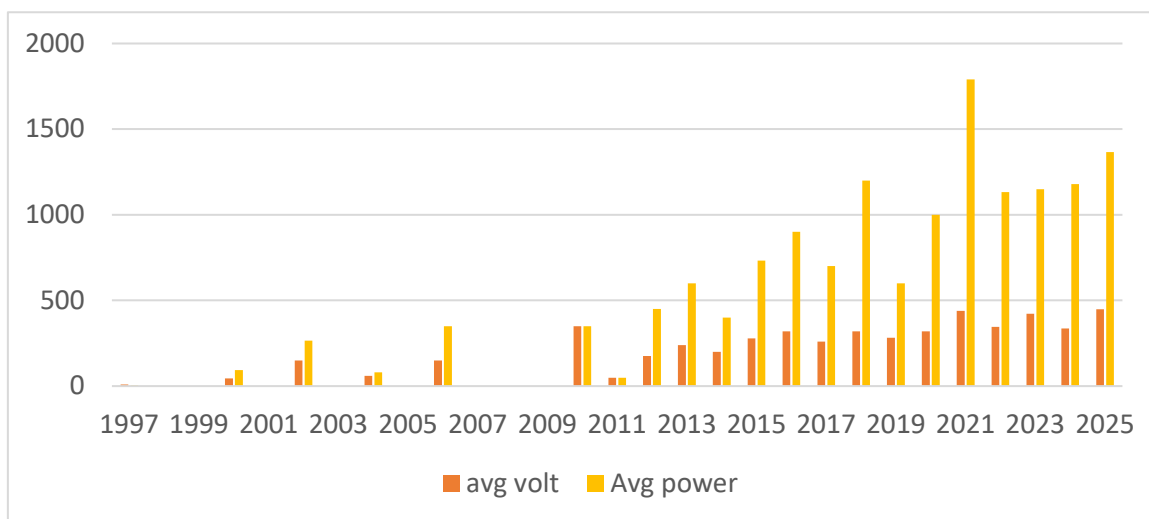
⁴ https://cdn.kangacoders.com/direct/particify/da_files/items/000/000/983/original/12.6.3_Technologiestu-die_elia.pdf?1554125648

⁵ Dirk Van Hertem, Oriol Gomis-Bellmunt, Jun Liang; HVDC Grids, For offshore and supergrid of the future; IEEE-Wiley, 2016

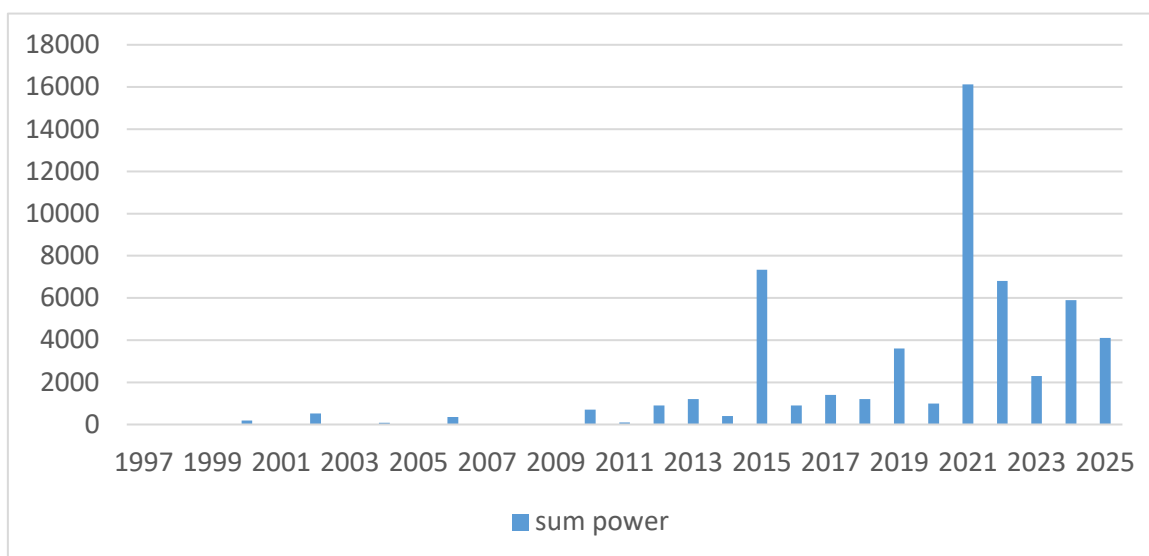
- minder flexibel
- moeilijker integreerbaar in het netwerk (harmonisch, controle...)
- niet bruikbaar voor offshoreverbindingen
- IGBT gebaseerde Voltage Source Converter (VSC) technologie:
 - recentere technologie die nog in ontwikkeling is
 - beschikbaar tot 525 kV en 2,5 GW vermogen
 - iets hogere verliezen
 - zeer dynamisch
 - eenvoudige integratie in bestaande netwerken
 - bruikbaar voor offshoreconnectie van wind.

Hoewel HVDC wereldwijd veel gebruikt wordt, blijft het tot vandaag een nicheproduct. Er zijn iets meer dan 100 verbindingen in gebruik, met enkele tientallen in aanbouw. Hierbij neemt het aandeel VSC HVDC toe, en zien we deze technologie gradueel groeien.

Figuur 6 Evolutie van VSC HVDC-technologie geïnstalleerd per jaar (gemiddeld vermogen en gemiddelde spanning) (gebaseerd op data Wikipedia)



Figuur 7 Evolutie van cumulatief geïnstalleerd vermogen VSC HVDC (in MW) (gebaseerd op data Wikipedia)



Ook voor HVDC kan men het vermogen transporteren door middel van luchtlijnen of door middel van kabelverbindingen. In tegenstelling tot wisselstroom zijn er geen lengtebeperkingen voor HVDC en deze technologie wordt dan ook dikwijls toegepast in systemen waar een luchtlijn geen optie is, bijvoorbeeld bij verbindingen over zee. Ook zijn HVDC-kabels relatief goedkoper dan AC-kabels. Ze blijven echter wel duurder dan een bovengronds alternatief. Bovengrondse HVDC-verbindingen worden gebruikt voor de allergrootste vermogens, en dus vooral voor LCC-technologie. Het is de meest courante vorm van HVDC in China, India en Zuid-Amerika. Voor Europa is de VSC HVDC-technologie in combinatie met een kabelverbinding de meest voorkomende vorm. De huidige systemen zijn beperkt tot 525 kV DC en een vermogen tot 2,5 GW per circuit. Voor alle Ventilus-alternatieven wordt er enkel rekening gehouden met de VSC HVDC-technologie omdat ze als enige het potentieel heeft aan de vereisten te voldoen.

Tot vandaag wordt HVDC vooral uitgebouwd als een punt-tot-puntverbinding, waarbij elke lijn afzonderlijk de omzetting van AC naar DC en van DC naar AC uitvoert. Het zou echter efficiënter zijn om te werken met DC-netwerken, waarbij er ook aan de gelijkstroomzijde een vermaasd net uitgebouwd wordt. Dergelijke systemen worden HVDC-grids genoemd, ze zijn nog in ontwikkeling. Het is de verwachting dat ze gebruikt zullen worden om een significant deel van de offshorewind te integreren in het Europese energiesysteem vanaf het volgende decennium.

5.1.4 ACHTERGROND UITBATING EN PLANNING VAN ELEKTRISCHE NETWERKEN

5.1.4.1. HOE WORDT ER GEKOZEN WELKE CENTRALE INGESHAKELD WORDT?

Hoewel de opwekking van elektrische energie door hernieuwbare bronnen voorlopig nog en zeker initieel – zeer hoge installatiekosten per geïnstalleerde MW met zich meebrengt is het gebruik ervan zeer goedkoop aangezien de brandstof (zon en wind) gratis zijn. Andere centrales, met name nucleaire, steenkool- en gascentrales, gebruiken brandstoffen die niet vrij beschikbaar zijn, en deze zijn dus duurder in gebruik. Als een gevolg hiervan zal men steeds eerst alle beschikbare hernieuwbare generatoren inschakelen, en pas overschakelen op andere brandstoffen wanneer de hernieuwbare generatoren gebruikt zijn. In het jargon worden ze vooraan in de ‘merrit-orde’ geplaatst omdat hun marginale kosten lager zijn.

Hierbij zijn de centrales op basis van fossiele brandstof (steenkool en gas) de duurste; zij zullen als laatste ingeschakeld worden. (Het zijn ook deze die CO₂ produceren.)

Op elk ogenblik wordt er net genoeg elektriciteit opwekt om alle verbruik op te vangen. In een systeem dat gekoppeld is met de buurlanden, moet men ook de invoer en uitvoer in rekening brengen (1).

$$\sum \text{generatie} + \sum \text{invoer} = \sum \text{verbruik} + \sum \text{uitvoer} + \sum \text{verliezen} \quad (1)$$

Hoe komt een elektriciteitsprijs dan tot stand?

De elektriciteitsprijs (op de energiemarkt, in de groothandel) wordt voor elk tijdstip bepaald door een proces van biedingen van zowel de aanbodzijde (generatoren) als de vraagzijde (gebruikers) in een markt-omgeving. Elke partij maakt een serie biedingen van een hoeveelheid energie en de overeenkomstige prijs. De generatiebiedingen worden dan geordend van goedkoop naar duur, en de vraagbiedingen van duur naar goedkoop. Eerst wordt de goedkoopste generator gebruikt om de verbruiker te voeden die er het meest voor wil betalen. Een evenwicht wordt bereikt op het punt waarbij de generator en gebruiker hetzelfde krijgen/betalen voor hun elektriciteit: alle generatie die goedkoper aanbiedt en alle gebruikers die bereid zijn meer te betalen wordt aanvaard in de markt, alle andere biedingen niet. De elektriciteitsprijs wordt bepaald door de kruising van vraag en aanbod: alle generatoren die aanvaard worden, krijgen dezelfde prijs (ook al waren ze initieel bereid om minder te aanvaarden), en alle aanvaarde biedingen van gebruikers betalen deze prijs (ook al waren ze bereid meer geld te betalen).

De biedingen van generatoren en vraag (en de resulterende prijs van elektriciteit) zijn afhankelijk van het ogenblik (dag of nacht, zomer of winter), de weersomstandigheden (zon, wind, temperatuur) en ook de

beschikbaarheid van de verschillende eenheden (onderhoud). Zo verandert de samenstelling van de generatoren die vermogen leveren aan het netwerk continu. In het huidige systeem is de elektriciteitsprijs gelijk voor de hele zone (België).

5.1.4.2. WAAROM IS DIT BELANGRIJK VOOR DE VERMOGENSTROMEN IN HET ELEKTRICITEITSNETWERK?

De vermogenstroom doorheen het transmissienetwerk is het resultaat van de vermogeninjecties door de verschillende individuele generatoren en de afnames door de individuele gebruikers. Hierbij is niet enkel de grootte van belang, maar ook de locatie van de injectie. In een vermaasd netwerk (zoals het transmissienet) vloeit de stroom via het pad van de minste weerstand. Door de variatie van generatie en verbruik in tijd en plaats zullen de stromen ook variëren. Zo zullen de transmissielijnen die het binnenland met de kust verbinden, bijvoorbeeld de Stevin-verbinding, bij veel wind en import uit het Verenigd Koninkrijk landinwaarts vermogen naar het binnenland transporteren. Op andere momenten kan de vermogenstroom zeer beperkt zijn, of zelfs in de omgekeerde richting vloeien, bijvoorbeeld bij weinig wind en uitvoer naar het Verenigd Koninkrijk. Met de liberalisering van de elektriciteitsmarkt is er een proces gestart waarbij landen steeds meer geconnecteerd geraken. Hierdoor zijn ook markten steeds meer geconnecteerd en wordt de stroom door individuele transmissielijnen steeds meer bepaald door internationale markteffecten. Het toenemend gebruik van variabele hernieuwbare energiebronnen versterkt dit effect, aangezien weereffecten veelal locatie gebonden zijn.

5.1.4.3. VERMOGENSTROMEN IN EEN VERMAASD NET EN CONGESTIE

Enkele basisprincipes van vermogenstromen in een netwerk.

1. In twee circuits (draadstellen) naast elkaar (op dezelfde pyloon) waarbij de aansluitingen op dezelfde plaats gemaakt wordt (beide circuits tussen onderstation A en B), zal de stroom zich gelijkmatig over de circuits verdelen.
2. De impedantie (complexe weerstand) van transmissielijnen wordt bepaald door hun opstelling (bouw), de gebruikte materialen en de lengte van het circuit (afstand tussen onderstations).
3. De capaciteit van transmissielijnen wordt bepaald door de technologie en door de opwarming van de geleider. Deze laatste is afhankelijk van de weerstand en de stroom door de geleider. Bij opwarming van de geleider gaat de draad verlengen en meer doorhangen, waardoor de minimumhoogte niet langer gegarandeerd wordt. In de praktijk wordt de capaciteit van een transmissielijn bepaald door de maximale doorhang en dus de maximale temperatuur van de geleider.
4. Transmissielijnen kunnen tijdelijk overbelast worden aangezien de opwarming een traag proces is (minuten, kwartier).

In een vermaasd netwerk (zoals het transmissienetwerk in België) zullen de stromen als volgt stromen:

1. De vermogenstromen verdelen zich volgens de wet van Ohm en volgen de weg van de minste weerstand.
2. Hieruit volgt dat de stroom niet noodzakelijk door de leiding met de hoogste capaciteit vloeit.
3. De exacte berekening van de stromen vereist een 'power flow'-berekening, wat een stelsel niet-lineaire vergelijkingen oplost, maar in eenvoudige netwerken kan men dat ook doen met redeneren en gebruik makende van de stroomwet van Kirchhoff. Deze wet stelt dat de som van de (vermogen)stromen die aankomen in een knoop of in een gesloten systeem zonder bronnen 0 is. (De som van de stromen die naar het knooppunt vloeien, is gelijk aan de som van de stromen die uit het knooppunt vloeien.)
4. In een netwerk waar een transmissielijn plotseling geopend wordt (door fout of door schakelactie) zal de stroom zich onmiddellijk herverdelen over de overblijvende geleiders.

HVDC-vermogenstromen:

1. HVDC-omvormers maken het mogelijk het vermogen door de verbinding exact te controleren. De stroom door de HVDC-transmissielijn is dus steeds bepaald, HVDC-transmissielijnen kunnen dus niet overbelast worden.

2. In een vermaasd AC-netwerk kan de HVDC-verbinding beschouwd worden als een generator die op één punt een bepaald vermogen injecteert, terwijl hij hetzelfde vermogen elders uit het net trekt. Dit vermogen kan bovendien volledig gecontroleerd worden.

5.1.4.4. TAKEN VAN DE NETBEHEERDER

De netbeheerder is verantwoordelijk voor verschillende zaken, namelijk de veilige, economische en betrouwbare uitbating van het netwerk. Hij is gebonden aan de Europese en Belgische regelgeving⁶. Voor dit dossier zijn hiervoor onder meer de volgende zaken relevant:

- De netbeheerder garandeert het netevenwicht, hij zorgt ervoor dat op elk ogenblik de generatie en het verbruik gelijk zijn, en neemt maatregelen indien dit niet het geval is.
- De netbeheerder zorgt ervoor dat de gealloceerde biedingen mogelijk zijn en dat er geen overbelasting van het netwerk optreedt. In het geval dat overbelastingen kunnen optreden kan de netwerkbeheerder maatregelen treffen (zoals preventief generatie of verbruik schakelen, of na een onverwacht incident op het netwerk correctief generatie of verbruik schakelen).
- De netbeheerder zorgt voor een betrouwbare uitbating van het netwerk. Als hoeksteen van de huidige werking van het transmissienet wordt hiervoor het N-1-principe gebruikt.
- De netbeheerder is verantwoordelijk voor de uitbouw van het netwerk, er rekening mee houdend dat alle marktpartijen op een eerlijke manier toegang tot de energiemarkt kunnen krijgen.
- De netbeheerder is verantwoordelijk voor het onderhoud van het systeem en voor de correcte uitbating tijdens onderhoud (waardoor er tijdelijk minder capaciteit op het netwerk kan zijn).

5.1.4.5. DE NETBEHEERDER ALS STAKEHOLDER IN DE ENERGIEMARKT

- Het Belgische transmissienet wordt beheerd door Elia: Elia is een onafhankelijke partij, in die mate dat ze niet verbonden is met bedrijven die elektriciteit opwekken of verkopen. Elia is als bedrijf ten dele eigendom van de gemeentes (Publi-T), opereert internationaal en is ook beursgenoteerd.
- Elia wordt gecontroleerd door een onafhankelijke regulator (CREG):
 - De regulator controleert de goede werking van het elektriciteitsnet en de marktwerking.
 - CREG bepaalt de netwerktarieven voor de elektriciteit. De netwerktarieven zitten vervat in de elektriciteitsprijs en komen overeen met gedeelte van de elektriciteitsprijs dat voorzien is voor de uitbating en uitbouw van het transmissienetwerk (en het distributienetwerk).
 - CREG ziet toe dat de uitgaven correct besteed worden en de plannen overeenkomen met het algemeen belang.
 - De netwerkbeheerder wordt vergoed voor de goede uitbating (en niet direct voor het vermogen-transport over de transmissielijn).
- Elia is verantwoordelijk voor uitbating, onderhoud en uitbouw van het transmissienet.
 - De planning gebeurt volgens een door de wet vastgelegde procedure⁷:
 - 'Art. 13.§ 1. De netbeheerder stelt een plan voor de ontwikkeling van het transmissienet op in samenwerking met de Algemene Directie Energie en het Federaal Planbureau. Het ontwikkelingsplan is onderworpen aan het advies van de commissie. Het ontwikkelingsplan is onderworpen aan de goedkeuring van de minister.
 - § 2. Het ontwikkelingsplan bevat een gedetailleerde raming van de behoeften aan transmissiecapaciteit, met aanduiding van de onderliggende hypothesen, en bepaalt het investeringsprogramma dat de netbeheerder zich verbindt uit te voeren om aan deze behoeften te voldoen.'
 - Een investering die op het niveau van transmissiecapaciteit en de daaraan verbonden technologie niet meer overeenstemt met wat in het goedgekeurde Federaal Ontwikkelingsplan 2020-2030 werd opgenomen, zal in principe opnieuw voorgelegd moeten worden aan

⁶ <https://www.elia.be/nl/bedrijf/wettelijk-kader>

⁷ <https://navigator.emis.vito.be/mijn-navigator?wold=19433>

zowel de federale Minister van Energie voor goedkeuring als aan de regulator (commissie) voor advies waarna hiervoor een GRUP-procedure op Vlaams niveau (indien nodig) gestart kan worden.

- Dezelfde wet geeft een kader voor de criteria waaraan het transmissienetwerk moet voldoen:
 - 'Art. 8.[...] Hiertoe wordt de netbeheerder onder meer met de volgende taken belast :
 - 1° het op lange termijn waarborgen van het vermogen van het transmissienet en voldoen aan redelijke aanvragen voor de transmissie van elektriciteit, uitbaten, onderhouden en ontwikkelen, onder economisch aanvaardbare voorwaarden, van een zeker, betrouwbaar en doeltreffend transmissienet, mits het wijden van alle vereiste aandacht aan de eerbied voor het leefmilieu. Het ontwikkelen van een transmissienet dekt de hernieuwing en de uitbreiding van het net en wordt bestudeerd in het kader van het uitwerken van het ontwikkelingsplan.'
 - ...
- Opdat eventuele varianten voor Ventilus deel kunnen uitmaken van een ontwikkelingsplan en ook effectief uitgevoerd en in dienst genomen kunnen worden, is het belangrijk dat ze beantwoorden aan bovengenoemde criteria en niet los gezien worden van het ontwikkelen en functioneren van het volledige transmissienet en toekomstige behoeften. Bovenstaande is belangrijk in het afwegingskader over de redelijkheid en haalbaarheid van de varianten, minstens in de manier waarop Elia deze wettelijk gezien moet beoordelen.
- Planning en ontwikkeling van transmissie duurt (normaal) veel langer dan van generatie (10 jaar versus 2 à 3 jaar): de netbeheerder moet proactief zijn systeem ontwikkelen om aan de noden van het toekomstige systeem te voldoen. De timing en de locatie van nieuwe generatoren behoort niet tot de taken van de netbeheerder.
- Er is veel onzekerheid in het systeem en hoe het zich zal ontwikkelen (nucleair, markt, elektrische voertuigen, hernieuwbare, waar welke generator vergund zal worden...). De combinatie van deze onzekerheid en het verschil in ontwikkelingstijd voor generatie en netwerk maakt de correcte uitbouw van het netwerk een moeilijke oefening.

5.1.5 BEVOORRADINGSZEKERHEID

5.1.5.1. BEVOORRADINGSZEKERHEID VAN ENERGIELEVERING

De bevoorradingszekerheid van de energielevering bestaat conceptueel uit twee aspecten: de adequaatheid (adequacy) van de installatie – is er voldoende generatie en transmissiecapaciteit beschikbaar om in de behoeften te voorzien? – en de bescherming tegen incidenten (security)⁸.

In een adequaatheidsanalyse wordt gekeken of het systeem op elk ogenblik aan de vraag kan voldoen, of er voldoende generatie is, en ook voldoende infrastructuur (transmissielijnen, transformatoren...) om de energie te transporteren. Dergelijke analyses worden steeds belangrijker in het kader van de energietransitie, maar ook met de toename van hernieuwbare energie en de kernuitstap.

De Security-analyse onderzoekt of het systeem in staat is om te reageren op verstoringen in het systeem. Deze verstoringen kunnen uitval van elementen zijn, kortsluitingen en ook grote incidenten waarbij meerdere elementen tegelijkertijd falen (zie ook punt 5.1.5.3 (N-2 en N-k)), en dit niet enkel in evenwicht (steady state), maar ook dynamisch. Grote verstoringen in het netwerk kunnen er inderdaad voor zorgen dat oscillaties in het netwerk ontstaan die verdere verstoringen kunnen veroorzaken: beveiligingen kunnen ongewenst aangesproken worden, toestellen kunnen onverwacht uitschakelen en er kan een kettingreactie optreden die een gedeelte van het energiesysteem zonder spanning kan zetten. In een extreem geval kan zelfs een volledig land of (een groot stuk van) het continent uitgeschakeld worden. Dit heeft verregaande gevolgen. Niet enkel is er het ongemak en de economische schade door machines die uitvallen, bij een groot incident kan er een breed scala aan gevolgen optreden: openbaar vervoer wordt onderbroken, het communicatienetwerk valt weg, verkeerslichten vallen uit, ziekenhuizen moeten op noodgenerato-

⁸ Roy Billinton, Ronald N. Allan; Reliability evaluation of power systems (2nd edition), 1996, Plenum Press

ren overschakelen, er is schade aan toestellen en mogelijk zijn er zelfs (meestal indirecte) gezondheidsrisico's. Een dergelijk incident is zeer zeldzaam omdat de netbeheerders voorzorgsmaatregelen nemen en steeds voldoende marge houden voor alle redelijke incidenten.

5.1.5.2. N-1 OF DE BETROUWBARE UITBATING VAN HET ELEKTRICITEITSNET

De transmissienetbeheerder baat het netwerk uit in N-1 zoals hierboven beschreven. Dit principe houdt in dat het vermaasde transmissienetwerk zo uitgebouwd en beheerd wordt dat er op elk ogenblik een willekeurig netwerkelement (transmissielijn of generator) kan uitvallen zonder dat dit resulteert in instabiliteit van het transmissienetwerk of het onvoorziën uitschakelen van belasting. Hierdoor worden de transmissielijnen in het netwerk in normaal bedrijf niet tot de limiet belast, maar slechts tot een niveau waarop bij uitval van om het even welk element (transmissielijn, transformator, generator...) de capaciteit van de lijn nog altijd niet overschreden wordt. De transmissielijn wordt dus enkel op maximaal vermogen uitgebaat tijdens een incident elders in het netwerk. Wanneer er een dergelijk incident gebeurt, en de situatie na de fout niet langer N-1 veilig is (een volgend incident is niet langer gegarandeerd veilig), dan is het netwerk in een 'alert' toestand, en moet er onmiddellijk actie ondernomen worden. De netbeheerder zal zo snel mogelijk regelacties ondernemen om de situatie weer onder controle (weer N-1) te krijgen. Dit kan gebeuren door (1) de originele fout te herstellen en/of (2) actief in te grijpen in de markt en de vermogenstromen aan te passen door beter geplaatste, duurder generatoren in te schakelen en goedkopere, minder goed geplaatste te verminderen. Afhankelijk van de locatiefout, de oorzaak en de toestand in het netwerk zal de tijdelijke 'alert' toestand verholpen kunnen worden. Normaal duurt dit niet meer dan enkele uren.

Het principe van N-1 wordt al verschillende decennia succesvol gebruikt om te garanderen dat de eindgebruiker een voldoende hoge betrouwbaarheid ervaart. Het is echter belangrijk op te merken dat de betrouwbaarheid in het netwerk zelf niet zo belangrijk is. Wat telt is de beschikbaarheid van elektriciteit (spanning) en de capaciteit om het gewenste vermogen te injecteren in een bepaald punt (bij een gebruiker, generator). Een vermaasd netwerk is hierin superieur aan radiale netwerken (hoge onbeschikbaarheid) en volledig redundante netwerken (hoge kosten).

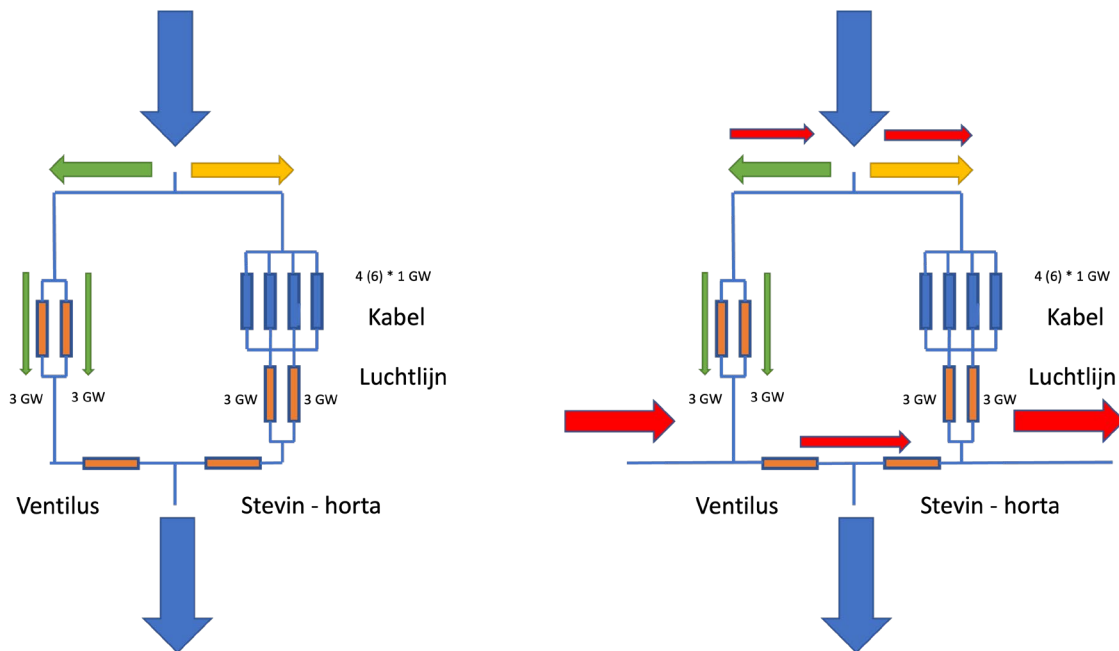
De vermogenstromen in een systeem dat N-1 uitgebaat wordt hebben de volgende kenmerken:

- In een systeem met twee gelijke parallelle lijnen met elk eenzelfde capaciteit kan men slechts het vermogen van 1 transmissielijn N-1 veilig transporteren; bij het maximale vermogen zal het vermogen zich gelijk splitsen over de twee transmissielijnen.
- In een systeem waarbij er twee niet gelijke parallelle lijnen zijn, kan men slechts het vermogen van de transmissielijn met het laagste vermogen transporteren.
- In een systeem waarbij er 2x (2x 3000 MW⁹) aan capaciteit beschikbaar is tussen twee punten in het netwerk, moet men steeds rekening houden met de uitval van een enkele transmissielijn. Er is dus maximaal 9000 MW beschikbaar.
- In een vermaasd netwerk kan het echter ook zijn dat deze theoretische limiet niet gehaald wordt, en de werkelijke beschikbare capaciteit lager is. Dit is bijvoorbeeld het geval in figuur 8 waarbij er naast een west → oost stroom, ook een zuid → noord stroom is en de verbindingen niet gelijkmatig belast worden.
- In een verbinding van 2x 3000 MW met een gedeelte uitgevoerd als kabelverbinding, 4x 1000 MW (zoals de Stevin-link), zal er in beide delen maximaal 3000 MW getransporteerd kunnen worden (uitval van één 3000 MW luchtlijn of uitval van één 1000 MW kabel).
- In een gecombineerd systeem zoals de toekomstige Ventilus-verbinding in parallel met de Stevin-verbinding zal men in theorie maximaal 7000 MW kunnen transporteren in N-1 (bij uitval van een van de twee Ventilus-verbindingen). Hierbij moet opgemerkt worden dat de kabelverbindingen van de Ste-

⁹ In deze tekst wordt voor de capaciteit van een transmissielijn de MW (of GW) gebruikt. Hierbij wordt abstractie gemaakt van het reactief vermogen. De correcte weergave is het schijnbaar vermogen, uitgedrukt in MVA, of mega volt ampère. Dit kan veelal benaderd worden door een MW (mega watt). 1 MVA ≈ 1 MW, en 1000 MW = 1 GW.

vin-link mogelijk tijdelijk (enkele uren) overbelast kunnen worden zodat dit opgetrokken kan worden tot een hoger vermogen.

- Bovenstaande houdt geen rekening met een uitbating met curatieve acties. In een dergelijke uitbatingmodus worden de tijdelijke N-1-grenzen overschreden en wordt er onmiddellijk na een fout een redispatch uitgevoerd. In het geval van de Ventilus-verbinding zou hiervoor bij import en maximale windproductie bijvoorbeeld tijdelijk de invoer uit het Verenigd Koninkrijk verminderd kunnen worden, of kan men de windturbines (gedeeltelijk) uitschakelen. Dergelijke acties verplichten de netbeheerder om 'redispatch' uit te voeren, wat substantiële kosten oplevert.



Figuur 8 Vermogenverdeling in de combinatie Ventilus en Stevin: De vermogens verdelen zich volgens de impedanties (weerstand) van de lijnen (Links). In het geval van een transversale vermogensstroom (rode pijlen) zullen de verbindingen niet gelijkmatig belast worden (rechts)

5.1.5.3. BETROUWBARE UITBATING VAN HET NETWERK IN NIET N-1-CONDITIES

De standaarduitbating van het elektriciteitsnetwerk maakt gebruik van het N-1-principe, waarbij de robuustheid tegen enkelvoudige incidenten bedoeld wordt. Hoewel deze enkelvoudige incidenten de meestvoorkomende zijn, moet de netbeheerder het systeem ook zo uit te baten dat bij uitzonderlijke incidenten (niet beschouwd in de N-1-analyse) de impact op de rest van het systeem beperkt blijft. Zonder veel in detail te gaan moet men onder meer met volgende mogelijke situaties rekening houden:

1. Uitval van een element tijdens onderhoud aan een ander element (zogenaamde N-1-1). Het systeem moet ook te onderhouden en te herstellen zijn.
2. Ongerelateerde uitval van twee elementen in een korte tijdspanne.
3. Uitval bij een verborgen fout ('hidden failure') bijvoorbeeld wanneer een vermogensschakelaar (circuit-breaker) beschadigd is en de stroom niet kan uitschakelen op het moment dat er daadwerkelijk een fout optreedt.
4. Uitval van twee elementen tegelijkertijd (zogenaamde N-2). Een voorbeeld van een dergelijk incident is de uitval van een pyloon met meerdere circuits (in België wordt de uitval van een pyloon als uitzonderlijk beschouwd, en wordt tijdens een N-1-incidentanalyse enkel rekening gehouden met circuit/draadstelfouten). Nochtans is het niet onmogelijk dat dergelijke incidenten plaatsvinden. Er gebeurde er bijvoorbeeld een in Lint op 21 juli 2009. Door een plots hitteonweer met windsnelheden tot 200 km/h vielen twee 400 kV-masten om, op het onderliggende 70 kV-netwerk, en werd een nabijge-

legen 150 kV-lijn uitgeschakeld (in enkele seconden). De impact van dit incident was beperkt omdat het plaatsvond op een ogenblik van lage belasting (zomer, nationale feestdag). Ook het herstel van deze lijn een jaar later had een ongewenste uitschakeling tot gevolg. In dergelijke situaties moet de impact beperkt worden (typisch door belasting uit te schakelen), en mogen er geen opvolgincidenten plaatsvinden die de verspreiding van het incident naar de rest van het systeem veroorzaken.

5. Zeer zware incidenten die door storm (bijvoorbeeld overstromingen zoals in Wallonië in 2021), brand, terrorisme, cyberaanval... die meerdere netwerkelementen zo goed als simultaan doen uitvallen. In dergelijke gevallen kan de integriteit van het Belgische (en mogelijk zelfs Europese) transmissienet aangetast worden. De netbeheerder ontwikkelt een plan ('Defence plan'¹⁰), waarin specifieke acties gedefinieerd worden om de systeemschade te beperken en zo snel mogelijk de uitgeschakelde delen weer op te starten.

Bovenstaande bespreking houdt geen rekening met de dynamische limieten van het systeem. De netbeheerder heeft de verantwoordelijkheid om ervoor te zorgen dat niet enkel de correcte werking in evenwichtstoestand, maar ook de transitie tussen twee evenwichtstoestanden mogelijk is. De bespreking van de dynamica van het energiesysteem gaat verder dan het bestek van dit rapport. Enkele relevante limieten:

1. Ten eerste is er een maximale 'loss of infeed' van 3 GW in het continentale energiesysteem. Dit wil zeggen dat er op geen enkel ogenblik een realistisch incident mag plaatsvinden dat tot gevolg heeft dat er in één keer meer dan 3 GW verloren gaat. Indien dit toch gebeurt, dan zal de frequentie te ver afwijken van 50 Hz en worden er automatisch massaal groepen verbruikers afgeschakeld. Het automatisch afschakelen van groepen gebruikers is nodig om een volledige of gedeeltelijke black-out van het systeem te vermijden. De waarde van 3 GW is op Europees niveau vastgelegd, en komt overeen met de gelijktijdige uitval van de twee grootste generatoren.
2. Ten tweede is het energiesysteem een dynamisch systeem (vergelijkbaar met een massa-veer-systeem), en moet de dynamische stabiliteit steeds verzekerd worden. Een gedetailleerde dynamische analyse van elk incident en de daaropvolgende reactie van het systeem is dan ook nodig. In het geval dat een systeem niet stabiel is (of niet stabiele werkingspunten heeft), dan zijn gevals specifieke studies nodig om alternatieve oplossingen te vinden. Dit kan aanleiding geven tot nieuwe regelmechanismen of extra toestellen die geplaatst moeten worden, maar het is ook mogelijk dat voor bepaalde opties geen realistische oplossing gevonden wordt, waardoor men een bepaalde investering niet kan realiseren. Deze analyses vallen buiten het bestek van dit rapport.
3. Ten derde kunnen resonanties optreden tussen verschillende netwerkelementen die op hun beurt aanleiding geven tot het opslingeren van spanning en stroom, met als gevolg dat de beveiliging delen van het netwerk uitschakelt of elementen beschadigd worden.
4. Ten vierde bestaat het moderne transmissienetwerk voor een groot deel uit vermogenelektronische omvormers, met name voor de aansluiting van hernieuwbare energie, maar ook voor gelijkstroomverbindingen (HVDC). Deze technologie maakt de stroom en spanning controleerbaar, maar heeft ook als gevolg dat er veel snellere transiënten optreden, die andere elementen dan weer beïnvloeden. Deze toestellen worden ook ingesteld bij een specifieke netwerkuitbating, en als dusdanig kunnen ze onbedoeld gediscoconnecteerd worden bij een groot incident, wat het incident nog zwaarder zal maken. Verder is de werking van deze omvormers ten dele ook niet exact gekend door de netbeheerder, aangezien deze toestellen niet altijd zijn eigendom zijn of soms zelfs niet onder zijn beheer vallen. Ook kan het dat de gedetailleerde werking afgeschermd wordt vanwege IP (intellectual property). Ten slotte is er ook een onzekerheid in de uitbating van netwerken met veel vermogenelektronische componenten. Dit vierde punt wordt op dit ogenblik grondig onderzocht, en er is al significante vooruitgang gemaakt, maar meer onderzoek is nodig, vooral wanneer het vermogen van de vermogenelektronische omvormers groot is ten opzichte van de connectiecapaciteit.

¹⁰ Elia, Elia System Defence Plan (non-confidential version), September 2019 (online).

Samenvattend, niet alles kan preventief vermeden worden door gebruik te maken van het N-1-criterium. Netbeheerders worden geacht hun systeem zo te ontwikkelen dat het robuust is tegen allerlei eventualiteiten, ook buiten het N-1-criterium.

5.1.5.4. BETROUWBAARHEID EN TECHNOLOGIE: VERSCHILLENDE OPTIES BIJ DE VENTILUS-VERBINDING EN ALTERNATIEVEN

Naast het correcte beheer van het netwerk om falingen op te vangen, is het ook belangrijk om de inherente onbeschikbaarheid van de verschillende technologische componenten te vergelijken en het effect van de netwerktopologie te meten.

Een eerste aspect hierbij is de technologie en haar inherente faalfrequentie en herstelduur:

1. Luchtlijnen hebben frequenter, maar kortstondiger onderbrekingen (bijvoorbeeld door blikseminslag) dan kabelverbindingen.
2. Kabelverbindingen hebben bij falen altijd een langdurige onderbreking (enkele uren, dagen of zelfs weken of maanden bij zeekabels). De reden is dat een faling in een kabel altijd een beschadiging met zich meebrengt die een vervanging van een kabelsegment vereist, wat niet noodzakelijk het geval is bij een kortsluiting op een bovengrondse lijn.
3. HVDC-omvormers bevatten veel componenten: dit heeft tot gevolg dat deze complexe componenten ook meer onderhoud nodig hebben en minder beschikbaar zijn dan een vergelijkbare AC-verbinding. Hoewel de betrouwbaarheid een ontwerpparameter kan zijn, is de verwachte onbeschikbaarheid van een HVDC-verbinding significant hoger dan die van een bovengrondse verbinding (1 à 3 weken tegenover enkele uren per jaar).

Een tweede aspect dat belangrijk is in de betrouwbaarheidsanalyse, en dan vooral van netwerkelementen is de lengte van de verbinding. De falingskans wordt uitgedrukt in falingen/km: langere verbindingen falen (statistisch gezien) meer dan kortere.

Het derde aspect zijn de systeemeffecten: wat is de capaciteit van het systeem om energie te leveren na uitval van een bepaald element? Hierbij speelt redundantie vanzelfsprekend een belangrijke rol.

De uitbouw van een betrouwbaar net kan vaak op verschillende manieren gerealiseerd worden, waarbij elke keuze een invloed heeft op de beschikbaarheid van het netwerk en op de resulterende kosten en baten van het systeem.

Bijvoorbeeld, indien men de 2100 MW offshorewind met wisselstroom wil verbinden, dan kan men verschillende technologische opties overwegen:

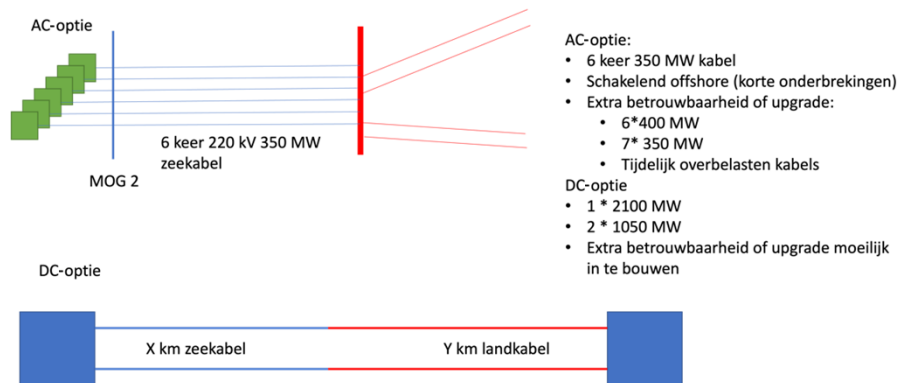
- 6x 350 MW AC verbindingen 220 kV
 - Bij uitval van 1 element is er nog 1750 MW capaciteit over (afschakeling van wind indien productie hoger dan 1750 MW)
 - De kans dat 1 element uitvalt is 6 keer het individuele uitvalrisico.
- 6x 400 MW AC verbindingen 220 kV
 - Bij uitval van 1 element is er nog 2000 MW capaciteit over (afschakeling van wind indien productie hoger dan 2000 MW)
 - De kans dat 1 element uitvalt is 6 keer het individuele uitvalrisico
- 7x 350 MW verbindingen 220 kV (één reserve)
 - Bij uitval van 1 element is er nog 2100 MW capaciteit over (geen afschakeling)
 - De kans dat 1 element uitvalt is 7 keer het individuele uitvalrisico
- 1x 2100 MW HVDC
 - Bij uitval van 1 element is er nog 0 MW capaciteit over (afschakeling van wind)
 - De kans dat 1 element uitvalt is bepaald door de HVDC-betrouwbaarheid
- 2x 1050 MW HVDC
 - Bij uitval van 1 element is er nog 1050 MW capaciteit over (afschakeling van wind indien productie hoger dan 1050 MW)

- De kans dat 1 element uitvalt is dubbel zo groot als bij een enkel HVDC-systeem

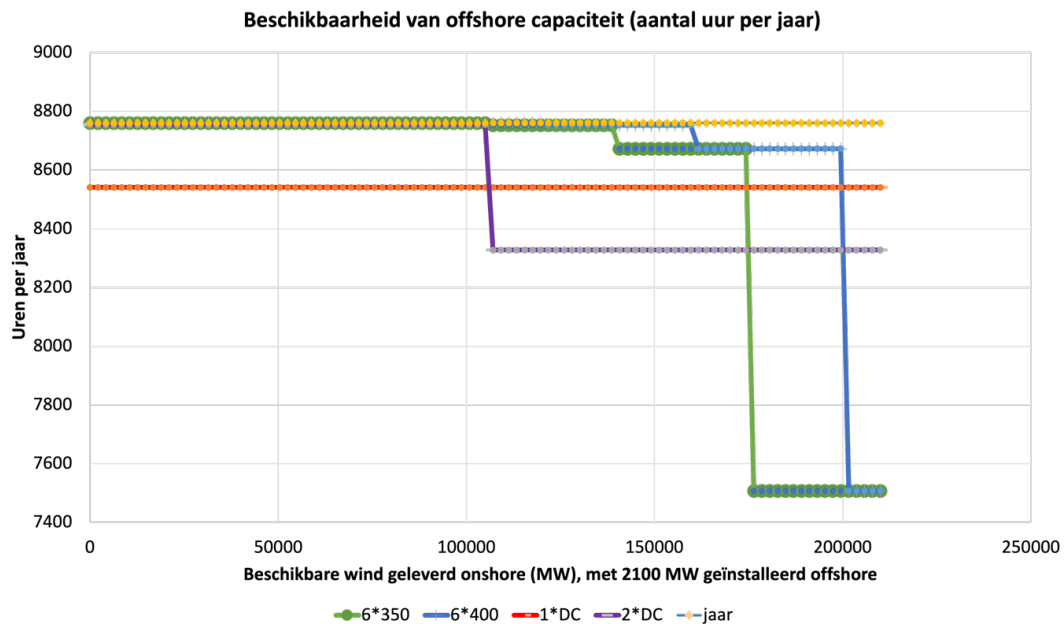
Samen met de verwachte onderbrekingsduur en de verwachte economische gevolgen van een uitval moet men een kosten-batenanalyse uitvoeren. Dit is geïllustreerd in figuren 8 en 9, met een vereenvoudigde analyse van de mogelijke implementaties van de connectie van de eerste 2100 MW offshore van de nieuwe concessie. Merk op dat hiervoor geen exacte data gebruikt zijn, maar representatieve waarden.

Figuur 9 Aansluiting eerste 2100 MW offshorewind: conceptuele opties. Boven: AC-opties, beneden DC-opties

Betrouwbaarheid connectie +/- 2 GW wind HVDC



Figuur 10 Illustratie van het aantal uren per jaar dat een bepaalde transmissiecapaciteit beschikbaar is onder verschillende technologische connectieopties



5.1.5.5. VAN 2 X 1,5 GW NAAR 2 X 3 GW ALS STANDAARD TRANSMISSIECAPACITEIT

Traditionele transmissielijnen in België zijn uitgebouwd op 150, 220 of 380 kV, waarbij de hoogste spanningen de grootste vermogens kunnen transporteren. In een netwerkcontext en vanuit een asset-management-perspectief is het zinvol om te werken met een beperkt aantal technologieën en capaciteiten. Het traditionele Belgische transmissienetwerk is zo uitgebouwd op 400 kV, waarbij veelal gebruik gemaakt

werd van verbindingen van ongeveer 1400 MW per 3-fasig draadstel, met twee draadstellen per mast/corridor.

Netbeheerder Elia is bezig deze capaciteit op te trekken naar 2 x 3000 MW. Dit wordt gerealiseerd door gebruik te maken van High Temperature Low Sag (HTLS) geleiders. Deze geleiders laten voor eenzelfde gewicht een hoger vermogen toe, omdat ze minder uitzetten bij hogere werkingstemperaturen. Hierdoor kan er meer vermogen door de geleider, terwijl men de bestaande masten kan blijven gebruiken. De upgrade van het backbone-netwerk gebeurt gefaseerd tussen nu en 2035¹¹. Deze upgrade zal de transmissiecapaciteit van het Belgische elektriciteitsnetwerk substantieel verhogen, maar past in het kader van toenemende transmissiecapaciteit. 6000 MW voor een corridor is ook internationaal gezien een zeer hoog vermogen, maar ook niet uitzonderlijk. In Nederland is een gedeelte van het transmissienetwerk al uitgebouwd met 2x 2635 MW (of 5270 MW) verbindingen.

5.1.5.6. CONGESTIE IN HET NETWERK

Congestie in het netwerk treedt op wanneer er preventief regelacties nodig zijn om de (verwachte) toestand N-1 veilig te houden. De netbeheerder moet hierdoor actief ingrijpen in de markt en vermogen van beter geplaatste, duurere generatoren inschakelen en goedkopere, minder goed geplaatste verminderen. Congestie kan tijdelijk zijn, afhankelijk van de beschikbare generatie (inclusief hernieuwbare) en verbruik, of structureel wanneer de beschikbare transmissiecapaciteit niet voldoende is om het vermogen te transporteren. Het gevolg van congestie is een divergentie van het prijsverschil tussen zones. In de exporterende zone zal de prijs zakken, in de importerende zone zal hij stijgen.

5.1.6 GEMIDDELDE BELASTING VAN DE VENTILUS-VERBINDING

Merk op dat zoals eerder aangegeven de Ventilus-verbinding (samen met de Stevin-link) niet steeds volledig belast zal worden. Het maximale vermogen (onder N-1) zal alleen bereikt worden wanneer er gelijktijdig maximaal ingevoerd wordt vanuit het UK, en wanneer de offshorewindcapaciteit volledig bereikt wordt. Hoewel het onmogelijk is om exact te voorspellen hoeveel windenergie er beschikbaar zal zijn op een bepaald ogenblik in de verre toekomst, en of die windproductie dan nog zal samenvallen met de import vanuit het Verenigd Koninkrijk, kan men hier een inschatting van maken. Wanneer de capaciteitsfactor van de offshorewind 40% bedraagt, en de Nemo- en Nautilus-verbinding gemiddeld 50% importeren, komt men uit op een gemiddelde jaarbelasting door de Ventilus-verbinding van 30% van de capaciteit. Het is deze waarde die dan ook gebruikt kan worden om de breedte van de 0,4 microtesla corridor te bepalen.

De berekeningen van de velden leveren een corridor van een 55 m (enkelzijdig) op voor het traject waar nieuwe compacte masten gebruikt worden, en tot 90 m (enkelzijdig) op gedeeltes van het traject waar de bestaande donaumasten gebruikt worden.

Enkelzijdige breedte van de 0,4 microtesla corridor bij verschillende mast types bij 30% en 40% belasting in het midden tussen twee masten en bij de mast

	30%, MAST	30%, MAST	40%, MAST	40%, MIDDEN
Compacte mast	38 m	55 m	43 m	63 m
Wintrack	34 m	52 m	40 m	60 m
Donau (Worst case)	60 m	90 m	75 m	105 m

In bijlage APPENDIX 2 worden deze aspecten in detail behandeld.

¹¹ Federaal Ontwikkelingsplan 2020-2030, Elia, https://www.elia.be/-/media/project/elia/elia-site/infra-and-projects/investment-plans/federal-development-plan-2020-2030/nl/20190516_federaal-ontwikkelingsplan_nl.pdf

5.1.7 KERNVRAGEN VERZOEKSCRIFT EN PLANDOELSTELLINGEN

De burgerplatforms stelden vragen bij de uitvoering van de initiële studies in hun verzoekschrift. In het bijzonder het startpunt van de analyses werd hier in vraag gesteld, en dan meer specifiek de plandoelstellingen (en hun koppeling) en de interpretatie van enkele kenmerken zoals gedefinieerd in de startnota van het GRUP Ventilus.

5.1.7.1. PLANDOELSTELLINGEN, EN WAAROM ZE ORIGINEEL GEKOPPELD ZIJN

Plandoelstellingen worden bij aanvang van de studies opgelegd om de vereisten van de uiteindelijke oplossing duidelijk al bij aanvang te stellen. Plandoelstellingen zijn gekoppeld aan een instrument (in dit geval een Gewestelijk Ruimtelijk Uitvoeringsplan, GRUP). Plandoelstellingen hebben niet als bedoeling om een bepaalde technologie al dan niet te selecteren, maar om de verschillende uitdagingen (hier concreet de hoogspanningsinfrastructuur) binnen een bepaald plan zoveel mogelijk te integreren en te bundelen om de impact op mens en milieu te minimaliseren. Voorts laten ze toe zich te concentreren op alle realistische opties, en geen onnodige opties te bekijken die op een later ogenblik toch niet geselecteerd worden. De voornaamste reden hiervoor is de efficiëntie van de studies, maar het is ook van belang om geen onnodige procedures op te starten of om de zoekzones te beperken. Inderdaad, verschillende technologische oplossingen hebben niet enkel een verschil met betrekking tot landgebruik, gezondheidseffecten, milieueffecten, kosten et cetera, ze hebben voor de uitbating van het elektriciteitsnet ook vaak totaal verschillende karakteristieken. Varianten die om welke reden dan ook niet gerealiseerd kunnen worden, zo vroeg mogelijk uitsluiten is in eenieders voordeel.

De plandoelstellingen worden opgesteld door het departement Omgeving, maar het is normaal dat hiervoor ook te rade gegaan wordt bij de nodige experts en stakeholders vooraleer deze vast te leggen, bijvoorbeeld in dit geval bij Elia.

Voor de startnota¹² van het originele GRUP werden er zes plandoelstellingen voorgesteld:

Alle alternatieven die onderzocht zullen worden, moeten cumulatief voldoen aan de volgende doelstellingen:

1. het aan land aansluiten van hernieuwbare energie van nieuwe offshorewindparken op het 380 kV-net
2. realiseren van een robuust net door een hoogspanningsverbinding van 6 GW tussen de Stevin-as en het hoogspanningsstation te Avelgem
3. onthaalcapaciteit voor nieuwe onshore-energieproductie in West-Vlaanderen realiseren
4. aansluitingsmogelijkheid creëren van een tweede onderzeese verbinding met het buitenland (Verenigd Koninkrijk) waardoor een bijdrage wordt geleverd aan de verdere integratie van een Europese elektriciteitsmarkt
5. de optimale vervanging van de 150 kV-verbinding Slijkens (Oostende) - Brugge-Waggelwater
6. versterking van de bevoorradingszekerheid van de regio Izegem.

Deze doelstellingen zijn gekoppeld, wat wil zeggen dat een oplossing gezocht wordt die aan alle doelstellingen gelijktijdig voldoet. Hiermee worden een aantal huidige en toekomstige noden in het West-Vlaamse net opgelost. Tegelijkertijd wordt met de cumulatieve doelstellingen duidelijk dat de oplossing waarnaar gezocht wordt een systeemoplossing is, waarbij een maximale synergie beoogd wordt. Het koppelen van de doelstellingen heeft ook als gevolg dat een aantal technische oplossingen niet, of niet direct, voldoen en daarom niet langer een optie vormen als netwerkinvestering.

Het vastleggen van doelstellingen, en in dit geval de strikte koppeling, had als resultaat dat in de eerste fase bepaalde technologische opties uitgesloten werden (bijvoorbeeld HVDC, maar ook een aantal AC-oplossingen), en dat enkel een 2 x 3 GW wisselstroomverbinding (eventueel gedeeltelijk ondergronds) weerhouden werd. Dit werd uitgebreid besproken en toegelicht tijdens de debatten over de technologie-

¹² https://cdn.kangacoders.com/direct/particify/da_files/items/000/000/960/original/StartnotaVentilus_def.pdf?1553981673

keuze. In het daaropvolgend verzoekschrift werd de vraag gesteld of de koppeling van alle doelstellingen geen te strikte beperking van de opties inhield, en of er hierdoor geen voorafname van de beslissing gebeurd was.

Eenzijds kan men hierbij stellen dat er technische oplossingen zijn die aan alle plandoelstellingen voldoen en hierbij dus een antwoord bieden aan de noden. Als dusdanig zijn de doelstellingen niet te beperkend gesteld (er is een technische oplossing beschikbaar die bovendien alle infrastructuur bundelt).

Echter, de formulering en combinatie hadden tot direct gevolg dat bijvoorbeeld HVDC niet langer als optie beschouwd werd. Onderstaande secties analyseren elke individuele plandoelstelling en de bundeling ervan.

5.1.7.2. OPMERKINGEN BIJ SPECIFIEKE PLANDOELSTELLINGEN

Plandoelstelling 1: het aan land aansluiten van hernieuwbare energie van nieuwe offshorewindparken op het 380 kV-net.

- Geen opmerkingen burgerplatforms.

Plandoelstelling 2: realiseren van een robuust net door een hoogspanningsverbinding van 6 GW tussen de Stevin-as en het hoogspanningsstation te Avelgem.

1. Opmerkingen/standpunten burgerplatforms bij deze plandoelstelling:
 - deze capaciteit is enkel nodig bij én 2.1 GW offshore én HVDC nautilus @ 1.4 GW met UK
 - de Nautilus HVDC-verbinding kan doorgetrokken worden (rechtstreeks tot Avelgem of tot Doel)
 - de offshorewind kan ook rechtstreeks aangesloten worden in Avelgem/Doel
 - dit zou resulteren in niet meer dan 3 GW extra capaciteit die nodig is
 - bij een incident op de directe connectie met de windfarm of de Nautilus-verbinding zou er geen effect zijn op Ventilus/Stevin, dus minder redundantie nodig.
2. Concrete vraag burgerplatforms:
 - aanpassing van PLANDOELSTELLING 2 zodat er geen grote beperking komt op de mogelijkheden van uitvoering en de mogelijk bruikbare technologieën van elektriciteitstransport.
3. Analyse opmerkingen:
 - Hoewel het mogelijk is om zowel de offshorewind als de Nautilus-verbinding door te trekken naar het binnenland, heeft deze plandoelstelling ook tot doel de robuustheid van het netwerk te adresseren, met name door de nu radiale Stevin-link te versterken (zodat een vermaasd netwerk gevormd wordt).
 - De verschuiving van het aanlandingspunt naar het binnenland geeft inderdaad een vermindering van de behoefte aan transmissiecapaciteit op de connectie tussen het knooppunt Stevin en het knooppunt Avelgem. Het kan echter resulteren in verschillende corridors in plaats van één gebundelde verbinding¹³, en een verbinding van 3000 MW heeft vrijwel dezelfde impact op omwonenden als een 6000 MW verbinding.
 - Aan de nood aan redundantie wordt niet tegemoetgekomen door de voorgestelde aanpak. Het is net de bedoeling van de verbinding naar de kust om de radiale aansluiting van HVDC en offshorewind zo kort mogelijk te houden, wat resulteert in de hoogste beschikbaarheid.
4. Analyse concrete vraag:
 - De plandoelstelling bevat geen specifieke technologiekeuze, maar beperkt de opties door een capaciteit van 6 GW te eisen tussen de knooppunten Stevin en Avelgem.
 - De resulterende transmissiecapaciteit kan gerealiseerd worden door één verbinding (zoals voorgesteld door Elia), maar er zijn andere mogelijkheden om 6 GW extra transmissiecapaciteit te realiseren tussen de kust en het bestaande transmissienet. In de technische analyse worden er hiervan een aantal nader bekeken.

¹³ Indien het verschillende verbindingen zijn, dan zullen dit ook verschillende projecten zijn die niet noodzakelijk hetzelfde traject zullen gebruiken en op hetzelfde ogenblik geïnstalleerd zullen worden.

- In de analyses uitgevoerd door Elia en gepresenteerd tijdens de dubbelcheck technologie werden verschillende opties en technologieën onderzocht.
- Conclusie: de plandoelstelling heeft als concreet doel de transmissiecapaciteit van de kust (knoop Stevin) naar het binnenland te verhogen van 3 GW (nu) tot 7 GW, en dit op een robuuste manier. Dit is geformuleerd als een vraag naar 6 GW. Hoewel de plandoelstelling dus anders verwoord is, zijn alternatieven vooraf en in deze analyse voldoende onderzocht.
- Er is geen reden om op basis van deze plandoelstelling de procedure te stoppen.

Plandoelstelling 3: onthaalcapaciteit voor nieuwe onshore-energieproductie in West-Vlaanderen realiseren.

1. Opmerkingen/standpunten burgerplatforms bij deze plandoelstelling:
 - Onshorewind moet ook aangesloten worden.
 - Maar dit gebeurt niet op het 380 kV-netwerk.
 - Aansluiting gebeurt op 36 of 70 kV (of 150 kV), en elke aansluiting moet afzonderlijk onderzocht worden.
 - Via deze netwerken kan dan het transport naar het 380 kV-netwerk gebeuren.
 - De Ventilus-verbinding is overgedimensioneerd (6GW) voor dergelijke aansluitingen en zal niet dienen om de onshorewind aan te sluiten.
2. Concrete vraag burgerplatforms:
 - Schraping van PLANDOELSTELLING 3 zodat deze niet verkeerd geïnterpreteerd kan worden.
3. Analyse opmerkingen:
 - De opmerkingen van de burgerplatforms zijn terecht, de onshorewindproductie zal niet direct op het 400 kV-netwerk aangesloten worden, en dus ook niet op Ventilus. Echter, de Ventilus-verbinding zal de onshorewindintegratie wel vergemakkelijken: 1) het is mogelijk het 150 kV-netwerk te ondersteunen met een aftakking en 2) het algemene West-Vlaamse netwerk wordt versterkt, wat de hosting capacity op lagere spanningniveaus zal verhogen.
4. Analyse concrete vraag:
 - Een betere formulering van deze doelstelling was waarschijnlijk: 'Onthaalcapaciteit voor nieuwe onshore-energieproductie in West-Vlaanderen realiseren
 - Met deze plandoelstelling beoogt men voornamelijk om infrastructuur te bundelen in zo weinig mogelijk elementen, procedures en afzonderlijke werken.
 - Deze plandoelstelling vertegenwoordigt een aandachtspunt (goed om na te streven), maar is geen bindende beperking.

Plandoelstelling 4: aansluitingsmogelijkheid creëren van een tweede onderzeese verbinding met het buitenland (Verenigd Koninkrijk), waardoor een bijdrage wordt geleverd aan de verdere integratie van een Europese elektriciteitsmarkt.

- Geen opmerkingen burgerplatforms.

Plandoelstelling 5: optimale vervanging van de 150 kV-verbinding Slijkens (Oostende) - Brugge-Waggelwater.

- Geen opmerkingen burgerplatforms.

Plandoelstelling 6: versterking van de bevoorradingszekerheid van de regio Izegem.

1. Opmerkingen/standpunten burgerplatforms bij deze plandoelstelling:
 - versterking van de regio moet niet noodzakelijk gerealiseerd worden door de Ventilus-verbinding
 - het is niet nodig om af te takken in Izegem
 - → doelstelling 6 mag niet de beperkende factor zijn.
2. Concrete vraag burgerplatforms:

- schrapping van PLANDOELSTELLING 6 zodat deze geen beperking vormt.
3. Analyse opmerkingen:
 - De opmerkingen van de burgerplatforms zijn terecht, de upgrade van het West-Vlaamse netwerk kan vereenvoudigd worden door de Ventilus-verbinding, maar de Ventilus-verbinding is geen absolute vereiste.
 4. Analyse concrete vraag:
 - De doelstelling is zinvol, maar het is niet noodzakelijk deze te bundelen met de andere plandoelstellingen. Deze doelstelling moet als een aanbeveling beschouwd worden en ze is niet verkeerd.

5.1.7.3. BUNDELING PLANDOELSTELLINGEN

De verschillende doelstellingen zijn niet alle even kritisch, en de vragen van de burgerplatforms met betrekking tot de plandoelstellingen zijn niet volledig ongegrond. Bepaalde plandoelstellingen hebben vooral tot doel aan infrastructuurbundeling te doen, andere hadden beter verwoord kunnen zijn.

Anderzijds zijn er door de bundeling geen extra beperkingen geïntroduceerd die specifieke alternatieven negeren. De manier waarop de plandoelstellingen gebruikt zijn tijdens de studies geeft ook aan dat deze beschouwd worden als 'guiding principles', eerder dan als strikte regels. De analyses uitgevoerd tijdens deze opdracht geven ook geen nieuwe inzichten die (bij het losser interpreteren van de plandoelstellingen) resulteren in andere oplossingen.

Als dusdanig is het niet noodzakelijk om op basis van de originele plandoelstellingen de oefening opnieuw te maken.

5.1.7.4. BEPERKENDE KENMERKEN

In de startnota werden ook nog de volgende extra kenmerken van de upgrade meegegeven:

- 6 GW-transportcapaciteit in normale omstandigheden
- minstens 3 GW-transportcapaciteit in een N-1-situatie
- een lengte van 50 à 100 km
- de mogelijkheid om in de toekomst aftakkingen te creëren op de verbinding.

5.1.7.5. OPMERKINGEN BIJ SPECIFIEKE KENMERKEN

Kenmerk 1: 6 GW-transportcapaciteit in normale omstandigheden

1. Opmerkingen/standpunten burgerplatforms bij dit kenmerk:
 - De 6 GW-limiet reduceert het aantal technologische oplossingen voor de verbinding.
2. Concrete vraag burgerplatforms:
 - Het eerste kenmerk schrappen.
3. Analyse opmerkingen:
 - Het opleggen van 6 GW voor die specifieke corridor is niet de juiste limiet. Het is beter een beperking op te leggen op systeemniveau (bijvoorbeeld dat in normaal bedrijf 7-8 GW capaciteit landinwaarts beschikbaar moet zijn, of dat een bepaald knooppunt een bepaalde beschikbaarheid moet hebben).
 - Om in normaal bedrijf 7-8 GW beschikbaar te hebben in N-1, met Stevin beschikbaar, is 2 x 3 GW een logische waarde (ook rekening houdend met de 2x 3 GW en 4x 1 GW kabel van Stevin).
4. Analyse concrete vraag:
 - Het kenmerk is logisch vanuit een traditioneel wisselstroom perspectief, en zou niet als strikte beperking mogen gelden.

- In de toekomst is het beter de systeembehoeften te omschrijven, om op basis hiervan de investeringsbehoeften af te leiden.
- De intentie van dit kenmerk lijkt rechtvaardig te zijn.

Kenmerk 2: Minstens 3 GW-transportcapaciteit in een N-1-situatie

1. Opmerkingen/standpunten burgerplatforms bij dit kenmerk:
 - dit is niet van toepassing op Stevin (2x 3 GW en 4x1GW) → beperkend
 - niet algemeen toegepast.
2. Concrete vraag burgerplatforms:
 - aanpassing tweede kenmerk.
3. Analyse opmerkingen:
 - N-1 wordt algemeen toegepast, ook op de Stevin-link.
 - De Stevin-link heeft 3 GW in N-1 (dus de gemaakte redenering is niet correct).
 - Het is correct dat 3 GW nóg niet de standaard capaciteit is die Elia gebruikt, maar in het netwerk-ontwikkelingsplan staat er wel een transitie naar 3 GW als standaard circuit (en dus 2x 3 GW als het een dubbel circuit is) waarvan al meerdere projecten zijn uitgevoerd of in uitvoering zijn (zie ook sectie 0).
4. Analyse concrete vraag:
 - Ook hier zou het correcter zijn naar de systeembehoeften te vragen, en de beschikbare capaciteit tussen de kust en binnenland zou een betere definitie zijn
 - De intentie van dit beperkend kenmerk lijkt rechtvaardig te zijn.

Kenmerk 3: een lengte van 50 à 100 km

1. Opmerkingen/standpunten burgerplatforms bij dit kenmerk:
 - Het circuit kan ook langer zijn, zoals bepaalde HVDC-verbindingen → dit kan geen beperking zijn.
2. Concrete vraag burgerplatforms:
 - Aanpassing derde kenmerk.
3. Analyse opmerkingen:
 - Akkoord met de stelling van de burgerplatforms: indien er een technologisch aanvaardbare optie is die niet aan dit kenmerk voldoet, dan mag dit geen beperking zijn.
 - Dit kenmerk is niet gebruikt om bepaalde opties niet te selecteren, en heeft dus geen invloed gehad op de technologiekeuze.
4. Analyse concrete vraag:
 - Akkoord, maar dit is geen beperkend kenmerk geweest (er zijn geen nieuwe studies nodig).

Kenmerk 4: de mogelijkheid om in de toekomst aftakkingen te creëren op de verbinding

1. Opmerkingen/standpunten burgerplatforms bij dit kenmerk:
 - Verdeling op lagere spanningen kan ook, er is al een uitgebreid netwerk.
2. Concrete vraag burgerplatforms:
 - Schrappen van het vierde kenmerk.
3. Analyse opmerkingen:
 - De mogelijkheid tot aftakken is nuttig: het kan de spanningsregeling en betrouwbaarheid in de regio verbeteren.
 - Dit kan inderdaad op andere manieren gebeuren
 - Het gebruik van een aftakking kan kosten-efficiëntere oplossingen opleveren.

4. Analyse concrete vraag:

- Dit kenmerk geeft een nuttige eigenschap weer, maar kan niet blokkerend zijn.

5.1.7.6. SAMENVATTING ANALYSE KRITIEK OP PLANDOELSTELLINGEN EN KENMERKEN

De kritiek in het verzoekschrift van de burgerplatforms in verband met de plandoelstellingen en de kenmerken is, betreffende de technische aspecten, over het algemeen redelijk. Er zijn een aantal opmerkingen te maken over hoe ze geformuleerd zijn en over hun dwingende karakter.

Echter, de voorgestelde veranderingen aan de plandoelstellingen en kenmerken zullen, zover aanvaardbaar, niet leiden tot fundamenteel andere opties. Als dusdanig kan er enkel geadviseerd worden dat bij toekomstige projecten deze aspecten wat omzichtiger geformuleerd worden. De analyse wijst niet uit dat het proces opnieuw opgestart moet worden.

5.1.8 ALTERNATIEVEN VOOR VENTILUS

Verschillende opties werden onderzocht als mogelijk alternatief voor de Ventilus-verbinding. Alle onderzochte opties vereisen Boucle du Hainaut en/of resulteren in een additionele verschuiving van het probleem naar een andere zone in België. Er zijn twee grote groepen van opties onderzocht.

De eerste groep gebruikt HVDC-kabelverbindingen om zowel de offshore als de Nautilus HVDC-verbinding dieper in het binnenland aan te sluiten (ofwel regio Avelgem, ofwel regio Antwerpen). Dit kan met technologie die vandaag beschikbaar is. De versterking van het West-Vlaamse netwerk kan gebeuren met langere 150 kV-kabels. Hoewel deze opties nadelen en beperkingen hebben (kosten, betrouwbaarheid, complexiteit, ruimtegebruik), is het mogelijk ze te realiseren. Echter, deze individuele connecties bieden onvoldoende ondersteuning van het bestaande netwerk, resulterend in een niet-robuuste oplossing. Deze opties gebruiken ook de interne beschikbare hostingcapaciteit, wat ervoor zorgt dat toekomstige investeringen nieuwe versterkingen in het backbone-netwerk vereisen (niet futureproof).

De tekortkomingen van deze opties kunnen opgevangen worden door een beperkte inlassing ('Ventilus light'): een AC-luchtlijn op de helft van het vermogen (3 GW). Echter, de 'Ventilus light'-verbinding biedt geen wezenlijke (technische, sociale of gezondheids-) voordelen ten opzichte van de Ventilus-verbinding zelf.

Dat maakt dat de alternatieven verzameld onder 'Directe Connecties' technisch niet aan te raden zijn als alternatief voor Ventilus.

Een tweede groep alternatieven werd 'Prepare for future' genoemd. In het 'Prepare for future'-alternatief wordt er gekeken naar het toekomstige transmissienetwerk van 2050 waar verwacht wordt dat we met een HVDC-vermaasd netwerk aan hoge capaciteit kunnen werken. Hoewel deze technologie vandaag nog in ontwikkeling is, is de verwachting dat ze tussen 2030 en 2040 tot stand komt om dan de eerste HVDC-netwerken te vormen.

Het 'Prepare for future'-alternatief bestaat uit de volgende aanpak:

- Identificeer een ondergrondse en HVDC-oplossing die realiseerbaar is in de toekomst (tegen 2050).
- Identificeer welke onderdelen van deze oplossing vandaag gerealiseerd worden.
- Stel een stappenplan op om deze te realiseren.
- Aanvaard de tijdelijke tekortkomingen.

Deze opties zijn theoretisch interessant, maar er dringen zich een aantal praktische bezwaren op. Initiële investeringen zullen de integratie van offshore vertragen: timeline issue door HVDC offshore + extra vereisten HVDC (technologie is vandaag niet beschikbaar). Verder is er geen garantie dat de technologiekeuze vandaag 'upgradebaar' is en dat ze deel kan uitmaken van een toekomstig HVDC-netwerk (niet de juiste spanning). Verder is het onduidelijk of en wanneer upgrade gerealiseerd kan worden, en welke incenti-

ves er zijn om een werkende transmissielijn te upgraden, waardoor men mogelijk permanent niet aan de eisen zal voldoen (wat zou kunnen leiden tot een 'sunk investment').

Dat maakt dat de alternatieven verzameld onder 'Prepare for future' technisch niet aan te raden zijn als alternatief voor Ventilus.

5.1.9 INVLOED AANKONDIGINGEN ENERGIE-EILAND, EXTRA OFFSHOREWIND EN VERBINDING NAAR DENEMARKEN

In het najaar van 2021 werden er een aantal aankondigingen gedaan door de federale overheid, waarvan de initiële impact op de Ventilus-verbinding uit de nieuwsberichten niet direct duidelijk was. De initiële communicatie en informatie die via de pers verspreid werd, liet verschillende opties open. De exacte impact van de beslissingen en meer bepaald van de manier waarop ze geïmplementeerd zouden worden werd uitgebreid besproken met het kabinet van de federale minister van energie, en met de netbeheerder Elia.

5.1.9.1. AANKONDIGING 15/10/2021: ENERGIE-EILAND EN EXTRA OFFSHOREWIND

De eerste aankondiging op 15/10/2021 bevatte twee wijzigingen betreffende de ontwikkelingen van offshore-energie:

1. De offshorewind zal opgevangen op een nieuw te bouwen energie-eiland.
2. Het vermogen van de Prinses Elisabeth-zone zal opgetrokken worden naar 3,15 tot 3,5 GW (origineel 2,1 GW).

Deze uitbreidingen konden, afhankelijk van de implementatie, een belangrijke invloed hebben op de nodige capaciteit voor de Ventilus-verbinding, en op de jaargemiddelde belasting van deze verbinding.

De technische gevolgen van de beslissing (en hun implementatie) zijn echter beperkt voor de Ventilus-verbinding. Het energie-eiland heeft beperkte invloed op elektrische installaties, aangezien het voornaamste (elektrische) verschil de mogelijkheid is om 1) alle elektrische installaties uit te bouwen zoals een installatie op land en 2) de verschillende windfarms met elkaar te verbinden offshore en hierdoor een betrouwbaarder systeem uit te bouwen.

De uitbreiding van de Prinses Elisabeth-zone naar 3,15 tot 3,5 GW is mogelijk gemaakt door in te zetten op turbines van hoger vermogen en een hogere energiedensiteit in het offshorewindpark. De connectie van de offshorewind zal in twee grote fases gebeuren. In een eerste fase zal voor 2100 MW aan wind geconnecteerd worden, gebruik makend van AC-technologie op 220 kV (identiek aan het originele plan). In de tweede fase zal tot 1400 MW aangesloten worden op de Nautilus HVDC-verbinding die uitgevoerd zal worden als een hybride interconnector (verbinding tussen België en het Verenigd Koninkrijk, met onderweg een aftakking voor de Belgische offshorewind). De beslissing om de Nautilus HVDC-link te gebruiken maakt dat de aangesloten offshorewind rechtstreeks uitgewisseld kan worden met het Verenigd Koninkrijk, en dat de totale connectie naar de Belgische kust niet toeneemt. De invloed op de belasting van de Ventilus-verbinding van deze nieuwe configuratie is dus minimaal.

5.1.9.2. AANKONDIGING 23/11/2022: TRITON-VERBINDING NAAR DENEMARKEN

Op 23/11/2021 werd de Triton-verbinding met Denemarken aangekondigd, waarbij melding gemaakt werd van een connectie van de twee geplande energie-eilanden in België en Denemarken rond 2030¹⁴. Een dergelijke verbinding tussen twee energie-eilanden zou de eerste zijn die, afhankelijk van de configuratie, dezelfde technologische vooruitgang vereist als de inlusing van Stevin met HVDC. Echter, gesprekken met het kabinet van de federale Minister van Energie en de transmissienetbeheerder Elia resulteerden in de volgende verduidelijkingen:

¹⁴ https://www.standaard.be/cnt/dmf20211123_94334821

- De Triton-verbinding is nog altijd in studie, maar men is in een volgende fase beland.
- De Triton-verbinding in België zal initieel geen connectie maken op het energie-eiland, maar zal het energie-eiland passeren. Op het energie-eiland zal er geen connectie op het AC-netwerk gemaakt kunnen worden wegens het gebrek aan ruimte (geen plaats voor HVDC-omvormer), wel wordt er ruimte gemaakt voor een mogelijke verbinding op DC.
- De Triton-verbinding zal diep inlands geconnecteerd worden (mogelijk in de regio Antwerpen, mogelijk op een andere locatie) en dus niet op Ventilus.
- De Triton-verbinding zal ten vroegste in 2030 ontwikkeld worden, waarschijnlijk later.

Ook al blijven er nog verschillende zaken in de studiefase, en dus onzeker, met betrekking tot de Triton-verbinding, toch kan men op basis van het bovenstaande concluderen dat de verbinding geen effect zal hebben op de Ventilus-verbinding. (Zelfs na verbinding met de Nautilus-verbinding aan de DC-zijde zal de jaargemiddelde belasting van de Ventilus-verbinding niet significant kunnen stijgen door de beperkingen van de Nautilus-verbinding).

5.2 RESULTATEN UIT HET ONDERZOEK BETREFFENDE GEZONDHEID

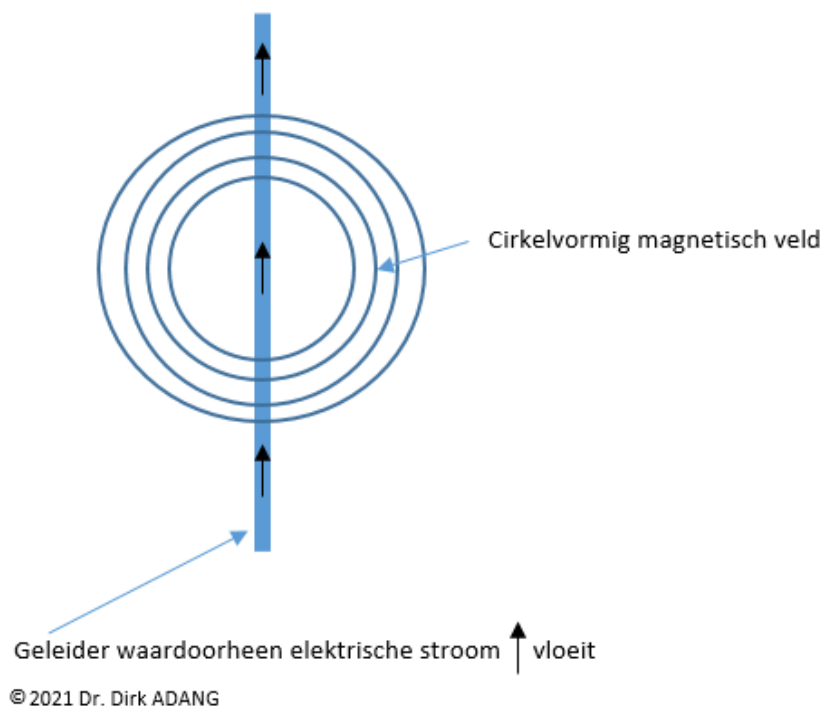
Onderzoek uitgevoerd door dr. Dirk ADANG, prof. UHasselt en voorzitter van de Permanente Commissie Niet-ioniserende elektromagnetische straling van de Hoge Gezondheidsraad

Om elektrische energie zo efficiënt mogelijk te kunnen transporteren met een minimum aan warmteverliezen is een hoge spanning vereist. In het kader van het Ventilus-project van de Vlaamse overheid is een toename van het aantal hoogspanningslijnen nodig om de via windturbines en zonnepanelen duurzaam opgewekte elektrische energie te verdelen naar de verschillende gebruikers. Tegen deze voorziene uitbreiding en verzwaring van het hoogspanningsnetwerk (380 kV) is heel wat kritiek gerezen en de onder-tussen opgerichte burgerplatforms stelden via een verzoekschrift aan het Vlaams Parlement een bundel voor met hun bezorgdheden in de vorm van een paginalange vragenlijst die naderhand aan onder meer de expert gezondheid voorgelegd werd en waarover met de stakeholders in overleg werd gegaan.

5.2.1 WISSELENDE MAGNETISCHE VELDEN

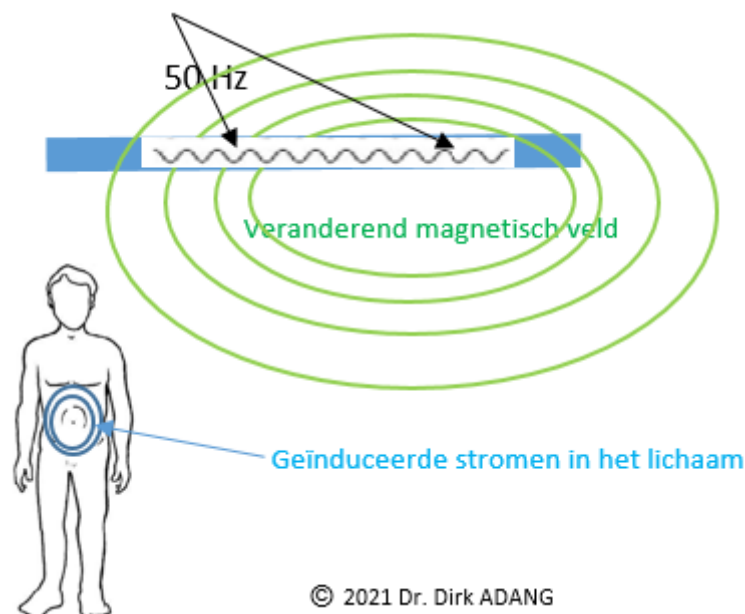
Als gevolg van het transport van elektrische energie zijn er in de buurt van hoogspanningslijnen en ondergrondse hoogspanningskabels elektrische en magnetische velden aanwezig. De grootte van het elektrisch veld wordt bepaald door de spanning, terwijl de stroomsterkte bepalend is voor de omvang van het magnetisch veld. Hoe groter de spanning, hoe kleiner de stroom die men nodig heeft om eenzelfde elektrisch vermogen over te brengen. Hoogspanning zorgt er dus met andere woorden voor dat de thermische verliezen door een te grote stroomsterkte binnen de perken blijven. Omdat een wisselend elektrisch veld (want wisselspanning) altijd gepaard gaat met een wisselend magnetisch veld, spreekt men van elektromagnetische velden. Dit zijn algemeen beschouwd krachtvelden die inwerken op ladingen, waaruit ook het menselijk lichaam bestaat.

Figuur 11 Elektrische en magnetische velden



Directe effecten van elektromagnetische velden komen voort uit de interactie tussen velden en het lichaam en kunnen zowel thermisch zijn als laag-thermisch (*low-thermal*) – ook wel aangeduid als niet-thermisch. In het geval van een blootstellingsscenario aan de elektrische en magnetische velden van de hoogspanning zoals bedoeld in het Ventilus-project betreft het enkel niet-thermische effecten. De grootte van het elektrisch veld nabij hoogspanningslijnen kan hoge waarden bereiken, maar wordt aanmerkelijk vermindert door de minste hindernis zoals bouwmaterialen en vegetatie. Het menselijk lichaam dat als een goede geleider beschouwd kan worden, is vrij transparant voor de magnetische velden terwijl het de elektrische velden grotendeels blokkeert. Het elektrisch veld veroorzaakt voornamelijk een migratie van ladingen aan het oppervlak van het lichaam, wat zich kan uiten als een beweging van de haartjes op onze huid, een kriebeling of het overspringen van een vonkje tussen de huid en voorwerpen die men aanraakt. Aangezien het elektrisch veld het menselijk lichaam dus omzeggens niet penetreert, focust het onderzoek naar de mogelijke schadelijke biologische en gezondheidseffecten van blootstelling aan elektrische en magnetische velden van de hoogspanning zich op de magnetische velden. Men spreekt van extreem laagfrequente velden (*extreme low frequency* of ELF), omdat de frequentie van ons elektriciteitsnet 50 Hertz (Hz) draagt, wat zeer laag is wanneer men het volledige niet-ioniserende deel van het elektromagnetische spectrum beschouwt dat zich uitstrekt tot toepassingen met frequenties tot duizend biljoen Hz. Wisselende magnetische velden wekken een elektrische stroom op in elke geleider die zich in dat veld bevindt. Daarom worden er in de nabijheid van een klassieke hoogspanningslijn elektrische stroompjes in het menselijk lichaam geïnduceerd. Mochten onze hoogspanningslijnen een constante gelijkstroom transporteren, dan zouden er bijgevolg in lichaamsweefsels geen elektrische stromen opgewekt worden en zouden mensen zich om eventuele gezondheidseffecten geen zorgen hoeven te maken. De wetenschappelijke aanwijzingen voor mogelijke gezondheidseffecten zijn immers enkel beperkt tot wisselstroom. Het weinige onderzoek dat voorhanden is op het vlak van gelijkstroom is immers geruststellend voor waarden van veldsterkten die typisch aanwezig zijn op publiek toegankelijke plaatsen.

Figuur 12 Wisselstroom door hoogspanningslijn



De aard van de biologische reactie hangt hoofdzakelijk af van de frequentie van het elektromagnetisch veld in kwestie, want verschillende frequenties interageren op een verschillende manier met het lichaam. Wat ook de frequentie is, de grootte van de lichamelijke respons op blootstelling hangt af van de intensiteit van het betrokken veld, met eerder perceptuele of zintuiglijke effecten bij zwakkere velden, en meer ernstige reacties die leiden tot gezondheidseffecten in het geval van sterkere velden. Opdat er reacties optreden moet een grenswaarde van blootstelling worden overschreden.

5.2.2 BIOLOGISCHE EN ZINTUIGLIJKE EFFECTEN VERSUS GEZONDHEIDSEFFECTEN

Blootstelling aan elektromagnetische straling hoeft niet altijd tot zintuiglijke of gezondheidseffecten te leiden. Een verandering in een of meerdere biologische parameters is een effect dat zich niet noodzakelijkerwijze in een effect op de gezondheid hoeft te vertalen. Opwarming van weefsel naar aanleiding van blootstelling aan laagvermogen hoogfrequente elektromagnetische straling bijvoorbeeld is een biologisch effect dat binnen bepaalde grenzen geen gezondheidsrepercussies zal hebben. In tegenstelling tot de hogere frequenties van het elektromagnetisch spectrum (>100 kHz) leidt blootstelling aan de velden van extreem lage frequenties (waaronder de velden van de hoogspanningslijnen) niet tot een opwarming in het lichaam. Effecten die optreden als gevolg van inwerking van ELF op het centraal zenuwstelsel bijvoorbeeld zijn niet-thermische effecten, terwijl de opwarmingseffecten die optreden als gevolg van blootstelling aan velden boven 100 kHz thermische effecten zijn.

5.2.3 ACUTE EFFECTEN EN HUN MECHANISME

Laagfrequente magnetische velden zoals deze van de hoogspanningslijnen induceren elektrische velden in het menselijk lichaam – onmiddellijk optredend (acuut effect) – wat een stimulatie kan veroorzaken ter hoogte van de zintuigen of wat aanleiding kan geven tot een kleine wijziging in de hersenwerking zoals verandering in de visuele *processing* en de motorische coördinatie of wijzigingen op het gebied van aandacht, concentratie, probleemoplossend vermogen, bij eerder lage veldwaarden. Typische waarden van de magnetische fluxdichtheid die dergelijke effecten induceren zijn 5 tot 50 milliTesla (mT). Hoewel deze biologische effecten niet meteen als gezondheidseffecten geklasseerd worden, kunnen ze wel een veiligheidsissue vormen. Sterkere velden kunnen dan weer aanleiding geven tot gezondheidseffecten zoals stimulatie van zenuwen en spieren (vooral in armen en benen). Tintelende gewaarwording of pijn (zenuwstimulatie), spiercontracties en een verstoord hartritme zijn bewezen gezondheidseffecten bij laagfrequente velden.

Deze acute effecten zijn mechanistisch terug te voeren tot celplasmamembraandepolarisatie, dit wil zeggen de verandering van de natuurlijke rustpotentiaal over de celmembraan door het *in situ* elektrische veld. Alle levende cellen zijn gekenmerkt door gepolariseerde celplasmamembranen. In neuronen kan een verandering van de elektrische potentiaal van de celplasmamembraan tot een actiepotentiaal (zenuwimpuls) leiden. Skeletspiervezels en de axonen van neuronen hebben exciteerbare membranen die actiepotentialen geleiden. Depolarisatie van de membranen van zenuw- en spierweefsel kan aanleiding geven tot hun excitatie (= elektrostimulatie).

Deze uitingen van bio-elektrostimulatie manifesteren zich door excitatie van zenuw- en spierweefsel evenals door verandering van de neuronale synapsactiviteit.

Een van de best gedocumenteerde effecten van magnetische velden op het menselijk lichaam betreft het ontstaan van lichtsensaties voor de ogen, 'lichtflitsen' opgewekt door andere agentia dan licht. Deze zogenaamde magnetofosfenen ontstaan door prikkeling van de fotoreceptoren in de retina. Hoewel dit als een vervelend en storend effect ervaren kan worden, heeft dit geen directe invloed op de gezondheid. Magnetofosfenen werden experimenteel waargenomen bij magnetische fluxdichtheden van de orde grootte van 10 à 20 mT bij 30 Hz tot 100 mT bij 50 Hz, wat een veel hogere intensiteit is dan deze die doorgaans in de buurt van hoogspanningslijnen waargenomen kan worden. Aangevoelde en wetenschappelijk bewezen gezondheidseffecten daarentegen treden pas op bij intensiteiten van het magnetisch veld die verschillende grootteordes hoger liggen. Stimulering van zenuwen en spieren, tintelingen, pijngewaarwordingen en spontane spierbewegingen treden dan ook op bij magnetische fluxdichtheden tussen 50 en 500 mT, terwijl hartritmestoornissen (ventriculaire fibrillaties) zich voordoen bij nog hogere waarden van magnetische inductie (> 500 mT).

5.2.4 LANGETERMIJNEFFECTEN

In de afgelopen decennia hebben verschillende tientallen epidemiologische studies een statistisch verband gevonden tussen de langdurige blootstelling van kinderen (<15 jaar) aan de magnetische velden van de elektriciteitsvoorziening in de woonomgeving en het optreden van kinderleukemie. Deze wetenschappelijke bevindingen zijn vrij consistent: bij een langdurige blootstelling (> 1 jaar) aan velden met een gemiddelde magnetische fluxdichtheid van meer dan 0,3 à 0,4 microtesla (μT) – sommige analyses vinden een verband vanaf 0,2 μT – stelt men een verhoogde prevalentie van kinderleukemie vast (ongeveer een verdubbeling). Jaarlijks krijgen er in België ongeveer 93 kinderen leukemie (alle oorzaken), waarvan er ongeveer één geval aan de blootstelling aan de magnetische velden van de hoogspanning te wijten zou kunnen zijn. Het gaat hier tot nader order niet om een causaal verband; met andere woorden of de magnetische velden de oorzaak van het verhoogd vóórkomen van kinderleukemie zijn blijft onzeker, maar kan niet worden uitgesloten. Hoewel we momenteel mechanistisch geen verklaring kunnen geven voor de vastgestelde verdubbeling van het risico en het merendeel van de laboratoriumexperimenten met proefdieren er evenmin een kan aanreiken, blijft het een onomstotelijk gegeven dat grootschalige epidemiologische onderzoeken telkens weer het eerder genoemd statistisch verband aantonen; het wordt al decennialang en aan de hand van onder meer recente en zeer recente studies telkens opnieuw bevestigd. Dus voorzorg is hier aangevraagd. Bovendien stelde in 2002 het *International Agency for Research on Cancer* (IARC), ressorterend onder de Wereldgezondheidsorganisatie (WHO), dat magnetische velden met een frequentie van 50 of 60 Hz mogelijk carcinogeen voor de mens zijn. Het deelde ze overeenkomstig in bij de groep 2B, omdat er beperkte aanwijzingen waren voor een verband met kinderleukemie. De magnetische velden die door het transport van elektrische stroom (wisselspanning) gegenereerd worden vallen hieronder.

5.2.5 EEN ZWALUW MAAKT DE LENTE NIET

Tijdens mijn contactmomenten met de burgerplatforms werd me soms met veel animo gewezen op het bestaan van studies die van vele andere pathologieën dan enkel leukemie gewag maken. Het is belangrijk hier op te merken dat één of slechts enkele studies (of soort studie) geen definitief antwoord kunnen geven met betrekking tot risico's in complexe domeinen. De resultaten moeten volgens diverse modaliteiten bevestigd worden. Elk type onderzoek heeft zijn eigen sterktes en zwaktes. Epidemiologische onderzoeken kunnen statistische relaties tussen variabelen en een gezondheidseffect in populaties aantonen, maar niet de causaliteit. *In vitro* en *in vivo* onderzoeken zijn dan weer zeer nuttige instrumenten om biologische mechanismen die ten grondslag liggen aan eerder vastgestelde relaties bloot te leggen, maar de complexiteit van de interacties in een levend organisme maakt de transpositie van die resultaten naar de mens moeilijk. Bovendien komen experimentele omstandigheden vaak niet overeen met de reële omstandigheden van de blootstelling. Een diervorm kan ook niet rechtstreeks naar de mens vertaald worden. Het bepalen van een causaal verband vereist onder meer een constant, reproduceerbaar en coherent verband, ongeacht de onderzochte populatie, maar evenzeer een verband tussen de dosis (graad van blootstelling) en het waargenomen effect evenals een plausibele uitleg ervan aan de hand van bestaande biologische mechanismen en wetenschappelijke kennis. Het ontbreken van laboratoriumbewijs kan het epidemiologisch effect op associaties evenwel niet zomaar tenietdoen. Grote constanten in het internationaal wetenschappelijk onderzoek naar de gezondheidseffecten van de magnetische velden van de hoogspanning is de epidemiologische vaststelling van een verhoogd risico op kinderleukemie.

5.2.6 ALLEEN LEUKEMIE OF...?

Over andere pathologieën bij kinderen of volwassenen met betrekking tot de blootstelling aan magnetische velden van de hoogspanningslijnen geeft het onderzoek geen uitsluiting. Wat betreft neurodegeneratieve aandoeningen suggereren enkele studies een verband met de ziekte van Alzheimer en dementie, zij het beduidend minder zeker. Meer recente studies konden dit verband echter niet bevestigen. Een associatie met amyotrofische laterale sclerose (ALS) acht de wetenschappelijke wereld op basis van de meest recente

te overzichtsartikelen zeer onzeker en een relatie met de ziekte van Parkinson eerder afwezig. In het laboratorium is gezocht naar mechanismen die een mogelijk verband tussen blootstelling aan extreem laagfrequente elektromagnetische velden en neurodegeneratieve ziekten zouden kunnen verklaren. Dat heeft wel geleid tot veronderstellingen over de interacties tussen de velden en het organisme, maar niet tot inzichten over de wijze waarop die interactie tot neurodegeneratieve ziekten zou kunnen leiden. De aanwijzingen voor een verband zijn dus zwak en onzeker, maar verdere aandacht is gerechtvaardigd.

Wat betreft het optreden van hersentumoren wijst een vrij recent Nederlands onderzoek (2018) op een mogelijk zwak verband – beduidend zwakker dan bij kinderleukemie – met blootstelling aan magnetische velden, maar de wetenschappers meenden geen uitspraak over de oorzakelijkheid van het verband te kunnen doen, laat staan over het werkingsmechanisme.

Wat betreft de invloed van magnetische velden op de melatoninesecretie kunnen we concluderen dat er veel wetenschappelijk onderzoek werd verricht, maar dat het algemene bewijs suggereert dat het melatonineritme bij de mens niet significant vertraagd of onderdrukt wordt door blootstelling aan magnetische velden. Melatonine, qua structuur verwant aan serotonine, is een endogeen hormoon dat ritmisch geproduceerd wordt door de epifyse of pijnappelklier in een periode van ca. 24 uur en speelt een rol bij de regulering van ons circadiaan ritme, voortplantingsritme en slaap. Fysiologisch neemt de melatoninesecretie toe na het invallen van de duisternis, met een piek tussen twee en vier uur 's nachts om gedurende de tweede helft van de nacht weer af te nemen. Het heeft tevens anti-oxidatieve eigenschappen die bescherming bieden tegen onder meer DNA-beschadiging door vrije radicalen; ze kunnen zo o.a. neuronen in het centrale zenuwstelsel beschermen.

Aangaande de gezondheidseffecten van de combinatie van fijnstof en elektromagnetische velden van de hoogspanning kunnen we stellen dat op basis van het meest recente wetenschappelijke onderzoek bovengrondse hoogspanningslijnen de schadelijke effecten van fijnstof niet beïnvloeden. Er kon hierbij niet aangetoond worden dat extra neerslag van fijnstof in de luchtwegen, de longen of op de huid zich voerdeed.

5.2.7 NORMERING ACUTE EFFECTEN NODIG

In tegenstelling tot de hierboven beschreven statistische relatie treden de daadwerkelijk bewezen gezondheidseffecten vrijwel onmiddellijk op na de blootstelling aan magnetische velden. Dergelijke acute gezondheidseffecten worden waargenomen bij relatief hoge intensiteiten van het magnetische veld (cf. supra). Het bepalen van een norm met betrekking tot de blootstelling aan de magnetische velden van de hoogspanningslijnen heeft als doel beschermend te zijn tegen de acute gezondheidseffecten van bijvoorbeeld (pijnlijke) elektrostimulatie.

Hiertoe werd gekeken naar richtlijnen, aanbevelingen en normen uitgevaardigd door internationale wetenschappelijke organisaties die gebaseerd zijn op een grondige studie en evaluatie van de bestaande literatuur.

Bij het bepalen van blootstellingsnormen kan men uitgaan van twee principes: *risk assessment* (risicobeoordeling) en voorzorg. *Risk assessment* geldt voor wetenschappelijk bewezen gezondheidseffecten waar men een veilige drempel kan bepalen (*No observed adverse effect level* – NOAEL – enerzijds, dit is het hoogste niveau van blootstelling waarbij geen schadelijke effecten waargenomen worden, of aanvaard risico anderzijds) en eventueel over een dosis-effectrelatie beschikt.

Het voorzorgsprincipe geldt voor niet-bewezen gezondheidseffecten waar een kans bestaat dat er toch effectief effecten zijn die een maatschappelijke impact hebben. Het voorzorgsprincipe *as such* wordt gereserveerd voor die situaties waarin menselijke activiteiten zouden kunnen leiden tot moreel onaanvaardbare schade die wetenschappelijk gezien wel plausibel maar onzeker is (*World Commission on the Ethics of Scientific Knowledge and Technology*, 2005).

5.2.8 BEPALING VAN EEN NORM

Voor 50 Hz magnetische velden is er enkel oorzakelijk wetenschappelijk bewijs voor de acute effecten van blootstelling aan deze velden. Voor deze causaal bewezen effecten werden blootstellingsnormen opgesteld door onder meer de Europese Unie (EU), de *International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection* (ICNIRP) en het *Institute of Electrical and Electronics Engineers* (IEEE).

De Raad van de Europese Unie vaardigde de aanbeveling 1999/519/EG d.d. 12 juli 1999 uit betreffende de beperking van de blootstelling van de bevolking aan elektromagnetische velden van 0 Hz tot 300 GHz (*Council of the European Union*, 1999). Aangezien dit geen verordening of richtlijn is en dus berust op vrijblijvendheid, hebben sommige EU-landen de inhoud ervan overgenomen in hun nationale wetgeving en andere niet; België/het Vlaamse Gewest behoort tot deze laatste groep. Deze blootstellingsnormen zijn nog gebaseerd op een vorige versie van de ICNIRP-richtlijnen (1998). De Aanbeveling 1999/519/EG van de Raad van Europa stelt zo een referentieniveau voor van 100 μT met betrekking tot de 50 Hz magnetische velden. Ondertussen werden de ICNIRP-richtlijnen in 2010 geactualiseerd waarbij de blootstellingslimiet voor de 50 Hz-frequentie voortaan 200 μT bedraagt. Maar tot op heden paste de Raad zijn aanbeveling hieromtrent niet aan en behoudt hij 100 μT als referentieniveau.

In tegenstelling tot het Europees en internationaal kader van de eerder geciteerde Europese aanbeveling en de ICNIRP-richtlijn is de IEEE-standaard enkel lokaal, in de Verenigde Staten, van toepassing. De in 2019 gepubliceerde IEEE Standaard C95.1-2019 definieert blootstellingscriteria en bijbehorende limieten voor de bescherming van personen tegen vastgestelde nadelige gezondheidseffecten van blootstelling aan elektrische, magnetische en elektromagnetische velden, in het frequentiegebied van 0 Hz tot 300 GHz. De blootstellingslimieten zijn onder meer van toepassing op het algemene publiek in niet-beperkte omgevingen. In het frequentiegebied van 20 Hz tot 751 Hz bedraagt het blootstellingsreferentieniveau met betrekking tot blootstelling van hoofd en thorax 904 μT .

Voor het bepalen van een norm voor acute blootstelling aan de magnetische velden van de hoogspanningslijnen gaat de voorkeur uit naar de overeenkomstige waarden van de referentieniveaus die geciteerd worden in de aanbeveling van de Raad van de Europese Unie. Van de voorgestelde waarden door de drie eerder genoemde organisaties is dat de meest conservatieve (de meest beschermende). Bovendien is deze waarde gekoppeld aan de Europese productnormen, waardoor producten die op de Europese markt gebracht worden bestand dienen te zijn tegen blootstelling aan velden beneden de respectievelijke blootstellingslimieten. Voor een 50 Hz magnetisch veld bedraagt het referentieniveau 100 μT . De waarde van 100 μT lijkt daarom een plausibele invulling voor een norm met betrekking tot de acute blootstelling aan magnetische velden van hoogspanningslijnen.

5.2.9 BINNENMILIEUBESLUIT

In onderhavig kader lijkt het opportuun om even in te gaan op de waarden geciteerd in het 'Binnenmilieubesluit', het Besluit van de Vlaamse Regering houdende maatregelen tot bestrijding van de gezondheidsrisico's door verontreiniging van het binnenmilieu van 11 juni 2004, gewijzigd bij het besluit van de Vlaamse Regering van 13 juli 2018. In de eerste versie (2004) stelt men een richtwaarde van 0,2 μT voor en een interventiewaarde van 10 μT , waarbij de richtwaarde als ideale situatie gedefinieerd wordt en de interventiewaarde als een maximaal toelaatbaar risiconiveau waarbij dwingend opgetreden moet worden als de gezondheid in onmiddellijk gevaar verkeert. Deze waarden zijn afgeleid van enerzijds de ondergrens van de epidemiologisch vastgestelde vork (0,2 – 0,4 μT) m.b.t. kinderleukemie en anderzijds de toenmalige (1998) ICNIRP-richtlijn (i.e. 100 μT m.b.t. 50 Hz) waarop een bijkomende veiligheidsfactor van 10 werd toegepast. De geactualiseerde versie van het Binnenmilieubesluit (2018) daarentegen vermeldt als richtwaarde 0,4 μT en als interventiewaarde 20 μT , respectievelijk gebaseerd op de ondertussen internationaal meer aanvaarde waarde van 0,4 μT en een tiende van de nieuwe ICNIRP-richtlijn. Moeilijkheid voor directe toepasbaarheid van deze wettekst in een Ventilus-context is een mededeling vanwege het Agentschap Zorg en Gezondheid dat het Binnenmilieubesluit enkel van toepassing is op bronnen die voorkomen in het

binnenmilieu van gebouwen, wat impliceert dat hoogspanningslijnen niet onder het Binnenmilieubesluit vallen.

5.2.10 NOOD AAN WETENSCHAPPELIJK ONDERZOEK TOEGEPAST OP BELGIË

In de onderzoeksresultaten staat te lezen: 'dit moet in de voorwaardelijke wijze gesteld worden omdat internationaal onderzoek tot hiertoe alleen een statistisch en geen oorzakelijk verband kon aantonen en omdat het boven geciteerd cijfer van maximaal één extra geval per jaar een estimatie is bij gebrek aan precieze data met betrekking tot de Belgische situatie'.

Daarom zou wetenschappelijk onderzoek specifiek gericht op de situatie zoals ze zich in ons land voordoet een helderder en nauwkeuriger beeld schetsen van de blootstelling en de effecten ervan op de lokale volksgezondheid.

Het kwantitatief in kaart brengen van het aantal kinderen en eventueel volwassenen dat in de 0,4 μ T corridors verblijft zou alvast een epidemiologische basis aanreiken om onontbeerlijk gedegen wetenschappelijk onderzoek te kunnen voeren naar de feitelijke incidentie van kinderleukemie en andere pathologieën in de buurt van onze hoogspanningslijnen. Parallel hiermee zou onderzoek naar een biologisch plausibel mechanisme en een eventuele causaliteit opgestart kunnen worden.

5.2.11 AANBEVELINGEN

Zich baserend op de conclusies uit meta-analyses van internationale epidemiologische studies door de jaren heen, waarbij een consistente statistische vaststelling van een verhoging van de prevalentie van kinderleukemie bij langdurige blootstelling (> 1 jaar) aan magnetische velden van 50 Hz met een gemiddelde magnetische fluxdichtheid van meer dan 0,3 à 0,4 μ T gerapporteerd wordt, is het aanbevolen om het voorzorgsprincipe toe te passen. Hierbij zou de langdurige blootstelling van kinderen de jaargemiddelde waarde van 0,4 μ T zeker niet mogen overschrijden. Internationaal focust men vooral op de 0,4 μ T contour in de omgeving van de hoogspanningslijnen.

Vermits het gaat om langdurige blootstelling (jaren) kan deze richtwaarde van 0,4 μ T niet gebruikt worden in het kader van een advieswaarde met betrekking tot de acute blootstelling aan de magnetische velden van de hoogspanning. Naar het politiek beleid toe zou het daarom zeker aanbevolen zijn om de eerder geciteerde waarde van 100 μ T regionaal op te nemen als norm in een juridisch afdwingbaar kader inclusief uitvoeringsbesluiten (bijvoorbeeld VLAREM) met mogelijkheid tot opvolging door een onafhankelijke instantie en handhaving. Het strekt eveneens ten zeerste tot aanbeveling een bindend afsprakenkader te creëren dat het mogelijk maakt om de langetermijnblootstelling aan de magnetische velden van de hoogspanning te beperken tot maximaal 0,4 μ T als jaargemiddelde waarde van de magnetische fluxdichtheid in functie van de langdurige blootstelling van kinderen.

Om redenen van transparantie en geloofwaardigheid naar de burgerbevolking toe is het opzetten van een permanent meetsysteem van de magnetische fluxdichtheid in de omgeving van de hoogspanningslijnen samen met een publiek consulteerbare real-time monitoringstool onontbeerlijk en dus sterk aanbevolen.

Ook de WHO beklemtoont in dezen het belang van de raadpleging en de erkenning van de bezorgdheden van het publiek. Daarom moet over de gezondheidseffecten eveneens een transparante communicatie en voorlichting van de bevolking opgezet worden.

6 HOOFDSTUK CONCLUSIES

6.1 OPDRACHT VAN DE VENTILUS-INTENDANT

Op 7 mei 2021 stelde minister Zuhair Demir Guy Vloebergh aan als intendant met de opdracht om te bemiddelen in het moeilijk verlopende planningsproces van het gewestelijk ruimtelijk uitvoeringsplan Ventilus (GRUP Ventilus). In de eerste plaats hebben de intendant en zijn team alle vragen van het parlementair verzoekschrift, ingediend door de burgerplatforms tegen het GRUP Ventilus, beantwoord.

Tijdens de uitvoering van deze opdracht werd in een tijdspanne van zes opeenvolgende maanden intens samengewerkt met alle stakeholders (de burgerplatforms, het betrokken middenveld, de burgemeesters en de gouverneur). Ook het departement Omgeving en Elia werden als stakeholder betrokken bij het onderzoek.

Inhoudelijk lag de focus op de aspecten technologie en gezondheid. Er werd geen voorafname gemaakt op de keuze van de redelijke alternatieven of van de uit te voeren plan-MER van het GRUP Ventilus, dat tijdens de werkzaamheden van de intendant 'on hold' stond.

Op het vlak van de kennisvergaring en de kennisdeling werden grote stappen vooruitgezet om alle dimensies van het complexe vraagstuk te begrijpen.

Met vertegenwoordigers van de negen burgerplatforms werden alle onderzoeksresultaten van de professoren Adang en Van Hertem uitvoerig en op een constructieve wijze besproken. Op 28 oktober 2021 werden alle onderzoeksresultaten aan alle stakeholders voorgelegd tijdens een gezamenlijke informatiesessie in Izegem. Twee thema's stonden hierbij centraal: de effecten van hoogspanningslijnen op de gezondheid en de technologiekeuze (bovengrondse hoogspanningslijnen in wisselstroom of ondergrondse leidingen in gelijkstroom). De plotse aankondiging van nieuwe Federale energieprojecten noopte de intendant ertoe aan de Vlaamse Regering te vragen zijn opdracht beperkt te verlengen om de impact van deze plannen goed te kunnen inschatten en ook deze resultaten met alle stakeholders te bespreken.

Ondanks het uitgebreide onderzoek en de intense kennisverdieping kan vastgesteld worden dat er na 9 maanden overleg geen draagvlak bestaat bij alle stakeholders samen voor hetzij een bovengronds hetzij een ondergronds alternatief.

In de opdrachtschrijving van de intendant was ook opgenomen om bij de stakeholders te peilen naar de mogelijkheden om tot één gedragen tracé te komen. Dit vereiste een wisselwerking met het planteam van het GRUP Ventilus waarbij werd nagegaan of en hoe het al opgestarte onderzoek eventueel bijgestuurd kan worden. Doordat er geen eensgezindheid bestaat over de toe te passen technologie is deze vraagstelling niet aan bod kunnen komen.

Volgend conclusiehoofdstuk bestaat uit vier delen. In deel 1 wordt het project Ventilus zoals opgenomen in de startnota van het GRUP op basis van diverse criteria op hoofdlijnen vergeleken met een ondergronds alternatief. Delen 2 en 3 vatten de conclusies van de onderzoeken naar technologie en gezondheid kernachtig samen. In deel 4 wordt dieper ingegaan op keuzes die gemaakt moeten worden in het proces en wat bijhorende kwaliteitsaspecten betreft.

6.2 DEEL 1 - VERGELIJKENDE TABEL OP HOOFDLIJNEN

Na bespreking van de onderzoeksresultaten van de professoren Adang en Van Hertem vroegen de stakeholders om beide alternatieven, hoogspanningslijn in wisselstroom (AC) en ondergronds in gelijkstroom (DC), niet alleen op het vlak van de technologie en gezondheid maar ook op andere criteria met elkaar te vergelijken. Binnen het kader van de opdracht van de intendant werd op deze vraag ingegaan omdat een vergelijking, al is het op hoofdlijnen, toch een vollediger beeld geeft van het voorliggende vraagstuk. Aan de hand van een aantal criteria wordt het basisalternatief uit de startnota van het GRUP (AC) vergeleken met een volledig ondergronds alternatief (DC).

			BASISCONCEPT IN AC	DC-ALTERNATIEF
BESCHRIJVING			AC-verbinding Stevin-Avelgem, offshore en Nautilus-aansluiting naar Stevin	DC-verbindingen naar Avelgem ¹⁵
VOORNAAMSTE KENMERKEN			Bovengronds Cf. basisalternatief uit de startnota van het GRUP	Volledig ondergronds
6.2.1. FUNCTIONELE MINIMUM-VEREISTEN	6.2.1.1.	Voldoet aan projectdoelstellingen (Federaal Ontwikkelingsplan)	Ja	Nee Aanpassing wettelijke opdracht netbeheerder Elia is nodig Opmaak nieuw federaal ontwikkelingsplan en bijhorende strategische MER is nodig
	6.2.1.2.	Voldoet aan plandoelstellingen (startnota voor GRUP)	Ja	Nee Vereist stopzetten van huidige GRUP-procedure
	6.2.1.3.	Realiseerbaar / bestaande technologie	Ja	Ja
	6.2.1.4.	Beschikbaarheid	Zeer Hoog voor de AC-verbinding op het land, en kortere lengte van verbinding offshore en Nautilus naar land	Lager Door langere, niet redundante lijnen en lagere beschikbaarheid van HVDC-technologie → minder offshorewind kan naar land gebracht worden
	6.2.1.5.	Robuust betrouwbaar net	Ja Wederzijdse ondersteuning tussen Ventilus- en Stevin-as verhoogt de bevoorradingszekerheid van West-Vlaanderen en België	Nee Lagere weerbaarheid van kritische infrastructuur tegen grote incidenten met risico op netuitval en toepassing afschakelplan Bevoorradingszekerheid van West-Vlaanderen en België minder hoog
	6.2.1.6.	Toekomstgericht	Ja Hogere gecombineerde	Nee Geen creatie van bijko-

¹⁵ Om een aanknopingspunt qua vergelijking te hebben wordt hier Avelgem aangenomen, maar zoals uit het onderzoek blijkt komen meerdere bestaande elektriciteitsknopen hiervoor in aanmerking.

			aansluitcapaciteit door vermazing Sterk knooppunt voor toegang tot potentieel van Noordzee en behoud van meer capaciteit in het binnenland	mende aansluitcapaciteit, wat verdere netwerkversterkingen in het binnenland vraagt in het vervolg van de energietransitie Apart (langdurig) proces voor elke nieuwe ontwikkeling in de toekomst
6.2.2. IMPACT OMGEVING	6.2.2.1.	Gezondheid (EMF)	Statistisch maar geen causaal verband met kinderleukemie bij magnetische velden jaargemiddeld >0.4 μ T (strook van +/- 110m bij compacte masten tot +/- 180 m bij bestaande masten bij 30% maximale belasting van de hoogspanningslijn. Bijkomend aantal woningen dat binnen de EMF-corridor van 0,4 μ T komt = +/- 300 woningen	Geen effecten gekend (ge-luid HVDC-omvormerstation kan gedempt worden)
	6.2.2.2.	Gezondheid (psychosoma-tisch)	Persoonsafhankelijk. Strook rondom de hoogspanningslijn	Persoonsafhankelijk. Be-perkter dan bij wissel-stroom
	6.2.2.3.	Gebruiksbeperking in om-geving van de verbinding	Hoogtebeperking onder de hoogspanningslijn: 60 m breed Bouwverbod boven het stuk ondergrondse kabel-verbinding 8 tot max. 12 km (+/- 40 m breed)	Bouwverbod boven de ondergronds aangelegde ka-bels: 20 m breed
	6.2.2.4.	Landbouw	Beperkte profielverstoring en ruimteverlies ter hoogte van de mastvoeten: +/- 3 masten per km Blijvend gebruiksongemak waarvoor vergoedingen worden gegeven Vergraving over 8 km tot max. 12 km met profielver-storing	Profielverstoring en ruimte-verlies ter hoogte van de mofputten: +/- 1 mofput per km Vergraving over volledige lengte van het tracé (werf +/- 50 m breed) dus grotere profielverstoring Blijvend (beperkter) ge-bruiksongemak waarvoor vergoedingen worden ge-geven
	6.2.2.5.	Visueel - landschappelijk	Zeer zichtbaar - verstoring Milderling via landschapsin-tegratie (MER)	Beperkt zichtbaar
	6.2.2.6.	Natuur	Beperkte kans op vogel-slachtoffers, milderbaar. Vegetatieverlies door werf	Geen vogelslachtoffers. Groter vegetatieverlies door werf
	6.2.2.7.	Archeologie	Beperkte verstoring behal-ve voor ondergronds ge-deelte van 8 km tot max.	Grote verstoring over de volledige lengte van de ka-belcorridors

			12 km	
6.2.3. UITVOERING	6.2.3.1	Ruwe kostprijsraming	Ventilus: ramingen variëren tussen de 300 en de 500 miljoen EUR.	Langere DC-verbindingen naar binnenland zijn duurder dan AC. Zonder concrete trajecten en vermogens vast te leggen is het onmogelijk een juiste inschatting te maken. Een HVDC-optie zal zeker duurder worden en niet dezelfde robuustheid hebben. De versterkingen in het 150 kV-netwerk in West-Vlaanderen zullen ook langer en duurder worden.
	6.2.3.2	Timing	2027-2028-2030 (Nautilus naar energie-eiland)	Nieuw proces (onduidelijke timing) Met onmiddellijke uitvoering kan de volledige realisatie niet voor >2032

6.2.1 FUNCTIONELE MINIMUMVEREISTEN

6.2.1.1. PROJECTDOELSTELLING

Er zijn twee belangrijke projectdoelstellingen: onthaalcapaciteit creëren voor nieuwe energieproductie vanop zee en voor een nieuwe HVDC-verbinding met het Verenigd Koninkrijk (Nautilus) en het robuust maken van het hoogspanningsnetwerk door de inlusning op de Stevin-as. Geen enkele van de onderzochte gelijkstroomalternatieven kan beide doelstellingen realiseren, ook niet in combinaties.

De onderzochte opties connecteren het offshorevermogen verder naar het binnenland. Hierdoor wordt gebruik gemaakt van de onthaalcapaciteit in het connectiepunt. Hoewel het vermogen aan land gebracht kan worden, zal de totaal beschikbare onthaalcapaciteit, na realisatie van de offshorewind en HVDC-verbindingen, in het westen van het land verminderen. De Ventilus-verbinding daarentegen zorgt voor een versterking van het netwerk in het westen van het land, en voor een algemene toename van de onthaalcapaciteit. Hierdoor is de voorgestelde Ventilus-verbinding meer toekomstgericht en is het Belgische hoogspanningsnetwerk beter voorbereid op een verdere evolutie van hernieuwbare stroom op de Noordzee (die op korte termijn verwacht wordt). Bij onvoldoende onthaalcapaciteit zal eenzelfde soort Ventilus-dossier zich opdringen bij toekomstige uitbreidingen.

De doelstelling van een robuust net door de inlusning van Ventilus met Stevin, kan met de beschikbare gelijkstroomtechnologie niet gerealiseerd worden. Een groot incident op Stevin zou, door het ontbreken van een back-up, grote gevolgen kunnen hebben voor het West-Vlaamse en Belgische elektriciteitsnetwerk. Specifieke beperkingen met betrekking tot de gelijktijdige invoer van energie uit de UK en offshorewind zijn nodig om incidenten op Europese schaal te vermijden.

De ontwikkeling van een betrouwbaar, robuust en toekomstgericht net behoort tot de wettelijke opdracht van netbeheerder Elia. Als deze doelstellingen niet vervuld worden, vereist dat enerzijds een aanpassing van het wettelijk kader van de netbeheerder en anderzijds ook het opstellen van een nieuw federaal ontwikkelingsplan met bijhorende strategische milieueffectrapportage.

6.2.1.2. PLANDOELSTELLING

Met de plandoelstellingen beoogt men om infrastructuur te bundelen in zo weinig mogelijk aparte elementen. De versterking van het West-Vlaamse net zou afzonderlijk gerealiseerd kunnen worden met kabels in wisselstroom op 150 kV, vanuit het binnenland. Dat kan boven op de gelijkstroomverbinding naar het binnenland en is daarom geen uitsluitende reden.

De plandoelstelling van de realisatie van een robuust net door een hoogspanningsverbinding van 6 GW tussen de Stevin-as en het hoogspanningsstation te Avelgem, kan niet gerealiseerd worden in gelijkstroom en biedt dus geen robuuste oplossing.

Bij het DC-alternatief wordt afgeweken van de plandoelstellingen aangezien ze niet allemaal kunnen worden vervuld in dit voorstel. Afwijken van de plandoelstellingen of ze veranderen leidt tot stopzetting van de huidige RUP-procedure.

6.2.1.3. REALISEERBAAR MET BESTAANDE TECHNOLOGIE

De specifieke topologie van het huidige West-Vlaamse elektriciteitsnet laat niet toe de Stevin-as te vermazen door middel van gelijkstroom, aangezien dit niet in de vereiste betrouwbaarheid resulteert. Dit is geldig voor het volledige vermogen van 6 GW (zoals ook werd afgetoetst in de dubbelcheck technologie zomer 2020) of bij lagere vermogens (bijvoorbeeld 3 GW) zoals in een aantal in dit onderzoek bestudeerde voorstellen.

Een DC-verbinding (gelijkstroom) als rechtstreekse punt-tot-puntverbinding tussen de offshorewindmolens en het bestaande net in Avelgem, zonder inlusing, is wel mogelijk met bestaande technologie.

Een AC-verbinding (wisselstroom) tussen de Stevin-as en Avelgem maakt gebruik van bestaande en gekende technologie.

6.2.1.4. BESCHIKBAARHEID

Gelijkstroomverbindingen hebben intrinsiek een lagere beschikbaarheid dan wisselstroom. De installatie bestaat uit duizenden componenten en vraagt dus enerzijds intensiever onderhoud en is anderzijds ook gevoeliger voor uitval. Bovendien zijn de verbindingen naar het binnenland langer, en niet redundant uitgevoerd. De combinatie met de lagere beschikbaarheid zorgt voor een vermindering van de offshorewindproductie die in het elektriciteitsnet geïnjecteerd kan worden en dus niet tot bij de eindverbruiker getransporteerd wordt. Dit zal op zijn beurt leiden tot verhoogde kosten van offshorewind.

6.2.1.5. ROBUUST BETROUWBAAR NET

Ten behoeve van de weerbaarheid van het hoogspanningsnet, wordt het hoogspanningsnetwerk in heel Europa sinds jaren vermaasd. Elke nieuwe elektriciteitsverbinding die wordt toegevoegd, bouwt voort op bestaande knooppunten. Dit is in heel Europa een gangbare praktijk om de bevoorradingszekerheid op een hoog niveau te kunnen houden. Bij een incident op een bepaalde elektriciteitsverbinding of als een verbinding in grondig onderhoud is, kan de elektriciteit via overige verbindingen binnen de vermaasde structuur getransporteerd worden. Dat is belangrijk want een incident op de ruggengraat van het elektriciteitsnet kan verstreckende gevolgen hebben voor de bevoorradingszekerheid en de marktprijzen, niet alleen in België maar over heel Europa. Risico's op problemen met de bevoorradingszekerheid met economische en sociale gevolgen moeten zo beperkt mogelijk gehouden worden.

Incidenten op het Belgische vermaasde hoogspanningsnet zijn geen zeldzaamheid, er zijn er wel honderden per jaar. De onderbrekingstijd en verloren energie blijven echter heel beperkt dankzij deze wederzijdse verzekering door vermazing.

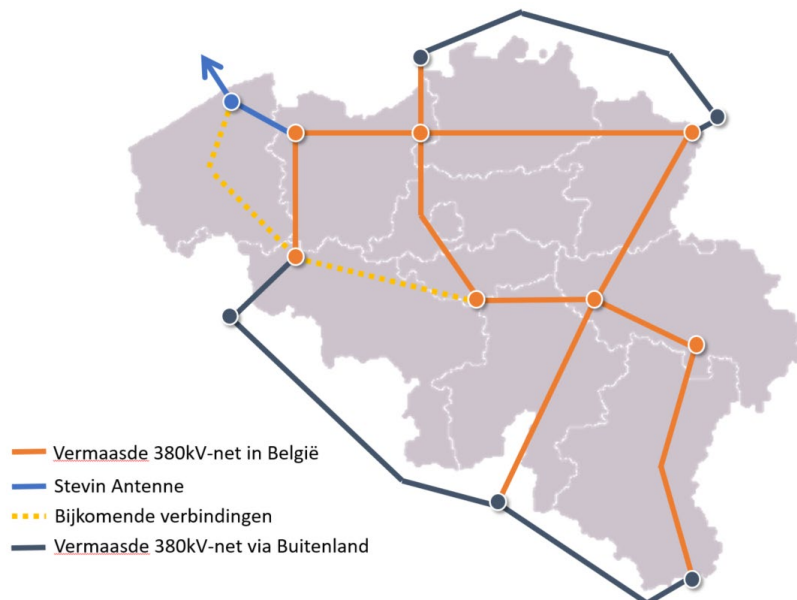
Vandaag is de Stevin-lijn een 'antenne' vanuit Zomergem die de enige verbinding vormt tussen de hoogspanningspost in Zeebrugge en de rest van het Belgische 380 kV-hoogspanningsnet. Er is dus geen andere uitweg in geval van een incident. Met de Stevin-lijn werd een eerste stap gezet om het 380 kV-net uit te bouwen naar de kust, met een onthaalcapaciteit van 3 GW (N-1). Die 3 GW is een belangrijke limiet, want dat is de maximale capaciteit die bij een ernstig incident op de as ogenblikkelijk opgevangen kan worden via de Europese primaire reserves. Deze reserves zijn echter niet ongelimiteerd beschikbaar, na 15 minuten moet België zelf zijn evenwicht herstellen en desnoods het afschakelplan instellen. De socio-economische gevolgen hiervan zijn niet te onderschatten. Enerzijds loopt de economische schade voor de gemeenschap snel en significant op en anderzijds zal het gebruik van het afschakelplan ook negatieve maatschappelijke gevolgen hebben voor de gezondheid en het welzijn van de mensen.

In het basisconcept van Ventilus wordt door de inlusing met de Stevin-lijn een wederzijdse verzekering gecreëerd.

In het ondergrondse DC-alternatief wordt geen vermazing voorzien, maar worden bijkomende antennes gecreëerd en is het net minder robuust. Hierdoor wordt de weerbaarheid van kritische infrastructuur die toegang geeft tot het windpotentieel van de Noordzee niet versterkt, maar neemt deze veeleer verder af.

Het verlies van de Stevin-as

Figuur 13 Het vermaasde 380 kV-elektriciteitsnetwerk



Verlies van 3 GW-productie, maximale Europese limiet. Bij het verlies van de Stevin-as verliezen zowel de 2 GW aan offshorewind als de 1 GW-interconnectie met het Verenigd Koninkrijk (NemoLink) hun uitweg naar het verdere Belgische net. Om te vermijden dat in dit geval ook een verdere uitval van het 150 kV-net zou ontstaan, werd een complexe systeembeveiliging voorzien (System Protection Scheme) die alle verbindingen moet loskoppelen van het net in minder dan 100 ms. Dit beschermt het onderliggende 150 kV-net van West-Vlaanderen van een directe uitval en het Europese net van een potentiële black-out. De volledige primaire reserves van het Europese net zijn nodig om de frequentie te stabiliseren.

Herstellen van Belgische evenwicht, gebruik van afschakelplan tot 2 GW. Het onevenwicht in de Belgische regelzone kan zo oplopen tot 3 GW. Dit kan aanleiding geven tot overbelastingen op de grensverbindingen met Nederland en Frankrijk. Dit onevenwicht en/of de overbelastingen moeten na 15 minuten opgelost zijn, waarbij het gebruik van het afschakelplan niet uitgesloten kan worden. Het is namelijk een internationale verplichting om de impact van incidenten in België niet te exporteren. Het maximale onevenwicht is 3 GW, waarvan 1 GW opgevangen kan worden door Belgische reserves. Hierdoor moet maximaal 2 GW opgevangen worden door het afschakelplan (4 schijven). Er zal maximale internationale hulp gevraagd worden om het gebruik van het afschakelplan zoveel mogelijk te beperken.

Normalisatie van de situatie in de uren na het incident (12u-36u). Behoudens schaarste op de internationale energiemarkt zal de situatie zich in de uren na het incident normaliseren. Marktspelers zullen verplicht zijn om de energie die normaal door offshorewind en/of NemoLink geleverd wordt met andere middelen te voorzien binnen de mogelijkheden van het hoogspanningsnet. Hierdoor kan het gebruik van het afschakelplan afgebouwd worden.

Herstellen van de Stevin-as. Afhankelijk van het soort incident kan de onbeschikbaarheid van de Stevin-as kortstondig zijn (enkele uren) tot langdurig (aantal weken tot zelfs maanden). Tot dan zal geen of beperkte offshoreproductie mogelijk zijn, en ook geen uitwisselingen op NemoLink.

Socio-economische gevolgen. De kosten van het verlies van de Stevin-as kunnen snel oplopen tot in de honderden miljoenen. De kosten van verloren belasting werden onlangs door de Federale overheid geraamd op €17.340/MWh (wet VOLL fgov.be). Bij het gebruik van het afschakelplan met een volume van 1 à 2 GW zoals hierboven beschreven veroorzaakt dit € 17.000 tot €34.000 kosten per megawatt per uur¹⁶. Daarenboven is er ook inkomstenverlies voor de offshorewindmolenparken en NemoLink en een potentiële stijging van de Belgische marktprijs. Ook zal het gebruik van het afschakelplan gevolgen hebben voor het welzijn van de bevolking, onder andere door mobiliteits- en verkeershinder (signalisatie, verlichting...), onbeschikbaarheid van elektriciteit voor mensen met thuiszorg, potentieel korte onderbreking van prioritaire gebruikers zoals ziekenhuizen...

Bovenstaande geeft een overzicht van de huidige toestand van het Belgische netwerk, en de argumentatie voor de nood aan additionele versterkingen voor de Stevin-as. De Ventilus-verbinding biedt wederzijdse redundantie tussen Ventilus en Stevin en vormt dus een oplossing voor bovenstaand probleem.

6.2.1.6. TOEKOMSTGERICHT

Het komende decennium wordt de productiecapaciteit in het Belgische deel van de Noordzee meer dan verdubbeld. Op langere termijn zal het belang van de Noordzee nog sterker toenemen. Met de Green Deal heeft de Europese Commissie zichzelf de ambitie opgelegd om tegen 2050 het eerste klimaatneutrale continent te worden. Het Europese Parlement en de Europese Raad hebben deze doelstelling onderschreven. Met deze ambitie is het nu wel zeker dat de ontwikkelingen op zee (en vooral de Noordzee) de komende decennia exponentieel zullen groeien. Offshorewindenergie wordt (een van) de belangrijkste bron(nen) van energieopwekking in Europa.

In het DC-alternatief wordt de offshorewindproductie aangesloten op bestaande knooppunten van het hoogspanningsnet, maar dat veronderstelt dat andere versterkingen in het land wel gerealiseerd worden om een aansluiting in Avelgem mogelijk te maken. Bovendien wordt op deze manier de bestaande aansluitcapaciteit opgebruikt en zullen sneller nog bijkomende versterkingen nodig zijn in het bestaande net om aansluitcapaciteit te creëren voor de verdere energietransitie.

Met het basisconcept van Ventilus wordt door de vermazing de ruggengraat verder uitgebouwd waarbij voor België nieuwe aansluitcapaciteit wordt gecreëerd en niet enkel wordt opgebruikt. Anderzijds ontstaat er dankzij de koppeling van twee lijnen (met telkens twee circuits) een grotere gecombineerde capaciteit die dan weer meer mogelijkheden biedt om op voort te bouwen. Hiermee wordt vermeden dat voor elke nieuwe ontwikkeling een afzonderlijk langdurig project en planningsproces nodig zal zijn.

6.2.2 IMPACT OMGEVING

6.2.2.1. GEZONDHEID

Uit verschillende wetenschappelijke studies blijkt dat er bij acute blootstelling aan hoge waarden van extreem laagfrequente (ELF) magnetische velden gezondheidseffecten kunnen optreden. Het gaat hierbij over waarden die niet in de buurt van hoogspanningslijnen waargenomen worden.

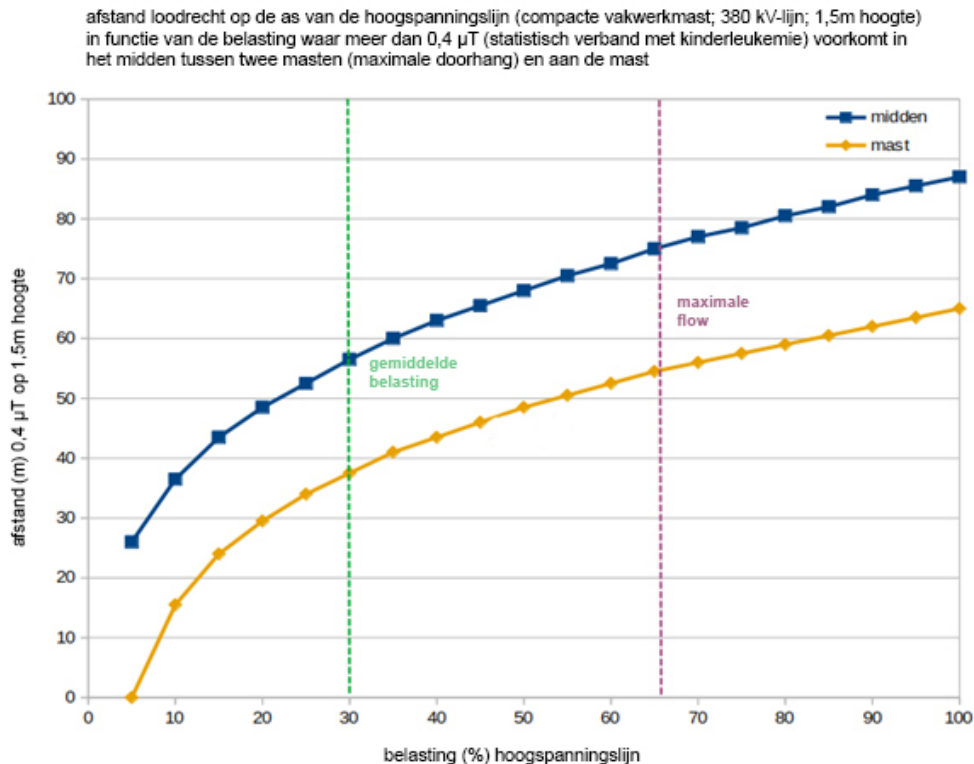
In de omgeving van hoogspanningslijnen is er vooral bezorgdheid over het statistische verband met kinderleukemie dat uit epidemiologisch onderzoek naar voren komt. Hierbij refereert men meestal aan een magnetische veldsterkte van 0,4µT. Dit is een jaargemiddelde waarde bij chronische blootstelling waarboven een statistische associatie met een verhoogd risico op kinderleukemie aangetoond – al decennialang – en aan de hand van (zeer) recente studies telkens opnieuw bevestigd werd. De Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) deelde de magnetische velden van de hoogspanning in als ‘mogelijk kankerverwekkend voor de mens’. Dus voorzorg is hier aangewezen.

Epidemiologen hebben onderzocht of vertekeningen of verstorende variabelen dit verband kunnen verklaren, maar komen niet tot een definitieve conclusie in deze materie. Tegelijkertijd werd op basis van *in vitro* en *in vivo* laboratoriumonderzoek gepoogd om een werkingsmechanisme achter de vaststelling van het verhoogd vóórkomen van kinderleukemie bloot te leggen, tot hertoe echter zonder resultaat.

¹⁶ Bij een verlies van 1GW = 1.000 MW voor 1 uur is dat 17 tot 34 miljoen euro.

Ventilus in wisselstroom zorgt ervoor dat ca. 300 bijkomende woningen in een zone terechtkomen waar jaargemiddeld meer dan 0,4 μT voorkomt. Hiervoor werd een ruwe inschatting gemaakt op basis van luchtfoto's en een grafiek met het verband tussen de jaargemiddelde belasting van de Ventilus-verbinding en de afstand tot de transmissielijn van de 0,4 μT -limiet.

Figuur 14 Grafiek waarmee de 0,4 μT -corridor berekend wordt op basis van de gemiddelde belasting



Deze grafiek is door het departement Omgeving bezorgd aan prof. Dirk Van Hertem. Uitgaande van een situatie met compacte vakwerkmasten (nieuw type masten) en een maximale lijnbelasting van 30% kan men uit deze grafiek een afstand afleiden - haaks op de hoogspanningslijn - van ongeveer 55 m waarbinnen de magnetische veldsterkte meer dan 0,4 μT bedraagt, met andere woorden een volledige contour van 110 m breed¹⁷. Een schatting gemaakt door het team van de intendant geeft aan dat voor het basaalternatief uit de startnota van het GRUP tussen 100 en 500 woningen extra in de 0,4 μT -contour zullen liggen. Wellicht zullen dit hoogstens 300 woningen zijn omdat dit sterk zal doorwegen in de tracékeuze. 8 tot 12 km kan ondergronds in wisselstroom worden aangelegd. Dit verlaagt het niveau van de magnetische velden niet maar de corridor van verhoogde magnetische velden verkleint hierdoor aanzienlijk.

Bij een ondergrondse verbinding in gelijkstroom ontstaan statische magnetische velden waarvan tot hier toe geen gezondheidseffecten gekend zijn. Het is wel zo dat voor deze verbinding de rest van het net (wisselstroom) waarop wordt aangesloten, versterkt moet worden. De toename van magnetische velden zal daardoor verschuiven naar hoogspanningstrajecten in het binnenland.

6.2.2.2. GEZONDHEID PSYCHOSOMATISCH

Dat zich psychosomatische effecten kunnen voordoen is duidelijk. De angst die een aantal omwonenden hebben voor mogelijke gezondheidseffecten is reëel. Ook de WHO beklemtoont het belang van de raadpleging en de erkenning van de bezorgdheden van het publiek. Angst wegnemen door objectieve, heldere informatie en duiding te geven aan de bevolking kan in dezen heel goed helpen.

¹⁷ Merk op dat dit in het midden tussen twee masten is, waar de draad het laagste hangt. In de praktijk zal deze corridor iets kleiner zijn.

Psychosomatische effecten kunnen zich zowel voordoen bij een verbinding in gelijkstroom als bij wisselstroom. In de praktijk blijkt dat er zowel voor projecten in gelijkstroom als voor die in wisselstroom bezorgde burgers zijn die vrezen voor de effecten op hun gezondheid.

Aangenomen kan worden dat deze psychosomatische effecten zich minder manifesteren bij een verbinding in gelijkstroom dan in een verbinding in wisselstroom, omdat er geen enkel statistisch bewijs is van een verband tussen kinderleukemie en gelijkstroom. Ook de ondergrondse aanleg (van zowel een wisselstroom- als een gelijkstroomverbinding) leidt tot minder angst, louter omdat de bron van de velden niet meer zichtbaar is.

6.2.2.3. GEBRUIKSBEPERKING / BOUWVERBOD

In de buurt van de geleiders van een hoogspanningslijn zijn er veiligheidsafstanden van toepassing. Onder de hoogspanningslijn wordt daarom een zone met beperkingen van ca. 60 m breed vastgelegd.

Er is bij een bovengrondse uitvoering géén verbod op het bouwen van woningen, industriegebouwen of andere functies mits de veiligheidsafstand gerespecteerd wordt.

De hoogte van de hoogspanningslijn wordt afgestemd op de onderliggende bestemming zodat de voorziene activiteiten, met enige beperkingen, kunnen blijven doorgaan en/of zich ontwikkelen. Zo zijn er beperkingen op de hoogte van opgaand groen en bouwhoogtebeperkingen van toepassing.

Bij een bovengronds alternatief voor Ventilus zal normalerwijze voor een groot deel gebruik gemaakt worden van bestaande tracés, waar de beperkingen door de veiligheidsafstanden in de praktijk al van toepassing zijn.

In de buurt van geleiders van een ondergrondse hoogspanningsverbinding zijn ook veiligheidsafstanden van toepassing. De zone met beperkingen is hier ca. 20 m breed. In deze zone zijn een bouwverbod en een verbod op reliëfwijziging (zowel ophoging als afgraving) van toepassing. De aanplant van opgaand groen is beperkt tot niet-diepwortelende vegetatie, wat de facto neerkomt op een verbod op hoog opgaand groen.

6.2.2.4. LANDBOUW

Bij een bovengrondse lijn is er een beperkte profielverstoring van de bodem ter hoogte van de mastvoeten waar geen hergebruik van bestaande masten mogelijk is.

Ongeveer per 400 meter wordt een mast gebouwd, met een finale oppervlakte van ongeveer 10 x 10 meter. De masten vormen een obstakel en oppervlakteverlies voor de landbouwers. Hiervoor is in een vergoeding voorzien conform het landbouwprotocol.

Onder een hoogspanningslijn zijn hoogtebeperkingen van toepassing in functie van de veiligheidsafstanden, wat bijvoorbeeld bepaalde technieken van beregening beperkt. Voor het overige is een normaal landbouwgebruik mogelijk na de uitvoering van de werken.

De impact op de bodem is bij ondergrondse kabels uiteraard groter, omdat over de volledige lengte van het tracé een sleuf gemaakt moet worden om de kabels in te leggen. De werfzone is zo'n 70 m breed, waarvan 20 à 40 m breedte open gegraven wordt.

Ongeveer om de 1000 m wordt een betonnen mofput van ongeveer 10 x 20 meter voorzien. Ter hoogte van de mofputten is er een gelijkaardig bodemeffect als bij mastvoeten. Deze mofputten vormen net zoals masten een obstakel en oppervlakteverlies voor de landbouwers.

Voor het overige is een normaal landbouwgebruik mogelijk na de uitvoering van de werken.

6.2.2.5. VISUEEL-LANDSCHAPPELIJK

Er is visuele verstoring door de bouw van nieuwe pylonen bij een bovengrondse lijn en geleiders. Het beleid voor landschappelijke integratie van Elia kan dit mildereren. Dit vereist medewerking van terreineigenaars. De kans dat het finale tracé een beschermd landschap of iets dergelijks zal doorkruisen is echter nihil.

Bij een ondergrondse kabel in gelijkstroom en voor het gedeelte van 8 km tot max. 12 km in wisselstroom is er nauwelijks belangrijke visuele verstoring, behalve bij het begin en einde van de verbinding door de grote hoogspanningsstations. De mofputten worden omheind, wat lokaal zichtbaar is.

6.2.2.6. NATUUR

Zowel bovengrondse als ondergrondse verbindingen kunnen leiden tot verstoring en verlies van vegetaties door de werken. Dit is gerelateerd aan de bouw van masten, de aanleg van het ondergrondse kabeltracé en de beperkingen voor beide uitvoeringswijzen.

In de polderstreek zal het effect voor beide uitvoeringswijzen gelijkaardig zijn. De kans op het kruisen van habitatrichtlijngebieden, VEN, historisch permanente graslanden is hier het grootst.

Ten zuiden van de polders is er nauwelijks belangrijke waardevolle natuur. Potentieel zal de bovengrondse verbinding ter hoogte van een of meerdere bossen tot biotoopwijziging leiden door de gebruiksbeperkingen. Voor een ondergrondse verbinding geldt dit eveneens, maar over een smallere zone.

De bovengrondse lijn vormt een aanvaringsrisico voor vogels. Dit is voornamelijk in de polderstreek belangrijk door de aanwezigheid van vogelrichtlijngebieden. In deze zone is een nieuwe bovengrondse lijn niet voor de hand liggend. De meeste alternatieven die in de startnota werden voorgesteld, gaan hier echter niet uit van een nieuwe bovengrondse lijn maar van de afbraak van een bestaande lijn tussen Oostende en Brugge.

6.2.2.7. ARCHEOLOGIE

Uitsluitend het bouwen van constructies en van ondergrondse verbindingen kan leiden tot verstoring en verlies van archeologisch materiaal. Dit is gerelateerd aan de bouw van masten, de aanleg van het ondergrondse kabeltracé en de beperkingen die gepaard gaan met beide uitvoeringswijzen. Hoe langer de ondergrondse kabeltracé's zijn hoe groter de kans op verlies van archeologische relicten.

6.2.3 UITVOERING

6.2.3.1. RUWE KOSTPRIJSRAMING

Kostprijs is in het proces van de intendant geen aspect of criterium geweest waarover gediscussieerd is. In de eerste plaats omdat kostprijs geen element mag zijn waarop in deze fase van het proces keuzes gebaseerd moeten zijn. Ten tweede omdat beide alternatieven totaal verschillende projecten zijn en dus a priori niet vergeleken kunnen worden. Er zouden zoveel aannames en disclaimers gebruikt moeten worden, zoals onzekerheid over de lengte van kabels, mogelijk complexe situaties, overbelastbaarheid..., dat de vergelijking onbruikbaar is.

6.2.3.2. TIMING

De ontwikkeling van een DC-alternatief verandert zowel de plandoelstellingen als de basisvoorwaarde voor netontwikkeling. Hierdoor moet de huidige procedure stopgezet worden en moet er eerst een nieuw federaal ontwikkelingsplan uitgewerkt en goedgekeurd worden alvorens een nieuwe vergunningsprocedure kan worden opgestart.

De te onderzoeken alternatieven bij een rechtstreekse aansluiting van offshore op het bestaande net met HVDC zullen niet enkel tot Avelgem beperkt kunnen worden. De aansluiting in het binnenland zal onderzocht moeten worden voor alle bestaande knooppunten binnen het volledige Belgische net.

Dit impliceert dat een DC-alternatief niet voor 2032 realiseerbaar is. De verdere realisatie van het basisconcept van Ventilus laat een timing van 2027-2028 toe.

6.3 DEEL 2 - CONCLUSIES PROF. VAN HERTEM M.B.T. TECHNISCHE HAALBAARHEID VAN ONDERGRONDSE ALTERNATIEVEN VOOR VENTILUS

Het voorgestelde Ventilus-project bestaat uit een bovengrondse hoogspanningslijn van 2 x 3 GW met gedeeltelijke ondergrondse aanleg van maximaal 8 kilometer. Dit ondergrondse traject kan tot maximaal 12 kilometer uitgebreid worden afhankelijk van de warmtegeleiding van de bodem.

In de startnota van het GRUP Ventilus werden zes plandoelstellingen voor Ventilus vooropgesteld waarvan alle alternatieven moeten beantwoorden:

1. het aan land aansluiten van hernieuwbare energie van nieuwe offshorewindparken op het 380 kV-net
2. realiseren van een robuust net door een hoogspanningsverbinding van 6 GW tussen de Stevin-as en het hoogspanningsstation te Avelgem
3. onthaalcapaciteit voor nieuwe onshore-energieproductie in West-Vlaanderen realiseren
4. aansluitingsmogelijkheid creëren van een tweede onderzeese verbinding met het buitenland (Verenigd Koninkrijk) waardoor een bijdrage wordt geleverd aan de verdere integratie van een Europese elektriciteitsmarkt
5. de optimale vervanging van de 150 kV-verbinding Slijkens (Oostende) - Brugge Waggelwater
6. versterking van de bevoorradingszekerheid van de regio Izegem.

De burgerplatforms werkten zelf verschillende ondergrondse alternatieven op gelijkstroom (DC) voor Ventilus uit. Deze zijn terug te vinden in hun Verzoekschrift en tijdens het overleg werden ook nog nieuwe ideeën naar voren gebracht. Die werden zeer uitvoerig onderzocht door prof. dr. Dirk Van Hertem, expert in transmissietechnologie Energyville en professor aan de KULeuven. De realisatie van de 'Boucle du Hainaut'-verbinding tussen Avelgem en Courcelles werd hier als een gegeven beschouwd (onafhankelijk van de technologiekeuze).

6.3.1 TECHNISCHE HAALBAARHEID VERSUS PLANDOELSTELLINGEN

Het is technisch haalbaar om de windenergie uit de Noordzee en van de nieuwe Nautilus-interconnectie ondergronds in gelijkstroom aan te sluiten met het bestaande 380 kV-hoogspanningsnetwerk. Deze aansluiting in gelijkstroom is op meerdere 380 kV-postlocaties in België mogelijk. Het is echter wel nodig om op basis van de beschikbare onthaalcapaciteit per locatie na te gaan of de aangesloten stroom dan ook verder over het elektriciteitsnetwerk verdeeld kan worden.

Zo'n volledig ondergronds alternatief kan dan alle offshorewind en de Nautilus-interconnectie verbinden met het 380 kV-backbone-netwerk.

Toch vormt het ondergrondse voorstel geen alternatief voor Ventilus, omdat het niet aan elk van de zes doelstellingen van het Ventilus-project beantwoordt. Het is geen robuuste oplossing, verzekert België minder tegen een stroomuitval en is dus slechter voor de bevoorradingszekerheid. Ook realiseert dit voorstel niet in dezelfde mate onthaalcapaciteit voor toekomstige uitbreidingen, wat sterke beperkingen oplegt voor toekomstige netwerkontwikkelingen. Bovendien wordt hiermee ook het West-Vlaamse net niet versterkt, waarvoor dan aparte investeringen nodig zouden zijn.

6.3.2 VENTILUS LIGHT

In een poging het gebrek aan robuustheid te verhelpen, werd onderzocht om aanvullend op de ondergrondse aansluitingen in gelijkstroom nog een hoogspanningslijn van 3 GW in wisselstroom te bouwen. Zo kan vanuit Avelgem wel een verbinding met de Stevin-hoogspanningslijn gemaakt worden, het zogenaamde 'Ventilus light'-project. Niemand zag hiervan echter het voordeel in, omdat het ook om een boven-

grondse hoogspanningslijn met gelijkaardig uitzicht gaat. Ook kan het ondergronds gedeelte hiervan maximaal 12 km bedragen.

6.3.3 ALTERNATIEVEN DIEPER IN HET BINNENLAND

In theorie zijn andere alternatieven mogelijk om de ondergrondse gelijkstroomverbindingen dieper in het binnenland aan te sluiten, bijvoorbeeld via de Schelde of over land naar de bestaande hoogspanningsstations Doel, Mercator (in Kruikeke), Courcelles of Gramme (bij Tihange). Deze theoretische alternatieven lossen de behoefte aan een bijkomende verbinding met de Stevin-hoogspanningslijn echter evenmin op. Bovendien verschuiven ze de problematiek van bijkomende infrastructuur en bijhorende magneetvelden naar het binnenland.

Om een robuust en toekomstgericht net uit te bouwen is de versterking van het ondergrondse deel van de Stevin-verbinding evenmin mogelijk. Zonder de inlusing (of vermazing) blijft de beperking namelijk dezelfde.

In al deze ondergrondse alternatieven wordt de bestaande onthaalcapaciteit van het bestaande elektriciteitsnet opgebruikt. Afhankelijk van de postlocatie waarop wordt aangesloten, zullen hierdoor in de onmiddellijke of de nabije toekomst versterkingen en nieuwe verbindingen in het binnenland nodig zijn.

6.3.4 PREPARE FOR FUTURE

Aan prof. Van Hertem werd ook gevraagd om zelf een voorstel uit te werken waarbij Ventilus volledig ondergronds gerealiseerd zou worden. Dat voorstel kreeg de naam 'Prepare for future'. Het voorziet een ondergrondse verbinding in gelijkstroom tussen Zeebrugge en Avelgem. In dit voorstel zou men initieel de inlusing (nodig voor de robuuste oplossing) in gelijkstroom (DC) niet realiseren, maar dit pas doen wanneer de technologie er klaar voor is. De technologie om dit te realiseren bestaat echter nog niet. Er is ook geen garantie dat de huidige technologie die voor deze nieuwe DC-backbone gebruikt zou worden, op een later moment daadwerkelijk gebruikt kan worden om de Stevin-lijn effectief in te lussen en de nodige robuustheid te realiseren. Behalve de onzekerheid over de robuustheid houdt dit ook een reëel investeringsrisico in dat kan leiden tot een *'sunk investment'*.

Vanuit technisch perspectief kan geconcludeerd worden dat het Ventilus-project (bovengrondse hoogspanningslijn van 2 x 3 GW met gedeeltelijke ondergrondse aanleg van 8 km tot maximaal 12 km) momenteel de enige oplossing is om op een robuuste en toekomstgerichte wijze de noodzakelijke stappen in de energietransitie te realiseren tegen 2030.

6.3.5 BIJKOMEND ONDERZOEK N.A.V. FEDERALE AMBITIES WINDENERGIE

In oktober en november 2021 deelde de federale overheid de ambitie mee om de **capaciteit** van de nieuwe offshorewindzone te vermeerderen van 2100 MW windenergie naar 3150 MW tot 3500 **MW, een energie-eiland te bouwen en een kabelverbinding met Denemarken te bouwen (het zogenaamde Triton-project)**. Dit leidde enerzijds tot onrust bij de burgerplatforms omdat het onduidelijk is of hiermee **extra capaciteit op Ventilus nodig zal zijn, of het elektriciteitsnet in de toekomst verder versterkt moet worden met een tweede hoogspanningslijn enzovoort. Anderzijds stelden zij de vraag of deze nieuwe ontwikkelingen een 'game changer' zijn ten voordele van een ondergronds alternatief voor Ventilus.**

Prof. Van Hertem onderzocht welke impact alle federale plannen hebben op het project Ventilus.

6.3.5.1. INVLOED VAN DE CAPACITEITSUITBREIDING OP ZEE OP VENTILUS

2100 MW wordt rechtstreeks verbonden op het elektriciteitsnet en de extra 1400 MW windenergie wordt in deze nieuwe plannen via de geplande Nautilus-interconnectie (HVDC) geconnecteerd. Deze extra windcapaciteit kan integraal opgenomen worden door de al geplande hoogspanningsverbinding op gelijkstroom (HVDC-verbinding). Hiervoor zal geen bijkomende netversterking op het land nodig zijn boven op de projecten die al gepland waren. Dit past binnen het netwerkontwikkelingsplan van Elia.

De hybride interconnector die tot voor kort buitenlandse offshore-energieproductie aansloot, wordt in deze nieuwe plannen aangewend voor de bijkomende Belgische windenergie. Dezelfde infrastructuur kan gebruikt worden voor interconnectie met het Verenigd Koninkrijk op die momenten dat er onvoldoende wind is om de windparken op zee op volle kracht te laten werken.

Dit betekent dat er is geen behoefte is aan een Ventilus 2 of bijkomende versterking van de geplande Ventilus-verbinding. De 2 x 3 GW die in het Ventilus-project voorzien is, blijft met deze verhoogde doelstellingen op zee voldoende, ze hoeft niet opgeschaald te worden en dus blijft het Ventilus-project hierdoor ongewijzigd.

6.3.5.2. INVLOED VAN HET ENERGIE-EILAND OP VENTILUS

De Federale overheid maakte tegelijk ook plannen bekend voor de bouw van een energie-eiland. Op dit energie-eiland zullen de onderstations voor de windparken en het offshore-HVDC-omvormerstation geïnstalleerd worden. Het biedt, eenmaal gebouwd, een aantal voordelen voor de bouw, uitbating en kosten van de offshore-installaties. Voor de alternatieve opties op gelijkstroom biedt het energie-eiland een aantal kansen in het voordeel van de gelijkstroomoptie: de omvormerstations hoeven niet langer op platforms geïnstalleerd te worden (goedkoper) en het is mogelijk om de verschillende windparken offshore te koppelen op het eiland, wat de betrouwbaarheid ten goede komt.

Het energie-eiland biedt echter geen oplossing voor de robuustheid van het netwerk (bij uitval van de Stevin-lijn), wijzigt ook in dat opzicht niets aan het Ventilus-project noch aan de beperkingen van alle ondergrondse alternatieven.

6.3.5.3. INTERCONNECTIE MET DENEMARKEN (TRITON LINK)

Naast een uitbreiding van de capaciteit van windenergie op de Noordzee en de bouw van het energie-eiland werd ook een haalbaarheidsstudie voor een nieuwe interconnectie met Denemarken aangekondigd, de zogenaamde Triton Link.

Hoewel dit project nog in de studiefase zit, zal de Triton Link wellicht als een directe verbinding naar het binnenland gebracht worden. Waarschijnlijk gebeurt de aansluiting in de regio Antwerpen en niet op het onderstation van Stevin of Ventilus. Wel wordt in de toekomst een koppeling op gelijkstroom mogelijk van de Triton-verbinding met de Nautilus-verbinding. Een dergelijke optie biedt de netbeheerder flexibiliteit in zijn uitbating, vooral bij langdurige uitval en onderhoud. **Dit heeft veeleer een beperkte invloed op de vermogenstroom door de Ventilus-verbinding in plaats van een verzwaring.**

De Triton-verbinding heeft, zoals ze nu voorligt, geen invloed op het Ventilus-project.

6.3.5.4. GEMIDDELDE JAARBELASTING VAN VENTILUS

Op vraag van de burgerplatforms berekende prof. Dirk Van Hertem ook of 30% een realistische waarde is voor het jaargemiddeld vermogen dat door het Ventilus-project zal stromen en welke invloed een capaciteitsverhoging op het jaargemiddeld magnetisch veld heeft.

De uitbreiding van de offshorewindzone en de bouw van het energie-eiland zullen hier maar een beperkte invloed op hebben, aangezien de energie afkomstig van de extra windparken door de al verrekende Nautilus-verbinding zal stromen. Het energie-eiland zal initieel voornamelijk een interessant knooppunt vormen voor de geplande transmissie-infrastructuur.

Op lange termijn kunnen er immers extra verbindingen gemaakt worden met dit eiland, of zou men de hernieuwbare energie kunnen omzetten in waterstof bij een overaanbod aan wind. De invloed van dergelijke ontwikkelingen kan de gemiddelde jaarbelasting beïnvloeden, ook al is het op dit ogenblik niet duidelijk in welke mate. Een transmissielijn met een jaargemiddelde belasting van 30% wordt in de praktijk (internationaal) als een zwaar belaste lijn beschouwd. Met deze waarde kan uitgerekend worden hoe breed de zone is waar een jaargemiddeld magnetisch veld van meer dan 0,4 microtesla optreedt. Deze breedte is afhankelijk van het pyloontype en varieert tussen maximaal 55 m aan weerszijden (bij nieuwe pylonen) en maximaal 90 m (bij bestaande pylonen die hergebruikt worden).

Samenvattende conclusie

Een ondergronds Ventilus-traject op gelijkstroom is technisch realiseerbaar, maar komt niet tegemoet aan een aantal essentiële plandoelstellingen (robuust en toekomstgericht). Het onderzoek heeft wel uitgewezen dat ondergrondse opties voor dergelijke elektriciteitsvolumes niet langer compleet ondenkbaar zijn, alleen niet binnen het beoogde tijdsperspectief. Daarom wordt verder onderzoek naar HVDC-technologie en ondergrondse verbindingen zeker aangeraden zodat de toepasbaarheid ervan bij toekomstige investeringen in het elektriciteitsnet verhoogt.

Vanuit technisch perspectief is het bovengrondse Ventilus-project op wisselstroom (bovengrondse hoogspanningslijn van 2 x 3 GW met gedeeltelijke ondergrondse aanleg van 8 km tot maximaal 12 km) momenteel de enige oplossing om op een robuuste en toekomstgerichte wijze de noodzakelijke stappen in de energietransitie te realiseren tegen 2030 en perspectief biedt voor de ontwikkelingen daarna.

De federale plannen voor een capaciteitsverhoging van de windenergie en de bouw van een energie-eiland hebben geen invloed op het Ventilus-project. Dit betekent dat er geen behoefte is aan een Ventilus 2 of aan bijkomende versterking van de geplande Ventilus-verbinding. De 2 x 3 GW die in het Ventilus voorzien is, blijft met deze verhoogde doelstellingen op zee voldoende en hoeft dus niet opgeschaald te worden.

Ook de geplande Triton-verbinding met Denemarken heeft, zoals ze nu voorligt, geen invloed op het Ventilus-project.

Het is niet aannemelijk dat de jaargemiddelde belasting van 30% op de Ventilus-lijn in de toekomst verzaamd wordt. De zone waar een jaargemiddeld magnetisch veld van meer dan 0,4 microtesla dan optreedt, hangt af van het pyloontype en varieert tussen maximaal 55 m aan weerszijden tot maximaal 90 m.

6.4 DEEL 3 - CONCLUSIES PROF. ADANG M.B.T. GEZONDHEIDSEFFECTEN VAN STRALING BIJ HOOGSPANNINGSLIJNEN

In de startnota van het GRUP Ventilus werd het probleem van straling bij hoogspanningslijnen met betrekking tot gezondheid benoemd. Het is de verdienste van de burgerplatforms dat ze het minder heldere en deels ontbrekende beleid met betrekking tot de mogelijke gezondheidseffecten van deze elektromagnetische velden, hoog op de agenda zetten, niet alleen voor Ventilus maar als een generiek probleem.

Alle vragen uit het verzoekschrift die hierop betrekking hebben, werden onderzocht door prof. dr. Dirk Adang, voorzitter van de permanente commissie niet-ioniserende elektromagnetische straling bij de Hoge Gezondheidsraad en professor aan de UHasselt. Hij concludeert op basis van wetenschappelijk onderzoek dat voor kortstondige intense blootstelling aan de magnetische velden de gezondheidskundige advieswaarde van 100 microtesla (μT) gehanteerd moet worden. Deze waarde mag met andere woorden nooit overschreden worden op publiek toegankelijke plaatsen, met uitzondering voor professionelen (waarvoor momenteel de norm 1000 μT bedraagt). Wetenschappelijk onderzoek bevestigt ook een statistisch verband tussen magnetische velden en een verhoogde kans op kinderleukemie.

Toepassing van het voorzorgsprincipe leidt tot de aanbeveling om kinderen jonger dan 15 jaar niet langdurig bloot te stellen aan een jaargemiddelde waarde van de magnetische fluxdichtheid van meer dan 0,4 μT . Uitgaande van annuele incidentiecijfers van het Kankerregister kunnen we stellen dat er in ons land gemiddeld jaarlijks ongeveer 93 kinderen leukemie (alle oorzaken) krijgen waarbij ongeveer één ervan het gevolg zou kunnen zijn van blootstelling aan de elektromagnetische velden van alle hoogspanningslijnen in België (5600 km)¹⁸. Dit moet in de voorwaardelijke wijze gesteld worden, omdat internationaal onderzoek tot nu toe alleen een statistisch en geen oorzakelijk verband kon aantonen en omdat het boven geciteerde cijfer van maximaal één extra geval per jaar een estimatie is bij gebrek aan precieze data met betrekking tot de Belgische situatie. Het werkelijke aantal gevallen ten gevolge van magnetische straling kan dus zowel hoger als lager liggen, maar wel in dezelfde grootteorde, rond de 1 en niet 2 of 3.

Op dit ogenblik is er geen wetenschappelijke consensus over andere gezondheidseffecten in relatie tot de magnetische velden van de hoogspanning, zoals hersentumoren, alzheimer, effecten op vruchtbaarheid, andere vormen van kanker, cardiovasculaire aandoeningen, neurodegeneratieve pathologieën enzovoort. De aanwijzingen voor een mogelijk verband in enkele van deze studies zijn zwak en onzeker, maar verdere aandacht en onderzoek zijn gerechtvaardigd. Er zijn evenmin chronische gezondheidseffecten aangetoond bij volwassenen die in de buurt van hoogspanningslijnen verblijven.

6.4.1 HUIDIG BELEID

Het huidig beleidskader is gebaseerd op een mededeling van 2012 aan de leden van de Vlaamse Regering over hoogspanningslijnen. Uitgangspunt was het overspannen van woningen en andere gebouwen waar mensen langdurig verblijven (langdurige blootstelling meer dan 0.4 μT) zoveel mogelijk te vermijden bij de aanleg van nieuwe hoogspanningslijnen. Dit is een kwestie van het toepassen van het voorzorgsprincipe, gebaseerd op het statistisch (geen oorzakelijk) verband met mogelijke gezondheidseffecten. Het voorzorgsprincipe impliceert onder meer ook proportionaliteit.

6.4.2 NORM IN VLAREM VOOR ACUTE BLOOTSTELLING

De pieken in de belasting van hoogspanningslijnen die ook leiden tot tijdelijk hogere waarden van het magnetische veld kunnen beperkt worden via een norm in Vlarem met een attestering voor de belasting die vermeld wordt in de vergunningsaanvraag. De norm in Vlarem moet gebaseerd worden op weten-

¹⁸ Precieze cijfers voor België/Vlaanderen bestaan niet. Het gaat om een indicatieve schatting op basis van buitenlandse gegevens, vandaar aanbeveling 5 (zie verder).

schappelijk onderzoek naar de acute effecten van magnetische velden (zie hoger 100 microtesla (μT)). Het Binnenmilieubesluit hanteert nu een interventiewaarde van 20 μT maar enkel voor bronnen in het binnenmilieu. Of deze waarde al dan niet als een additionele veiligheidsfactor kan toegepast worden in functie van semi-acute blootstelling aan bronnen uit het buitenmilieu dient verder uitgeklaard zodat de regelgeving eenduidiger en toepasbaarder wordt.

6.4.3 TOEPASSING VAN HET VOORZORGSPRINCIPE

Uitgangspunt van dit principe – eveneens gestoeld op internationaal wetenschappelijk onderzoek – is langdurige blootstelling aan meer dan 0,4 μT (jaargemiddeld) bij kinderen jonger dan 15 jaar zoveel mogelijk te vermijden. Daarom wordt aanbevolen om in de woonomgeving en specifiek ook voor scholen en kinderdagverblijven de blootstelling aan magnetische velden van hoogspanningslijnen te beperken tot 0,4 μT (jaargemiddeld). Bij de aanleg van nieuwe hoogspanningslijnen wordt het overspannen van woningen, scholen en kinderdagverblijven maximaal vermeden. Het bestaande aankoopbeleid van Elia wordt daartoe best ingezet in de volledige 0,4 μT -corridor. Voor bestaande hoogspanningslijnen die behouden en eventueel versterkt worden, moet een bindend beleidskader opgemaakt worden in de vorm van een afsprakenprotocol met Elia, een omzendbrief voor omgevingsambtenaren over de beoordeling van omgevingsvergunningaanvragen of een aangepaste mededeling van de Vlaamse Regering met geactualiseerde aanbevelingen met betrekking tot de streefwaarde van 0,4 μT . De ontwikkeling van een dergelijk beleidsinstrument voor chronische blootstelling heeft grote prioriteit.

6.4.4 METEN IS WETEN: MONITORING EN OPVOLGING

De berekening van de blootstelling vóór de indienstname van hoogspanningslijnen gebeurt (bv. in MER-dossiers) op basis van verwachte belasting van de hoogspanningslijn (afhankelijk van de hoeveelheid stroom die vervoerd wordt). Die berekening gebeurt door middel van een rekenmodel (departement Omgeving) dat de blootstelling in de omgeving kan berekenen.

Het opvolgen van de belasting en dus de blootstelling na indienstname kan niet uitsluitend met een rekenmodel, daarvoor moet er continu gemeten worden. Reële meetresultaten van belasting kunnen vervolgens in een model worden ingebracht. Hiervan kunnen ook studiebureaus en MER-deskundigen vervolgens gebruikmaken, wat de terechte kritiek op huidige werkwijzen kan verhelpen. Er is dus absoluut nood aan het ontwikkelen en installeren van een meetstelsel zodat een jaarlijkse en langdurige monitoring van de blootstelling en de belasting van hoogspanningslijnen mogelijk wordt. Momenteel is door het departement Omgeving een onderzoek gestart naar de mogelijkheden om sensoren te ontwikkelen om die continue meting en langdurige monitoring mogelijk te maken.

De verdere ontwikkeling en uitwerking van het monitorings- en opvolgingskader moet vervolgens ook gekoppeld worden aan een handhavingsluik dat de inhoud van de attesten voor belasting (via vergunningen) controleert en de reële belasting aan de hand van metingen kan aftoetsen aan de acute norm en aan de streefwaarde van **0,4 μT** . Ook de uitwerking van het meet-, monitorings- en handhavingsluik heeft grote prioriteit als belangrijk sluitstuk.

Het vergunnen van projecten zoals Ventilus zonder een duidelijk uitgewerkt en wettelijk vastgelegd monitorings- en handhavingsluik zal bij de bevolking op blijvend en hardnekkig verzet blijven stoten en dat brengt de vooruitgang van die projecten in gevaar. Daarom volgende aanbevelingen.

Aanbevelingen inzake gezondheid aan de Vlaamse Regering

1. Beide hogergenoemde waarden (100 μT voor kortstondige en 0,4 μT voor langdurige blootstelling) vastleggen in wetgeving, in uitvoeringsbesluiten en/of in bindende afsprakenkaders.

2. Deze blootstellingslimieten controleerbaar maken door een transparant, publiek raadpleegbaar en real-time meetsysteem te ontwikkelen en te installeren.
3. Aan monitoring en handhaving doen als onafhankelijke instantie.
4. Transparante en heldere communicatie en voorlichting naar de bevolking opzetten.
5. Onafhankelijk wetenschappelijk onderzoek initiëren en ondersteunen omtrent de relatie tussen gemeten waarden van de magnetische inductie binnen en buiten de 0,4 μ T-corridors en de incidentie van kinderleukemie.

Belangrijk voor de geloofwaardigheid is minstens aan de aanbevelingen (1) en (2) qua uitvoering een mijlpaal in de tijd te koppelen, zijnde bijvoorbeeld de definitieve goedkeuring van het gewestelijk RUP Ventilus of het afleveren van een omgevingsvergunning voor het Ventilus-project, om vervolgens op alle hoogspanningslijnen (met prioriteit voor Ventilus) meetgegevens te kunnen monitoren en handhaven.

6.5 DEEL 4 - CONCLUSIES AANGAANDE HET PROCES

6.5.1 KIEZEN UIT TWEE OPTIES: DOORSTART OF HERSTART

Het GRUP-proces Ventilus staat sinds de aanstelling van de intendant in mei 2021 'on hold'. Sinds de publieke raadpleging met betrekking tot de startnota (voorjaar 2019) beheerst de discussie omtrent de technologiekeuze het GRUP-proces. Een dubbelcheck technologie (zomer 2020) leidde niet tot een doorstart van het proces. In hun Verzoekschrift aan het Vlaams Parlement (oktober 2020) werd door de burgerplatforms naast de technologiekeuze ook het probleem van straling bij hoogspanningslijnen met betrekking tot gezondheid omschreven. De vraag die nu voorligt is de keuze om dit GRUP-proces opnieuw de activeren (de doorstart) of een nieuw proces op te starten waarin gekozen wordt voor ondergrondse verbindingen in gelijkstroom (de herstart).

Beide opties hebben zeer uiteenlopende consequenties op het vlak van:

- processtappen, instrumenten en procedures
- overleg en participatie.

DOORSTART	HERSTART
PROCESSTAPPEN, INSTRUMENTEN EN PROCEDURES	
<p>Bij de keuze om het 'on hold' gezette Ventilus-project, zijnde hoogspanningslijnen in wisselstroom die het elektriciteitsnet vervolledigen (in de vorm van het gewestelijk RUP Ventilus) te heractiveren, kunnen we spreken van een 'doorstartscenario'. Een doorstart waarbij tijdens de verdere RUP-procedure – naast het ontwerp van een voorkeurstracé – gewerkt wordt aan tal van milderende maatregelen verbonden met de MER en andere, bijkomende maatregelen.</p> <p>Het ontwerp van voorkeurstracé wordt vervat in een voorontwerp gewestelijk RUP (na scopingnota en geïntegreerde MER-procedure) dat een tracé voorstelt met de geringste impact op het milieu en op de gezondheid (het belangrijkste nadeel ten opzichte van een ondergronds project).</p> <p>Milderende maatregelen verbonden aan de MER en andere, bijkomende maatregelen hebben betrekking op landbouw, landschap, gezondheid, het aankoopbeleid van Elia en het ondergronds brengen van bestaande 150 kV-hoogspanningslijnen in de regio.</p> <p>Uit een quick-scan, die het team van de intendant uitvoerde, blijkt dat een zorgvuldig</p>	<p>Als ervoor gekozen wordt om de elektriciteit van de windparken op zee ondergronds in gelijkstroom te verbinden met het bestaande elektriciteitsnetwerk (en West-Vlaanderen bij wijze van spreken te beschouwen als de zee), spreken we van een 'herstartscenario'. Herstarten omdat deze keuze afwijkt van de plandoelstellingen van het huidige Ventilus-project in wisselstroom en dus niet voldoet aan de eisen van een robuust en futureproof elektriciteitsnetwerk, zoals die werden geformuleerd in de startnota van het GRUP Ventilus.</p> <p>Deze weg inslaan vergt een herziening van het Federaal Ontwikkelingsplan, annex strategische MER en bijhorende onderhandeling tussen de Vlaamse en de Federale Regering, een herziening van de timing en een volledig nieuw concept van netuitbouw, waarbij op een minder stringente wijze naar de bevoorradingszekerheid en de robuustheid van het elektriciteitsnet wordt gekeken. Dit vergt enkele jaren nieuw studiewerk en overleg tussen de Vlaamse en de Federale overheid onderling en met Elia, waarna opnieuw een GRUP- en/of andere procedures⁽¹⁾, hoogstwaarschijnlijk ook op andere</p>

<p>uitgekozen voorkeurstracé van de nieuwe hoogspanningslijn maar een 300-tal bijkomende woningen zou treffen die binnen de 0,4µT-zone vallen, zowel voor de nieuwe als voor de versterking van bestaande hoogspanningslijnen. Het staat vast dat het vastleggen van een voorkeurstracé (bij een voorlopige goedkeuring van het gewestelijk RUP) voor vele betrokkenen (ca. 10.000 gezinnen die nu in zoekzones wonen versus ca. 300) ook een verlossende boodschap zal zijn. Wat niet wegneemt dat met de bewoners die nu al wonen binnen die 0,4µT-zone ook op een transparante manier gecommuniceerd moet worden over de versterking van de bestaande hoogspanningslijnen en wat dit voor hen betekent.</p>	<p>plaatsen in Vlaanderen, opgestart moeten worden.</p> <p>Ook de keuze voor een herstart verlost uiteraard de ca. 10.000 gezinnen die door het huidige GRUP Ventilus getroffen zijn, maar stelt de overheden voor andere uitdagingen om de beoogde energietransitie te realiseren binnen het vooropgestelde tijdsperspectief. Kabels ondergronds door West-Vlaanderen trekken betekent dat het versterken van het hoogspanningsnetwerk op een andere wijze en op andere plaatsen in Vlaanderen zal moeten gebeuren. Hoeveel gezinnen daardoor in de toekomst binnen de 0,4µT-zone zullen komen te liggen is nu niet berekenbaar omdat een dergelijk project momenteel niet bestaat. Wel weten we dat hoe groter de bebouingsdichtheid hoe meer bewoners hierdoor getroffen zullen worden.</p>
--	--

DOORSTART	HERSTART
OVERLEG EN PARTICIPATIE	
<p>Uit het doorlopen traject van de intendant de voorbije 9 (6+3) maanden blijkt duidelijk dat een gewestelijke RUP-procedure, zoals Ventilus, een intensieve dialoog met stakeholders vergt. Participatie moet meer zijn dan wat de decretale regels voorschrijven. Informatiemomenten voor het ruime publiek zijn goed en noodzakelijk maar onvoldoende. Er moet een format gezocht worden waarbinnen de dialoog die de intendant opbouwde met de drie stakeholdergroepen (de burgerplatforms, het middenveld en de burgemeesters/gouverneur) wordt voortgezet. De inhoud van de scopingnota, van het voorontwerp RUP en van bijhorende milderende maatregelen uit het MER, en andere, bijkomende maatregelen moeten sturend zijn in de architectuur van het toekomstige participatieproces. Sommige items hebben betrekking op het volledige voorkeurstracé, andere kunnen zeer gebiedsgericht en lokaal van aard zijn, sommige kunnen betrekking hebben op het gebouwde gebied, andere op de open ruimte waarin telkens andere aspecten aan de orde zijn enzovoort.</p> <p>Transparantie in de onderzoeksresultaten die bijdragen om tot een voorkeurstracé te komen</p>	<p>Bij herstart gelden uiteraard ook draagvlakvorming en een participatieve aanpak.</p> <p>De principes opgenomen onder het doorstartscenario zijn uiteraard ook hier van toepassing. De scope en de gebiedsimpact van dat nieuwe project zullen echter hoogstwaarschijnlijk anders zijn en wellicht een grotere regio omvatten.</p> <p>Tot een gedeelde projectdefinitie komen is ook in een herstartscenario van groot belang. Daarmee moet dit proces starten.</p> <p>Qua draagvlakvorming en geloofwaardigheid komt een herstartscenario meer tegemoet aan de verwachtingen van de burgerplatforms en van sommige burgemeesters, die geen geloof hebben in het huidige proces en geen heil zien in nieuwe hoogspanningslijnen. Onzekerheid over het resultaat van een herstartscenario blijft uiteraard bestaan, maar weegt voor hen niet op tegen de impact van het Ventilusproject in wisselstroom.</p>

met bijhorende milderende maatregelen uit de MER en andere, bijkomende maatregelen is een absolute must. Tijdens de werkzaamheden van de intendant werd al aangekondigd dat gecommuniceerd zou worden omtrent de nota klankbordgroep gezondheid en aanbevelingen uit het landbouwonderzoek. Maar uiteraard zijn er nog andere aspecten die besproken moeten worden, zoals bijvoorbeeld de resultaten van het milieuonderzoek.

Dit geheel van participatiewerkzaamheden vraagt naast de projectleider van dit gewestelijk RUP (departement Omgeving) om een tweede persoon die als een onafhankelijk aanspreekpunt kan functioneren voor alle stakeholders en voor de niet-georganiseerde burgers. Zeker in de aanloop naar een volgend decretaal gepland publieksmoment, namelijk het openbaar onderzoek na de voorlopige goedkeuring van het GRUP, ligt er een opgave om de bevolking op een correcte en begrijpelijke manier te informeren.

De openheid en transparantie van de dialoog die de intendant voerde met de stakeholders, verhoogden het inzicht in de materie en het wederzijdse begrip voor verschillende standpunten.

Deze nieuwe dynamiek mag -ondanks moeilijkheden en frustraties- bij een doorstart van Ventilus niet verloren gaan.

Een stevig en toegankelijk procesmanagement kan het proces zeker ten goede komen.

Het kan onder meer gaan om volgende aandachtspunten:

- Inhoud van het proces/project en communicatie gaan hand in hand

Inhoudelijk procesverloop uittekenen (en bewaken) en kansen voor communicatie en participatie hier proactief op enten (procesplanning // communicatieplanning).

- Maximale transparantie

Activeren van de website Ventilus.be waarop steeds de meest recentste informatie gepubliceerd wordt (procesvoortgang, onderzoeksresultaten, presentaties en verslagen), een digitale nieuwsbrief, bevattelijke berichten die gemakkelijk kunnen overgenomen worden in de kanalen van gemeenten en betrokken organisaties...

<ul style="list-style-type: none"> - <u>Vast aanspreekpunt</u> De betrokken actoren, bezorgde burgers, pers, ... kunnen met al hun vragen terecht bij één vast en onafhankelijk aanspreekpunt dat erover waakt dat vragen binnen een redelijke termijn beantwoord worden en dat de eenvormigheid / consistentie bewaakt. - <u>Open dialoog</u> Opzetten van een systeem voor structureel overleg met burgerplatforms, lokale besturen en middenveldorganisaties, al dan niet opgesplitst en gemengd in thematische of gebiedsgerichte werkgroepen, om de dialoog met alle actoren en experts open te houden, vragen en bezorgdheden tijdig te capteren en te beantwoorden. - <u>Vinger aan de pols</u> Permanente monitoring (via pers- en web-screening, netwerking) van wat leeft bij de betrokken actoren en de ruime bevolking en meteen actie ondernemen indien nodig (bv. via bilateraal overleg of informatiesessies). <p>Projectleider van het departement Omgeving en procesmanager sturen Ventilus idealiter als duo aan. De RUP-procedure omvat naast de publieke consultatie over de start- en procesnota een tweede officieel inspraakmoment. Dat heeft betrekking op het ontwerp-RUP en het ontwerp van de effectenbeoordelingsrapporten.</p>	
--	--

(1) Bedenking betreffende het inzetbare instrumentarium.

Een alternatief voor een geïntegreerd planningsproces gewestelijk RUP annex plan-MER is de procedure Complexe Projecten. Deze procedure biedt enkele voordelen voornamelijk wat betreft de procedureel voorziene betrokkenheid van stakeholders in een cocreatietraject, maar ook nadelen door de complexiteit en de stroefheid van de procedure en het tijdrovende karakter ervan. Geen van beide, noch het GRUP noch de Complexe Projecten, voldoet voor de aanpak van grootschalige infrastructuurprojecten zoals Ventilus. Dit heeft te maken met het schizofrene karakter van deze instrumenten. In eenzelfde instrument worden doelstellingen van strategische planning en doelstellingen van institutionele planning samengebracht. Uiteraard is er behoefte aan institutionele, generieke en juridische kaders zoals een ruimtelijk uitvoeringsplan, bijvoorbeeld voor de vergunningverlening. De strategische planningscomponent gericht op innovatie, transformatie enzovoort, beginnende met de opmaak van een gedeelde projectdefinitie, een alternatievenonderzoek, het milieueffectenonderzoek enzovoort wordt beter uit deze RUP-procedure gehaald en ondergebracht in een meer informeel en participatief voortraject.

Of het instrument RUP het meest geschikte instrument is, is een vraag die we ons op dat ogenblik zeker moeten stellen. In een nieuwe benadering zou een RUP pas opgestart moeten worden wanneer er via een cocreatief proces een gedragen project op tafel ligt waarvoor vanwege vergunnings- en rechtszekerheidsaspecten de opmaak van een RUP noodzakelijk is. Ook de procedure Complexe Projecten zou op deze wijze vereenvoudigd kunnen worden. Uiteraard vergt deze meer proactieve

benadering een aanpassing van het decreet ruimtelijke ordening. Voor de realisatie van vele projecten die nu verzanden in procedurele discussies, ongenoegen en tegenstand enzovoort, is dit echter fundamenteel. Onderzoek naar het verbeteren van zowel de huidige RUP-procedure met geïntegreerd milieueffectenonderzoek als de procedure Complexe Projecten is daarom aan de orde.

6.5.2 EEN DOORSTARTSCENARIO MET GEZONDHEIDSMATREGELEN

Het is de verdienste van de burgerplatforms dat ze het minder heldere en deels ontbrekende beleid met betrekking tot de mogelijke gezondheidseffecten van deze elektromagnetische velden, hoog op de agenda gezet hebben, niet alleen voor Ventilul maar als een generiek probleem.

De geformuleerde aanbevelingen betreffende gezondheid (zie punt 3) hebben ook een generieke werking. Daar zou **een gebiedsgerichte dimensie** aan toegevoegd kunnen worden. Het betreft een aantal andere, bijkomende maatregelen.

1. Ondergronds brengen van bestaande hoogspanningslijnen: aan de beslissing van de Vlaamse Regering van een doorstart wordt een opdracht voor Elia gekoppeld om een plan van aanpak uit te werken waarbij minstens dubbel zoveel woningen (dus volgens de huidige inschatting minstens 600 gezinnen) verlost worden van het stralingsrisico door het ondergronds brengen van bestaande 150 kV-hoogspanningslijnen in de regio. Welke lijnen dat concreet kunnen zijn is nu moeilijk te bepalen, maar diverse trajecten komen potentieel in beeld. De aanwezigheid van scholen en kinderdagverblijven onder die bestaande 70 kV- en 150 kV-lijnen vormt bij de keuze voor het ondergronds brengen een belangrijk criterium.

Figuur 15 Bestaande hoogspanningslijnen in West-Vlaanderen



2. De bijkomende impact voor die zones waar Ventilul wel komt, moet uiteraard ook maximaal gereduceerd worden en dat kan onder andere door inzet van de best beschikbare technieken:
 - de nieuwe lijn verstandig in te planten, zodat de impact minimaal is

- gebruik van compacte masten om EMF te beperken op de delen van de nieuwe lijn (of/en bij de upgrade van 150 kV-masten naar 380 kV-masten)
- transpositie van lijnen om het bijkomende EMF-effect dat er kan zijn bij de vervanging van de geleiders op de bestaande masten, maximaal te beperken tot een verkleining of minimale uitbreiding in vergelijking met vandaag.

3. Het bestaande aankoopbeleid van Elia vraagt specifiek voor Ventilus een upgrade:

- de toepasbaarheid dient bij nieuwe hoogspanningslijnen verruimd tot de 0,4 μ T-corridor
- naast de financiële vergoedingen hebben bewoners die hun woonst en/of hun bedrijvigheid wensen te herlokaliseren behoefte aan begeleiding en ondersteuning.

4. Informatieplicht van de notarissen:

Om te voorkomen dat mensen die een woning kopen die gelegen is binnen een 0,4 μ T-corridor pas achteraf en dus te laat geïnformeerd worden over de gezondheidsrisico's voor kinderen jonger dan 15 jaar, zou deze informatie - naast stedenbouwkundige en andere inlichtingen - best opgenomen worden in de aankoopakte. Dit vergt uiteraard de opmaak van een geografisch informatiesysteem waarop de ligging van deze onroerende goederen eenvoudig af te lezen valt.

6.5.3 NOOD AAN EEN LANGE TERMIJNVISIE

Het Ventilus-proces heeft overduidelijk gemaakt dat er een grote nood bestaat aan een maatschappelijk debat over de ruimtelijke effecten van de beoogde energietransitie in het algemeen en meer specifiek over welke infrastructuur daarvoor waar in de toekomst nodig zal zijn. De behoefte aan een langeretermijnvisie omtrent het verbeteren van bestaande infrastructuur en het inzetten op de meest innovatieve technologie voor nieuwe infrastructuur in de toekomst, is bij de geïnteresseerde burger, bij middenveldorganisaties en bij lokale besturen zeer groot. Deze informatie – met input van de Federale overheid en van Elia – en bijhorende burgerdialoog kunnen voeding geven aan een nieuw Vlaams beleidskader, als onderdeel van het in opmaak zijnde Beleidsplan Ruimte Vlaanderen, dat een aantal bepalingen uit het Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen actualiseert.

6.5.4 SLOTBESCHOUWING

Hoewel alle openstaande vragen uit het Verzoekschrift van de burgerplatforms, uit de inventarisatiefase van de bemiddelingsopdracht en uit Federaal aangekondigde energieprojecten op een ernstige manier onderzocht en beantwoord werden en hierover intensief overlegd is met alle betrokken stakeholders, konden een aantal bezorgdheden van de actoren niet weggenomen worden.

Op de vraag of de bemiddelingsopdracht van de intendant het draagvlak voor het Ventilus-project (GRUP) vergroot heeft, is het antwoord zeker niet positief. De burgerplatforms blijven principieel strijden voor ondergrondse kabels in West-Vlaanderen (en dus geen bijkomende hoogspanningslijnen), een aantal burgemeesters sloten zich hier uitdrukkelijk bij aan. Middenveldorganisaties kijken meer vanuit een realistisch perspectief naar oplossingen met de minste impact op hun werkveld. Bezorgdheid over gezondheidsrisico's en het gebrek aan een wetgevend kader is er bij iedereen. Op dat vlak heeft het onderzoek geleid tot meer inzicht en kunnen er belangrijke stappen vooruit worden gezet. Beide thema's, technologie en gezondheid, zijn besproken op een zeker abstractieniveau en niet gebiedsspecifiek op het project Ventilus.

Een grote groep mensen die minder in beeld komen doch sporadisch berichten stuurden naar de website van de intendant zijn de individuele bezorgde burgers. Zij uiten in hun berichten diverse emoties van ongenoegen, onbegrip, onmacht en vooral onrust en onzekerheid over de toekomst, over hun gezondheid en

zo meer. Ook zij klagen het gebrek aan transparantie aan, het gebrek aan duidelijke regelgeving enzovoort. Ter illustratie een paar berichten van ongeruste burgers.

BERICHT 1

Beste intendant,

Ik lees overal informatie die jullie opzoeken over mogelijke voorkeustraces. Maar de nieuwe verbinding die over Zeldegem loopt tot Torhout heeft geen enkel alternatief. Geen enkele bekende reden waarom dit hier gekozen is. Behalve dat er overal wel alternatieve routes zijn aan de kust en rond Roeselare. Het is alsof er net bij ons geen inspiratie was en er met een meetlat een lijntje getrokken is tussen 2 dorpskernen in. Ondertussen komen er nieuwe huizen. Er kan geen enkele mogelijkheid zijn dat er voldoende afstand is tot bepaalde woningen.

Wat voor jullie een opdracht is, is voor ons dagelijkse horror. Ons huis durven we niet inrichten, onze tuin niet aanleggen, want wat is het nog waard als die hoogspanning langs ons huis loopt. Al 2 jaar onze dromen on hold. Nog nooit een dag werkloos geweest, gewerkt voor dit huis. Vrienden maken plannen, gaan vooruit. Wij staan stil. Al 2 jaar. Zonder geld voor dit huis mogen we verhuizen naar een sociale woning. Want dan valt deze investering als landelijke woning waarvan we dachten dat dit uniek was weg.

Ondertussen hoor je enkel nog reclame voor elektrische auto's. Je weet dat dit alles boven of langs je huis gaat lopen. België is niet zoals Frankrijk of Nederland met open vlakten. België is een land met lintbebouwing dat volledig volgebouwd is. Durf te denken in de toekomst. Er zal een grotere vraag zijn. Durf nu te investeren in menselijke alternatieven.

Na lang te wachten, weten dat onze dromen voor jullie enkel een lijntje zijn op de kaart wou ik dit even kwijt.

Mvg,

XXX

Hopelijk een minder anoniem gezicht onder de hoogspanning.

BERICHT 2

Beste intendant,

Ik zal mijzelf even voorstellen. Ik ben xxx, mama van een zoontje van bijna 3 jaar oud ondertussen. Wij wonen in het landelijke Lichtervelde, tussen de velden maar ook vlak bij alles door de aanwezigheid van het op- en afrittencomplex van de E403. Een plaats die voor mij als zakenvrouw ideaal is, want mijn klanten komen van heel West- en zelfs Oost-Vlaanderen, juist door het gemakkelijk bereikbaar zijn. Maar anderzijds ook midden in de velden en vlak bij verschillende bossen, om uitgebreid van de natuur te genieten.

Een plaats waarvan ik dacht dat mijn zoontje gelukkig en onbezorgd kan opgroeien. U leest het goed, dacht... Want ik was amper thuis met hem na een intensieve periode op de neonatologie, toen we plots hoorden dat al onze toekomstplannen en -dromen er wel eens heel anders konden gaan uitzien. Langs de E403, de plaats waar wij wonen dus, willen ze namelijk een nieuwe hoogspanningslijn gaan plaatsen. Een hoogspanningslijn, genaamd Ventilus, die de groene energie van aan de kust richting Avelgem moet verbinden. Dat dit transport er moet komen, daar heb ik uiteraard geen enkel probleem mee. U hoort me al komen, er is echter wel een maar... Zo een hoogspanningslijn, en in dit geval een hoogspanningslijn die de stroom kan vervoeren die alle Belgische kerncentrales samen produceren, is in België tot op heden ongezien. Wat mij heel erg verontrust als moeder, is dat hoogspanningslijnen werken op wiselstroom. Deze manier van transport veroorzaakt een magnetisch veld. En we weten van magnetische velden, dat die stralingen met zich mee brengen en dat kinderen in hun groeifase die leven onder een hoogspanningslijn een significant grote risico hebben voor het ontwikkelen van kinderleukemie.

U kan zich best voorstellen, als moeder zijnde, wat dit nieuws voor ons teweeg bracht. In de plaats van te genieten van mijn moederschapsrust, kregen wij dit nieuws op ons bord en zijn wij meermaals gaan luisteren naar de infomarkten van Ventilus. Eerlijk, ik heb nachten niet geslapen van al hetgeen ik daar las of hoorde. Van al deze borden vol informatie, stond er slechts op 1 bordje, 1 klein paraafje over deze kinderleukemie. Als je er meer over vroeg, werd het halvelings weggelachen (door Elia-medewerkers) met de woorden dat het een kanker is die ook te genezen is. En dat er gemiddeld genomen maar 2 kinderen extra per jaar deze diagnose zullen krijgen bij het zetten van een hoogspanningslijn.

Beste, ik hoop dat u zich even in mijn plaats wilt zetten. Zou u nog gerust kunnen slapen, wetende dat u uw kind bloot zal stellen aan stralingen die voor hem tot leukemie kunnen leiden? Wetende dat de stralingen die tot op van-

daag onderzocht zijn, gaan over 0,4 microtesla als (jaar)gemiddelde, en dat het Ventilushet project een straling kan te weegbrengen die 10 keer zo hoog ligt? De dag dat ze een ouder zeggen dat uw kind kinderleukemie heeft, dan is dat een diagnose die de grond van onder je voeten wegveegt. Dat zal voor ons niet anders zijn, of er nu een Ventilushet project op wisselstroom komt of niet. Echter, als ze mij dat vandaag de dag zeggen, dan zal ik mijzelf en mijn kind nog altijd recht in de ogen kunnen kijken. Maar wat moet ik zeggen tegen mijn kind, de dag dat dokters ons de diagnose van kinderleukemie geven, en ik heb hem onder die hoogspanning laten leven?

Ik hoop dat u met dit schrijven beseft dat dit gaat over levens van hardwerkende en liefhebbende ouders, die het beste voor hebben voor hun kinderen. En die enkel en alleen hun kind gezond willen zien en houden.

Wilt u mij en mijn zoontje aub gerust stellen en ook zeggen en waarmaken dat u bent voor een gezond alternatief dan hetgeen vandaag de dag op tafel ligt? En zeggen dat hij en zijn gezondheid meer waard zijn dan de gemakkelijke oplossing, ook al is deze beter gekend en goedkoper?

*Daarnaast is het niet enkel het aspect als moeder zijnde. Ook als zakenvrouw houdt deze zaak mij al 3 jaar van mijn plannen. We waren volop in bespreking met onze architect, voor de bouw van een nieuwe praktijk. Een praktijk die 4 mensen werk geeft. Waar we nu echt veel te weinig plaats hebben om optimaal te kunnen werken. Maar die plannen liggen door Ventilushet al 3 jaar stil. Hoe lang kan ik dit nog volhouden? **Hoe lang blijven wij in deze onzekerheid?***

Met vriendelijke groet

xxx

Als team hebben we getracht om openstaande vragen te beantwoorden, nieuwe inzichten en nieuwe kennis over de materie te genereren, om op die wijze bij te dragen aan een weldoordachte besluitvorming door de Vlaamse Regering. Verder uitstel van beslissing zal het draagvlak zeker niet verhogen. Beslissen om het project volgens de ene of de andere optie voort te zetten zal in elk geval binnen afzienbare tijd veel onzekerheid bij heel wat mensen kunnen wegnemen. Het biedt – in het geval gekozen wordt voor een doorstart van het GRUP Ventilushet – ook de mogelijkheid om een aantal discussiepunten te concretiseren en te milderen op het terrein. De koppeling van de keuze voor een doorstart aan een aantal maatregelen inzake gezondheid is essentieel. Zo kan de Vlaamse Regering ook bij deze moeilijke keuze voor die optie excelleren in voorzienigheid.

7 BIJLAGEN

7.1 APPENDICES M.B.T. HET ONDERZOEK TECHNOLOGIE DOOR PROF. DIRK VAN HERTEM

7.1.1 APPENDIX 1 - ALTERNATIEVE OPTIES VOOR VENTILUS

1 APPENDIX 1 - ALTERNATIEVE OPTIES VOOR VENTILUS

Deze appendix behandelt de analyse van de verschillende alternatieve opties voor de Ventilus verbinding. Deze appendix bevat eerst een omschrijving van de gebruikte methodiek, waarna de verschillende deeloptyes gepresenteerd worden. Deze deeloptyes worden dan samengebracht in alternatieven die geëvalueerd worden.

Voor alle onderzochte opties is verondersteld dat de Boucle du Hainaut verbinding gerealiseerd wordt (ongeacht de technologiekeuze die voor die verbinding gekozen wordt).

1.1 METHODOLOGIE

De door Elia voorgestelde optie is een enkele verbinding tussen de Stevin post en Avelgem / Izegem in AC technologie, waarbij twee circuits van 3 GW bovengronds geplaatst worden. Een beperkte afstand kan met kabelverbindingen ondergronds gebeuren (8-12 km).

Tijdens de technologiestudie werden alle alternatieven die een directe vervanging van deze optie betekenen als niet mogelijk beschouwd. Er zijn geen argumenten om deze conclusie te veranderen. In wat volgt zijn analyses van alternatieven waarbij de doelstellingen achter de Ventilus verbinding op een andere manier ingevuld werden.

1.1.1 ALTERNATIEF INDIVIDUELE CONNECTIES

De mogelijke alternatieven die initieel onderzocht gaan uit van het principe dat de oplossing niet bestaat uit een enkele versterking van het West Vlaamse hoogspanningsnetwerk op 400 kV, maar bestaan uit verschillende deeloplossingen, die gezamenlijk de plandoelstellingen trachten te realiseren.

Hierbij wordt er specifiek gekeken naar de integratie van offshore wind, de nieuwe verbinding met het Verenigd Koninkrijk (Nautilus) en de versterking van het West Vlaamse netwerk. Voor elk van deze aspecten, bestaan er verschillende mogelijke deeloplossingen.

De verschillende deeloplossingen werden elk geëvalueerd op verschillende technische aspecten, onder meer op basis van:

- Technisch realiseerbaar en realistisch
 - Injecties mogelijk
 - Concept mogelijk
 - Praktisch realiseerbaar
 - Andere system upgrades nodig
- Betrouwbaarheid
 - Van de specifieke deeloplossing (component)
 - Systeem effecten
- Elektromagnetische Velden
- Implementatie
 - Corridor
 - Onderstation
 - Tijds kader

Verschillende deeloplossingen kunnen dan gecombineerd worden in een alternatieve optie die onderzocht wordt op de geschiktheid als vervanging van Ventilus. Deze totaaloplossing werd dan geëvalueerd op de volgende aspecten:

- Hoe robuust en toekomstgericht is de oplossing
- Voldoet het/draagt het bij aan de plandoelstellingen
- Samenvattende evaluatie

1.1.2 ALTERNATIEF PREPARE FOR FUTURE

In het prepare for future alternatief wordt er gekeken naar het toekomstige transmissienetwerk van 2050 waar verwacht wordt dat we met een HVDC vermaasd netwerk aan hoge capaciteit kunnen werken. Alhoewel deze technologie vandaag nog in ontwikkeling is, is de verwachting dat deze zich voldoende ontwikkelt om tussen 2030 en 2040 de eerste HVDC netwerken te vormen.

Het prepare for future alternatief bestaat uit de volgende aanpak:

- Identificeer een oplossing die én ondergronds is, én voldoende transmissiecapaciteit realiseert, én gebruik maakt van HVDC en die realiseerbaar is in de toekomst (tegen 2050)
- Identificeer welke onderdelen van deze oplossing vandaag gerealiseerd kunnen worden
- Stel een stappenplan op om deze te realiseren
- Aanvaard de tijdelijke tekortkomingen
- Upgrade het systeem naargelang de technologie zich ontwikkeld

De Prepare for future alternatieven worden afzonderlijk besproken.

1.2 TECHNISCHE ANALYSE

In deze sectie worden de verschillende mogelijke alternatieven beoordeeld. Het is belangrijk op te merken dat veel van deze aspecten afhankelijk zijn van de implementatie.

De gegevens die hiervoor gebruikt worden zijn indicatief. Door gebruik te maken van doorgedreven engineering (en aan een kost) kunnen veel aspecten beïnvloed worden. Een voorbeeld hiervan is de oppervlakte van een HVDC omvormerstation: het NEMO HVDC onderstation heeft een oppervlakte van verschillende hectares (voor 1 GW). De grootte van de toekomstige onderstations is, in een zekere mate beïnvloedbaar. Men kan compacter bouwen, of ervoor kiezen in de hoogte te bouwen. Wanneer men verschillende omvormers op dezelfde site plaatst zijn er ook mogelijke ruimtebesparingen mogelijk. Anderzijds kunnen de voorwaarden voor de bouw ook zeer plaats afhankelijk zijn, wat op zijn beurt resulteert in of extra kosten, of extra ruimte. Een onzekerheid van +/- 20-30 % is, in dit stadium van de ontwikkelingen, zeker realistisch.

1.2.1 DEELOPLOSSINGEN DIRECTE VERBINDINGEN

1.2.1.1 CONNECTIE OFFSHORE WIND

1. CONNECTIE OFFSHORE WIND NAAR AVELGEM MET AC	
Beschrijving	2100 MW offshore wind van nieuwe concessie wordt niet langer verbonden vlak bij de kust, maar de AC kabels (220 kV, 6 x 350 MW) worden doorgetrokken naar Avelgem (of Izegem). Dit vereist regelmatige compensatie, en een nieuw traject

		Discussie	Evaluatie
Technisch realiseerbaar en realistisch	Injecties mogelijk	Ja, mits BdH	Niet aan te raden (onrealistische optie)
	Concept	Zeer lange kabel verbinding. 6 parallelle circuits. Compensatie is nodig. Complexe spanningshuishouding. Harmonische/resonantie analyse nodig	
	Praktische implementatie	6 circuits, reactieve compensatie; Spanningshuishouding, ruimte nodig in aansluitpunt; veel mofputten (of moeilijk traject door schelde); brede corridor; Veel extra hoogspanningsvelden nodig in Avelgem (transformator +schakelaars)	
	Andere systeemupgrades nodig	Reactief vermogenhuishouding in Avelgem moet onderzocht worden	
Betrouwbaarheid	Verbinding	Veel lange kabels heeft negatief effect op betrouwbaarheid offshore wind levering	Lagere betrouwbaarheid
	Systeem	Systeem effect afhankelijk van risico op resonanties en spanningsregeling.	
Elektromagnetische velden		AC kabel corridor + ruimte rond de kabel (brede corridor, of verschillende corridors)	Significant
Implementatie	Corridor	6 kabel trajecten (zelfde corridor?) kan een significante impact hebben op	Significante moeilijkheden
	Onderstation	Vrij groot aantal extra velden	
	Tijds kader	Ok	
Eindevaluatie	Niet weerhouden als deeloplossing		

2. CONNECTIE OFFSHORE WIND NAAR AVELGEM MET HVDC

Beschrijving	2100 MW offshore wind van nieuwe concessie wordt niet langer verbonden vlak bij de kust, maar door middel van een HVDC verbinding (of twee van 1050 MW) wordt MOG II of het energie-eiland verbonden met Avelgem (of Izegem).		
		Discussie	Evaluatie
Technisch realiseerbaar en realistisch	Injecties mogelijk	Ja, mits BdH	Mogelijk mits enkele aanpassingen offshore
	Concept	Kan, huidige technologie.	
	Praktische implementatie	1 of 2 HVDC verbindingen, onshore traject te bepalen.	

		Niet compatibel met huidige visie MOG II of Energie Eiland (geen ruimte voorzien voor offshore convertoren)	
	Andere systeemupgrades nodig	/	
Betrouwbaarheid	Verbinding	Lange HVDC kabels heeft negatief effect op betrouwbaarheid offshore wind levering HVDC technologie is minder beschikbaar dan AC technologie	Lagere betrouwbaarheid
	Systeem	Neutraal	
Elektromagnetische velden		Geen AC veld	geen
Implementatie	Corridor	DC Corridor met 4-tal kabels. Smaller dan AC kabel corridor	Tijd is een issue. Ruimte in aanlandingspunt ook
	Onderstation	Converterstation van verschillende hectare (x2) extra in Avelgem	
	Tijds kader	2027-2030 is niet realistisch (DC duurt langer + nieuw proces)	
Eindevaluatie	Mogelijke deeloplossing		

3. CONNECTIE OFFSHORE WIND NAAR REGIO ANTWERPEN MET AC			
Beschrijving	2100 MW offshore wind wordt niet langer verbonden vlak bij de kust, maar de AC kabels (220 kV, 6 x 350 MW) worden doorgetrokken naar de regio Antwerpen (Doel of Mercator). Dit vereist regelmatige compensatie, en een nieuw traject		
		Discussie	Evaluatie
Technisch realiseerbaar en realistisch	Injecties mogelijk	Ja	Niet aan te raden (onrealistische optie)
	Concept	Zeer lange kabel verbinding. 6 parallelle circuits. Compensatie is nodig. Complexe spanningshuishouding. Harmonische/resonantie analyse nodig	Niet aan te raden (onrealistische optie)
	Praktische implementatie	6 circuits, reactieve compensatie; Spanningshuishouding, ruimte nodig in aansluitpunt; veel mofputten (of moeilijk traject door schelde); brede corridor; Veel extra	

		hoogspanningsvelden nodig in onderstation (transformator +schakelaars)	
	Andere systeemupgrades nodig	Reactief vermogenhuishouding in Avelgem moet onderzocht worden	
Betrouwbaarheid	Verbinding	Veel lange kabels heeft negatief effect op betrouwbaarheid offshore wind levering HVDC technologie is minder beschikbaar dan AC technologie	Lagere betrouwbaarheid
	Systeem	Neutraal	
Elektromagnetische velden		AC kabel corridor + ruimte rond de kabel (brede corridor, of verschillende corridors) Verschuiving lasten	Significant
Implementatie	Corridor	Ofwel verschillende zeer lange kabel verbindingen (@220 kV) over land, ofwel door de schelde (@220 kV)	Significante moeilijkheden
	Onderstation	Vrij groot aantal extra velden	
	Tijds kader	Ok	
Eindevaluatie	Niet weerhouden als deeloplossing		

4. CONNECTIE OFFSHORE WIND NAAR REGIO ANTWERPEN MET HVDC			
Beschrijving	2100 MW offshore wind van nieuwe concessie wordt niet langer verbonden vlak bij de kust, maar door middel van een HVDC verbinding (of twee van 1050 MW) wordt MOG II of het energie-eiland verbonden met de regio Antwerpen (Doel of Mercator)		
		Discussie	Evaluatie
Technisch realiseerbaar en realistisch	Injecties mogelijk	Ja, mits BdH	Mogelijk mits enkele aanpassingen offshore
	Concept	Kan, huidige technologie.	
	Praktische implementatie	1 of 2 HVDC verbindingen, onshore traject te bepalen. Niet compatibel met huidige visie MOG II of Energie Eiland (geen ruimte voorzien voor offshore convertoren)	
	Andere systeemupgrades nodig	Regio Antwerpen: hosting capaciteit zal daar beperkt worden.	
Betrouwbaarheid	Verbinding	Lange HVDC kabels heeft negatief effect op betrouwbaarheid offshore wind levering HVDC technologie is minder beschikbaar dan AC technologie	Lagere betrouwbaarheid

	Systeem	Neutraal	
Elektromagnetische velden		Geen AC veld bij DC lijn	geen
Implementatie	Corridor	DC Corridor met 4-tal kabels. Smaller dan AC kabel corridor	Tijd is een issue. Ruimte in aanlandingspunt ook
	Onderstation	Converterstation van verschillende hectare (x2) extra in regio Antwerpen	
	Tijds kader	2027-2030 is niet realistisch (DC duurt langer + nieuw proces)	
Eindevaluatie	Mogelijke deeloplossing		

5. CONNECTIE OFFSHORE WIND DIEPER NAAR HET BINNENLAND (COURCELLES, GRAMME) MET HVDC			
Beschrijving	2100 MW offshore wind wordt verbonden door middel van een HVDC verbinding (of mogelijk twee). Hierbij wordt er een onderstation in het binnenland gezocht dat voldoende sterk is om de vermogenstromen te absorberen. Twee mogelijkheden zijn Courcelles en Gramme		
		Discussie	Evaluatie
Technisch realiseerbaar en realistisch	Injecties mogelijk	Ja	Mogelijk mits enkele aanpassingen offshore
	Concept	Kan, huidige technologie.	
	Praktische implementatie	1 of 2 HVDC verbindingen, onshore traject te bepalen. Niet compatibel met huidige visie MOG II of Energie Eiland (geen ruimte voorzien voor offshore convertoren)	
	Andere systeemupgrades nodig	Mogelijk lokale upgrades nodig	
Betrouwbaarheid	Verbinding	Lange HVDC kabels heeft negatief effect op betrouwbaarheid offshore wind levering HVDC technologie is minder beschikbaar dan AC technologie	Lagere betrouwbaarheid
	Systeem	Neutraal	
Elektromagnetische velden		Geen AC veld bij DC lijn Andere injecties gaan andere in andere power flows die op hun beurt extra velden kunnen creëren (onduidelijk effect)	Mogelijke Verschuiving van flows
Implementatie	Corridor	DC Corridor met 4-tal kabels. Smaller dan AC kabel corridor Zeer lange corridor, die voorbij goede aansluitingspunten gaat	Enkel zinvol als BdH niet gerealiseerd wordt

	Onderstation	Converterstation van verschillende hectare (x2) extra in onderstation	
	Tijds kader	2027 is niet realistisch (DC duurt langer + nieuw proces)	
Eindevaluatie	Niet weerhouden, tenzij BdH niet gerealiseerd wordt		

1.2.1.2 CONNECTIE NAUTILUS HVDC VERBINDING

6. CONNECTIE NAUTILUS HVDC NAAR AVELGEM			
Beschrijving	1400 MW HVDC verbinding wordt niet langer verbonden vlak bij de kust, maar met Avelgem (of Izegem).		
		Discussie	Evaluatie
Technisch realiseerbaar en realistisch	Injecties mogelijk	Ja, mits BdH	kan
	Concept	Kan, huidige technologie.	
	Praktische implementatie	1 HVDC verbinding, onshore traject te bepalen.	
	Andere systeemupgrades nodig	/	
Betrouwbaarheid	Verbinding	Lange HVDC kabels heeft negatief effect op betrouwbaarheid interconnector	iets lagere betrouwbaarheid
	Systeem	Neutraal	
Elektromagnetische velden		Geen AC veld	geen
Implementatie	Corridor	DC Corridor met 2 kabels. Smaller dan AC kabel corridor	Ruimte in Verschuiving aanlandingspunt
	Onderstation	Converterstation niet langer in de buurt van Stevin post maar nu in Avelgem (verschuiving)	
	Tijds kader	Mogelijk iets moeilijkere procedure, maar vergelijkbaar bestaande plannen	
Eindevaluatie	Mogelijke deeloplossing		

7. CONNECTIE OFFSHORE WIND NAAR REGIO ANTWERPEN MET HVDC			
Beschrijving	1400 MW HVDC verbinding wordt niet langer verbonden vlak bij de kust, maar met de regio Antwerpen (Doel of Mercator).		
		Discussie	Evaluatie
Technisch realiseerbaar en realistisch	Injecties mogelijk	Ja, mits BdH	kan
	Concept	Kan, huidige technologie.	
	Praktische implementatie	1 HVDC verbinding, onshore traject te bepalen.	
	Andere systeemupgrades nodig	/	

Betrouwbaarheid	Verbinding	Lange HVDC kabels heeft negatief effect op betrouwbaarheid interconnector	Iets lagere betrouwbaarheid
	Systeem	Neutraal	
Elektromagnetische velden		Geen AC veld	geen
Implementatie	Corridor	DC Corridor met 2 kabels. Smaller dan AC kabel corridor Mogelijkheid Scheldetraject?	Ruimte in Verschuiving aanlandingspunt
	Onderstation	Converterstation niet langer in de buurt van Stevin post maar nu in regio Antwerpen (verschuiving)	
	Tijds kader	Mogelijk iets moeilijkere procedure, maar vergelijkbaar bestaande plannen	
Eindevaluatie	Mogelijke deeloplossing		

8. CONNECTIE OFFSHORE WIND DIEPER NAAR HET BINNENLAND (COURCELLES, GRAMME) MET HVDC			
Beschrijving	Voor de 1400 MW Nautilus verbinding wordt er een onderstation in het binnenland gezocht dat voldoende sterk is om de vermogenstromen te absorberen. Twee mogelijkheden zijn Courcelles en Gramme		
		Discussie	Evaluatie
Technisch realiseerbaar en realistisch	Injecties mogelijk	Ja	Mogelijk mits enkele aanpassingen offshore
	Concept	Kan, huidige technologie.	
	Praktische implementatie	1 HVDC verbindingen, onshore traject te bepalen.	
	Andere systeemupgrades nodig	Mogelijk lokale upgrades nodig	
Betrouwbaarheid	Verbinding	Lange HVDC kabels heeft negatief effect op betrouwbaarheid Nautilus verbinding HVDC technologie is minder beschikbaar dan AC technologie	Lagere betrouwbaarheid
	Systeem	Neutraal	
Elektromagnetische velden		Geen AC veld bij DC lijn Andere injecties gaan andere in andere power flows die op hun beurt extra velden kunnen creëren (onduidelijk effect)	Mogelijke Verschuiving van flows
Implementatie	Corridor	DC Corridor met 2-tal kabels. Smaller dan AC kabel corridor	Enkel zinvol als BdH niet

		Zeer lange corridor, die voorbij goede aansluitingspunten gaat	gerealiseerd wordt
	Onderstation	Converterstation niet langer in de buurt van Stevin post maar nu verschoven naar ander onderstation	
	Tijds kader	2027 is niet realistisch (zeer lang traject, onduidelijkheid over beste connectiepunt, nieuw proces)	
Eindevaluatie	Niet weerhouden, tenzij BdH niet gerealiseerd wordt		

1.2.1.3 VERSTERKING WEST VLAAMSE NET

9. VERSTERKING VAN HET WEST VLAAMSE 150 KV NETWERK VANUIT BESTAANDE 380 KV NETWERK			
Beschrijving	Het bestaande 150 kV netwerk dient versterkt te worden om de verwachte toename aan onshore wind te integreren en om ook toekomstige nieuw verbruik te integreren. Deze deeloplossing bestaat er in lange 150 kV kabels te plaatsen vanuit 400 kV posten in het bestaande netwerk (Avelgem, Izegem, Horta,...) in plaats van gebruik te maken van kortere verbinding vanaf de voorgestelde Ventilus verbinding.		
		Discussie	Evaluatie
Technisch realiseerbaar en realistisch	Injecties mogelijk	In principe mogelijk. Geen ideale oplossing en mogelijke lokale extra versterkingen nodig. Vermindert beschikbare hosting capaciteit verder	Technisch mogelijk, mits de nodige engineering toegepast wordt
	Concept	Versterkingen in West Vlaanderen worden gerealiseerd door 150 kV kabel verbindingen. Deze zullen voornamelijk naar de onderstations Horta, Avelgem, Rodenhuisse,... getrokken moeten worden, wat langere kabels vereist, wat langere kabels vereist, meer verliezen, moeilijkere spanningsregeling, moeilijker algemeen beheer	
	Praktische implementatie	Vooral de nood aan meerdere langere verbindingen van lager vermogen, die elk op een trafo in een onderstation aangesloten moeten worden, maken deze oplossing moeilijker. Is niet ideaal, maar mogelijk.	

		Nood aan extra ruimte (trafo + aansluitveld) in de desbetreffende onderstations	
	Andere systeemupgrades nodig	Mogelijk beperkte upgrades nodig in bestaande netwerk	
Betrouwbaarheid	Verbinding	Langere verbinding = lagere beschikbaarheid	Beperkte (negatieve) invloed op de betrouwbaarheid
	Systeem	Geen	
Elektromagnetische velden		Nieuwe langere (smallere) kabel corridor met EMF.	Beperkt?
Implementatie	Corridor	150 kV kabel corridor, mofputten,... → minder ingrijpend dan 400 kV kabels. Werkelijk verschil afhankelijk van de concrete toekomstige noden	Technisch moeilijker maar mogelijk
	Onderstation	400 kV onderstations (en bepaalde 150 kV onderstations) moeten deze investeringen kunnen faciliteren (extra ruimte voor trafo en connectieveld)	
	Tijds kader	Bestaande technologie, eerder beperkte impact (in vergelijking met Ventilus), maar over iets langere trajecten. → case dependent, waarschijnlijk iets moeilijker	
Eindevaluatie	Mogelijke deeloplossing		

1.2.1.4 INLUSSING VAN STEVIN VERBINDING IN HET TRANSMISSIENETWERK

In deze sectie wordt onderzocht hoe de inlissing van de Stevin knoop kan gebeuren indien directe connecties gebruikt worden om de offshore wind en HVDC verbindingen naar het binnenland te brengen. Er werden 3 mogelijke deeloplossingen onderzocht. De eerste is een inlissing op lager vermogen (3 GW) verbinding. De tweede is de verbinding van het knooppunt Stevin, via het Energie Eiland naar het nabijgelegen Franse net. De laatste oplossing is de verbinding van het knooppunt Stevin, via het Energie Eiland naar de regio Antwerpen (met DC).

10. VENTILUS LIGHT: 3 GW VERBINDING OP VENTILUS TRAJECT			
Beschrijving	Door directe verbindingen is niet langer het volledige vermogen nodig op het Ventilus traject, maar inlissing is nodig voor de robuustheid van het netwerk te garanderen, en de Stevin as te versterken.		
		Discussie	Evaluatie
Technisch realiseerbaar en realistisch	Injecties mogelijk	Ja	Technisch mogelijk
	Concept	Zoals Ventilus	
	Praktische implementatie	400 AC transmissielijn: Overhead waar nodig, kabel waar mogelijk	

	Andere systeemupgrades nodig	/	
Betrouwbaarheid	Verbinding	Zoals Ventilus	
	Systeem	Zoals Ventilus	
Elektromagnetische velden		Zoals Ventilus (slechts beperkte invloed): brede 0.4 uT corridor	Geen voordeel
Implementatie	Corridor	Zoals Ventilus. Kabel verbinding kan mogelijk iets langer dan Ventilus (volgens Elia: Ventilus: tot 8-12 km, Ventilus light: tot 12 km)	
	Onderstation	Zoals Ventilus	
	Tijds kader	Zoals Ventilus	
Eindevaluatie	Mogelijk, maar heeft dezelfde nadelen als Ventilus: geen zinvolle deeloplossing?		

11. INLUSSING VIA NOORD FRANKRIJK (EN HET ENERGIE EILAND)			
Beschrijving	Energie-eiland wordt zowel met de Kust (Stevin) als met het noorden van Frankrijk (Gravelines). De lus wordt hiermee gemaakt offshore, zeer beperkte extra nieuwe transmissielijnen. Lijkt op lange termijn een logische uitbreiding van de connecties naar het energie-eiland		
		Discussie	Evaluatie
Technisch realiseerbaar en realistisch	Injecties mogelijk	Het connectiepunt in Frankrijk is direct in de buurt van de Gravelines kerncentrale (grootste in West Europa): https://en.wikipedia.org/wiki/Gravelines Nuclear Power Station Deze generator zorgt er reeds voor dat het vermogen loopt van de kust naar binnenland (niet voldoende onthaalcapaciteit op die transmissie lijn)	Niet realistisch
	Concept	Niet anders dan optie die in de startnota niet weerhouden was. Om de lus te sluiten zijn er extra versterkingen nodig om de benodigde robuustheid te bekomen. De extra complexiteit leidt mogelijk tot een verminderde robuustheid	
	Praktische implementatie	Om de lus te sluiten zijn er extra versterkingen nodig: Ofwel Extra 3 GW lijn tussen energie eiland in AC → 220 kV kabels tussen trafo's Ofwel Extra 3 GW lijn tussen energie eiland in DC → Stabiliteitsissues (niet DC op zich, maar beheer op het energie eiland en synchronisatie in geval van incidenten zorgen ervoor dat dit geen optie is om de betrouwbaarheid te verhogen)	
	Andere systeemupgrades nodig		
Betrouwbaarheid	Verbinding	Complex systeem (meerdere parallelle kabels)	
	Systeem	Robuustheid net niet verbeterd	
Elektromagnetische velden		Geen	
Implementatie	Corridor	Zee	

	Onderstation	Aanpassingen offshore eiland en in Frankrijk nodig	
	Tijds kader	Organisatorisch niet eenvoudig	
Eindevaluatie	Geen realistische deeloplossing		

Deze deeloplossing werd reeds onderzocht in de startnota en toen niet weerhouden. De realisatie van een energie-eiland geeft geen aanleiding tot fundamenteel andere elementen en deze deeloplossing kan ook nu niet weerhouden worden.

12. INLUSSING VIA ENERGIE EILAND EN EEN DC LIJN NAAR REGIO ANTWERPEN			
Beschrijving	Energie-eiland wordt zowel met de Kust (Stevin) als met de regio Antwerpen verbonden (over land of door de Schelde). De lus wordt hiermee gemaakt offshore.		
		Discussie	Evaluatie
Technisch realiseerbaar en realistisch	Injecties mogelijk	Afhankelijk van de capaciteiten (3GW nodig voor realistische inlissing)	Niet realistisch
	Concept	Geen verschil in concept met Ventilus in HVDC	
	Praktische implementatie		
	Andere systeemupgrades nodig		
Betrouwbaarheid	Verbinding	Complex systeem (meerdere parallelle kabels)	
	Systeem	Robuustheid net niet verbeterd	
Elektromagnetische velden			
Implementatie	Corridor		
	Onderstation		
	Tijds kader		
Eindevaluatie	Niet weerhouden als deeloplossing		

1.2.2 ALTERNATIEVEN DIRECTE VERBINDINGEN

Verschillende deeloplossingen kunnen gecombineerd worden tot alternatief van de Ventilus verbinding. De volgende combinaties zijn hierin meer detail onderzocht aangezien ze de meest veelbelovende opties zijn:

1. Directe verbindingen naar Avelgem in HVDC, met deelcomponenten:
 - a. 2. Connectie offshore wind naar Avelgem met HVDC
 - b. 6. Connectie Nautilus HVDC naar Avelgem
 - c. 9. Versterking van het West Vlaamse 150 kV netwerk vanuit bestaande 380 kV netwerk
2. Directe verbindingen naar Avelgem in HVDC + Inlissing, met deelcomponenten:
 - a. 2. Connectie offshore wind naar Avelgem met HVDC
 - b. 6. Connectie Nautilus HVDC naar Avelgem
 - c. 9. Versterking van het West Vlaamse 150 kV netwerk vanuit bestaande 380 kV netwerk
 - d. 10. Ventilus light: 3 GW verbinding op Ventilus traject
3. Directe verbindingen naar regio Antwerpen in HVDC, met deelcomponenten:
 - a. 4. Connectie offshore wind naar Avelgem met HVDC
 - b. 7. Connectie Nautilus HVDC naar Avelgem
 - c. 9. Versterking van het West Vlaamse 150 kV netwerk vanuit bestaande 380 kV netwerk

4. Directe verbindingen naar regio Antwerpen in HVDC + Inlussing, met deelcomponenten:
 - a. 4. Connectie offshore wind naar Avelgem met HVDC
 - b. 7. Connectie Nautilus HVDC naar Avelgem
 - c. 9. Versterking van het West Vlaamse 150 kV netwerk vanuit bestaande 380 kV netwerk
 - d. 10. Ventilus light: 3 GW verbinding op Ventilus traject

1.2.2.1 OPTIES DIRECTE CONNECTIE ZONDER INLUSSING

Hierbij kunnen de volgende conclusies getrokken worden uit opties 1 en 3 (zonder inlussing):

- De realisatie van de Boucle du Hainaut verbinding is een basisveronderstelling
- De connectie van offshore wind kan gemaakt worden gebruik makende van HVDC en verbinding in de regio Avelgem of de regio Antwerpen (beide met enkele beperkingen, ondermeer het tijds kader)
- De Nautilus verbinding kan verlengd worden tot in Avelgem of de regio Antwerpen

Kijken we naar de plandoelstellingen, dan bieden beide opties geen antwoord op de vereiste robuustheid tegen grote incidenten. De Stevin link blijft een radiale verbinding die kan aanleiding geven tot systematische uitval. Beide opties gebruiken de beschikbare hosting capaciteit in het netwerk wat maakt dat toekomstige uitbreidingen nieuwe investeringen in het backbone netwerk vereisen.

Dat maakt dat deze opties niet aan te raden zijn als alternatief voor Ventilus.

1.2.2.2 OPTIES DIRECTE CONNECTIE MET INLUSSING

Uit de twee opties met inlussing (optie 2 en 4) kunnen de volgende conclusies getrokken worden:

- De realisatie van de Boucle du Hainaut verbinding is een basisveronderstelling
- De connectie van offshore wind kan gemaakt worden gebruik makende van HVDC en verbinding in de regio Avelgem of de regio Antwerpen (beide met enkele beperkingen, ondermeer het tijds kader)
- De Nautilus verbinding kan verlengd worden tot in Avelgem of de regio Antwerpen

Kijken we naar de plandoelstellingen, dan kunnen beide opties als robuust en futureproof geklasseerd worden. Echter, de *Ventilus light* verbinding biedt geen wezenlijke (technische, sociale, economische of gezondheids-) voordelen ten opzichte van de Ventilus verbinding zelf.

Dat maakt dat deze opties niet aan te raden zijn als alternatief voor Ventilus.

1.2.3 ALTERNATIEVEN 'PREPARE FOR FUTURE'

De 'prepare for future' alternatieven adresseren het investeringsprobleem vanuit een omgekeerde redenering:

- Kijk eerst naar welke ideale oplossing in de toekomst realiseerbaar zou zijn. Deze ideale oplossing dient aan alle planvoorwaarden te voldoen, maar ook ondergronds en in HVDC te zijn uitgevoerd
- Bouw vandaag wat kan van die ideale oplossing, en aanvaard de (tijdelijke) tekortkomingen
- Upgrade naar de ideale oplossing wanneer de technologie klaar is

2 concepten werden hiervoor geanalyseerd:

1. Bouw de lijn eerst in AC luchtlijn, om deze op een later omvormen naar DC
 - Principe: conversie AC -> DC: Wordt toegepast in Ultranet (Duitsland). Eerst wordt een 2x 3 GW AC luchtlijn gebouwd. Wanneer de DC technologie in staat is een robuuste vermazing te realiseren met aanvaardbare risico worden convertoren geplaatst in de eindstations en wordt het circuit uitgebaut op DC (dus geen magnetische velden meer)
 - Voorwaarden: Voldoende plaats voorzien om in de toekomst HVDC omvormers te plaatsen en het traject moet (tenminste) langs de onderstations Stevin en Avelgem (of equivalent)

- Tijdelijke tekortkomingen: Volledige Ventilus installatie met alle (sociale/gezondheidseffecten) totdat de investering gebeurt om twee nieuwe HVDC omvormerstations te plaatsen
 - Discussie: Theoretisch interessant, maar onduidelijk of, en onder welke voorwaarden en termijn, een dergelijke transitie naar een DC systeem ook gerealiseerd zal worden. Reële kans dat eenmaal gebouwd er geen of te trage opvolging gebeurt.
 - → **Geen realistische optie**
2. DC op toekomstige DC grid spanning (voorafname HVDC grid)
- Principe: Vandaag kan men geen inlissing op DC realiseren, dus we doen enkel de directe connecties naar het energie-eiland: radiaal, niet redundant naar Avelgem met offshore en Nautilus. Zorg ervoor dat de HVDC technologie 'future proof' is door HVDC op voldoende hoge spanning (525 kV of zelfs 640 kV). De verbinding maakt gebruik van het Ventilus tracé. Op een later tijdstip (wanneer de technologie voldoende geëvolueerd is om een robuuste inlissing te realiseren) wordt er in de buurt van Stevin een koppeling met het AC netwerk gemaakt.
 - Voorwaarden: Voldoende plaats voorzien om in de toekomst HVDC omvormers te plaatsen, toekomst moet Multi-terminal en multi-vendor 'ready' zijn
 - Tijdelijke tekortkomingen: initieel (tot inlissing) geen robuuste oplossing die duurder is dan de eerder voorgestelde directe connecties → zie directe connecties
 - Discussie: Theoretisch interessant, maar onduidelijk nog onduidelijk hoe technologie van vandaag voldoet aan vereisten toekomst (gaat de initiële installatie upgradebaar zijn, hoe vandaag specifiek)?
→ kan vandaag nog niet besteld worden → uitstel offshore of sunk investment?
 - → **Geen realistische optie**

1.3 SAMENVATTING

- Verschillende alternatieve connecties onderzocht
- Alle opties vereisen Boucle du Hainaut en/of additionele verschuiving probleem naar zone Antwerpen
- Basisconcept voorstellen burgerplatforms 'Individuele connecties naar binnenland':
 - Verbind individueel, door middel van HVDC, naar binnenland
 - Upgrade West Vlaanderen met 150 kV kabels
 - Samenvattende analyse:
 - Realisatie individuele HVDC verbindingen is mogelijk
 - Offshore integratie met DC moeilijk tijdsmatig
- Voordeel voor omwonenden in West Vlaanderen, **geen robuuste** oplossing en **geen future proof** oplossing voor het transmissienetwerk
- **Tenzij** inlissing: additioneel een Ventilus Light verbinding op 3 GW (AC, OHL)
- Geen meerwaarde voor omwonenden noch maatschappij
- Concept 'Prepare for Future'
 - Realiseer zo snel mogelijk elementen van robuuste DC oplossing (hoog vermogen, vermaasd) die nu al mogelijk zijn
 - Upgrade systeem wanneer technologie beschikbaar komt (**tijdelijk** niet aan alle eisen voldoen)
 - Samenvattende analyse:
 - Conceptueel / theoretisch interessante optie
 - Initiële investeringen zullen integratie offshore vertragen (timeline issue door HVDC offshore + extra vereisten HVDC (niet beschikbaar))
 - Geen garantie dat technologiekeuze vandaag 'upgradebaar' is en dat het deel kan uitmaken van toekomstig DC net (juiste spanning)

- Onduidelijk of en wanneer upgrade gerealiseerd kan worden; mogelijkheid permanent niet aan eisen te voldaan (sunk investment)
 - Risicovolle investering niet geschikt voor backbone van het Belgische netwerk
- Ventilus alternatief zoals bevestigd in technologiekeuze (2x 3 GW luchtlijn + gedeeltelijk ondergronds)
 - Current day technology (op de nieuwe standaard capaciteit)
 - Te realiseren binnen tijds kader
 - Robuuste, future proof oplossing voor Vlaanderen om de noodzakelijke stap in de energietransitie te realiseren tegen 2030.

7.1.2 APPENDIX 2 - ELEKTROMAGNETISCHE VELDEN IN DE NABIJHEID VAN HOOGSPAN- NINGSVERBINDINGEN

2 APPENDIX 2 - ELEKTROMAGNETISCHE VELDEN IN DE NABIJHEID VAN HOOGSPANNINGSVERBINDINGEN

Deze appendix behandelt de analyse van de elektromagnetische velden (EMF) rond hoogspanningslijnen, en in het bijzonder de Ventilus verbinding. De gevolgen van de velden worden niet behandeld, enkel het fysisch verschijnsel. Eerst wordt zeer kort de theoretische achtergrond geïntroduceerd, waarna de resultaten voor de 0,4 micro Tesla grens voor de Ventilus verbinding gepresenteerd worden, en ook de berekening van de jaargemiddelde stroom door de nieuwe verbinding. Voor de gezondheidseffecten wordt verwezen naar het onderzoek van prof. Dirk Adang.

2.1 ELEKTROMAGNETISCHE VELDEN IN DE NABIJHEID VAN EEN TRANSMISSIELIJN

Rond elke stroomvoerende geleider, en dus ook een transmissielijn, wordt een elektrisch en magnetisch veld opgewekt. Het elektrische veld is gerelateerd tot de spanning op de geleider, het magnetische veld is gerelateerd tot de stroom door de geleider.

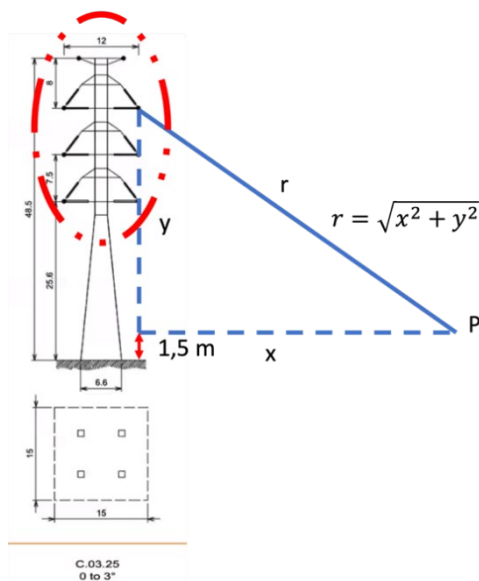
Aangezien de invloed van het elektrische veld (voor de waarden gemeten op grondniveau onder een transmissielijn) geen gekende effecten hebben, bijvoorbeeld op gezondheid, wordt hier in dit rapport niet op ingegaan.

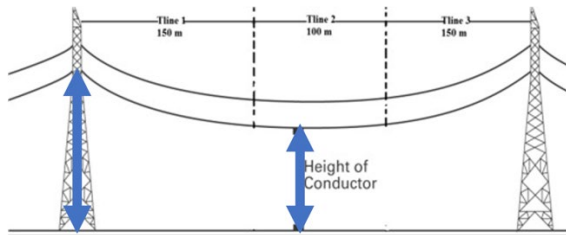
2.1.1 MAGNETISCH VELD IN DE NABIJHEID VAN EEN GELEIDER

De wetten van Maxwell, en meer specifiek de wet van Ampère, stelt dat elke stroomvoerende geleider in een punt P, op afstand 'r' van de geleider, een magnetische inductie B opwekt

$$B = \frac{\mu_0 \cdot I}{2 \cdot \pi \cdot r}$$

Waarbij B de magnetische inductie is (in T, Tesla), μ_0 de magnetische permeabiliteit van het luchtledige ($4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}$ N/A²), r de loodrechte afstand tot de geleider (in m) en I de stroom door de geleider (in A).





Enkele eigenschappen van het magnetisch veld rond een hoogspanningslijn:

- Onafhankelijk van weersomstandigheden (regen, temperatuur,...)
- Onafhankelijk van spanning
- Ogenblikkelijk (bij een wisselstroomsignaal van 50 Hz zal het veld ook aan 50 Hz oscilleren aan 50 Hz)
- De afstand r is de loodrechte afstand tot het draadstel, en kan eenvoudig berekend worden met de formule van Pythagoras ($r = \sqrt{(x^2 + y^2)}$), met x de grondafstand tussen meetpunt en het draadstel, en y de hoogte. (zie Figuur 1)
- Hierbij nemen we meestal 1.5 m als hoogte waarop we de waarde willen berekenen ($y = h - 1.5$)
- De doorhang van de draad zorgt ervoor dat het laagste punt in het midden tussen twee hoogspanningsmasten is, en dit is dan ook het punt waar het magnetisch veld op de grond het hoogst is (zie Figuur 2)
- Het veld neemt af naarmate de afstand tot de geleider toeneemt
- Het magnetisch veld treedt enkel op rond wisselstroomgeleiders en niet bij gelijkstroom

Indien er meerdere geleiders in elkaars buurt liggen, dan worden de individuele velden opgeteld.

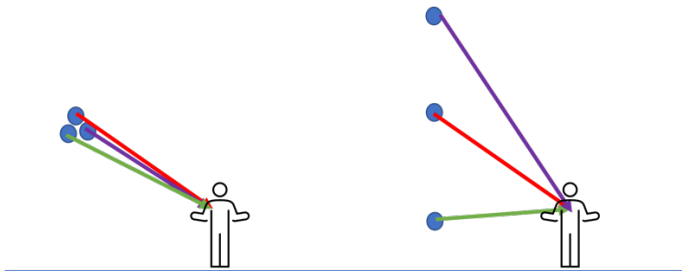
De bepaling van het veld kan gebeuren door berekeningen of door meting met een Gauss-meter. Merk op dat de meting een ogenblikkelijke waarde weergeeft en dat er een meetcampagne van een jaar nodig is om tot een jaargemiddelde belasting te komen.

2.1.2 DRIEFASIG STROOMSYSTEEM EN LEKVELDEN

De transmissie van elektrische energie gebeurt doormiddel van een driefasig systeem op 50 Hertz (50 oscillaties per seconden). In een driefasig systeem, en zeker op de hoogste spanningsniveaus, zijn de stromen gebalanceerd over de drie geleiders. Dit wil zeggen, er loop een gelijke, maar 120 graden verschoven stroom door de drie geleiders. Een eigenschap van een dergelijk systeem is dat de som van de stromen gelijk is aan nul ($(I_1)^{\rightarrow} + (I_2)^{\rightarrow} + (I_3)^{\rightarrow} = 0$, vergelijkbaar aan een enkelfasig systeem waarbij de twee draden (heen en terug) ook een gelijke stroom dragen).

Hierdoor kan men efficiënt en goedkoop elektriciteit vervoeren aangezien de stromen elkaar compenseren en we geen terugvoergeleiders meer nodig hebben.

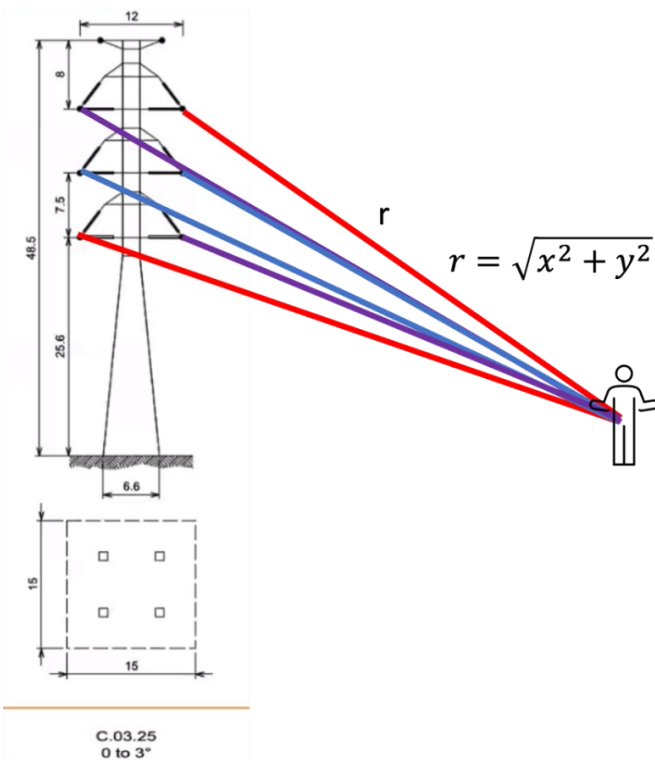
Indien men het magnetisch veld naast een driefasige geleider wil bekomen, dan is dit dus de som van de drie afzonderlijke geleiders, en aangezien deze verschoven zijn met 120 graden, heffen ze elkaar op wanneer de afstand tot de drie geleiders gelijk is. Dit is in het bijzonder zo wanneer de drie geleiders zeer dicht bij elkaar liggen: de velden heffen elkaar op en er is geen resulterend lekveld ver buiten de geleiders. Aangezien de geleiders in een hoogspanningslijn op enkele meters afstand geplaatst zijn, is dit niet langer het geval. De geleiders in een hoogspanningslijn zijn ver (verschillende meters) van elkaar geplaatst vanwege de isolatie vereisten. Als een gevolg is de afstand tussen de geleiders verschillend ($r_1 \neq r_2 \neq r_3$). Hierdoor heft het magneetveld zich niet langer volledig op.



≈ 0 (voor geleiders dicht bij elkaar)
 $\neq 0$ (voor geleiders ver van elkaar)

Voor een systeem met 6 geleiders (zoals de voorgestelde Ventilus verbinding met een dubbel 3-fasig systeem) kan men door een slimme plaatsing van de drie fases¹ in beide circuits tot een sterke beperking van het magnetisch veld buiten de transmissielijn (zie ook Figuur 4). Het gecombineerde magnetische veld zakt snel (evenredig met het kwadraat van de afstand), en is in feite een 'lekveld' dat niet volledig gecompenseerd wordt. Het uiteindelijke magnetische veld wordt volledig bepaald door de topologie van de masten, en de stroom door de geleiders. Voor het Ventilus project zullen er in grote lijnen twee masttypes gebruikt worden: het compact-type voor alle nieuwe stukken, en de bestaande masten van het Donau type voor de lijnen die geüpgraded worden naar 2x 3 GW.

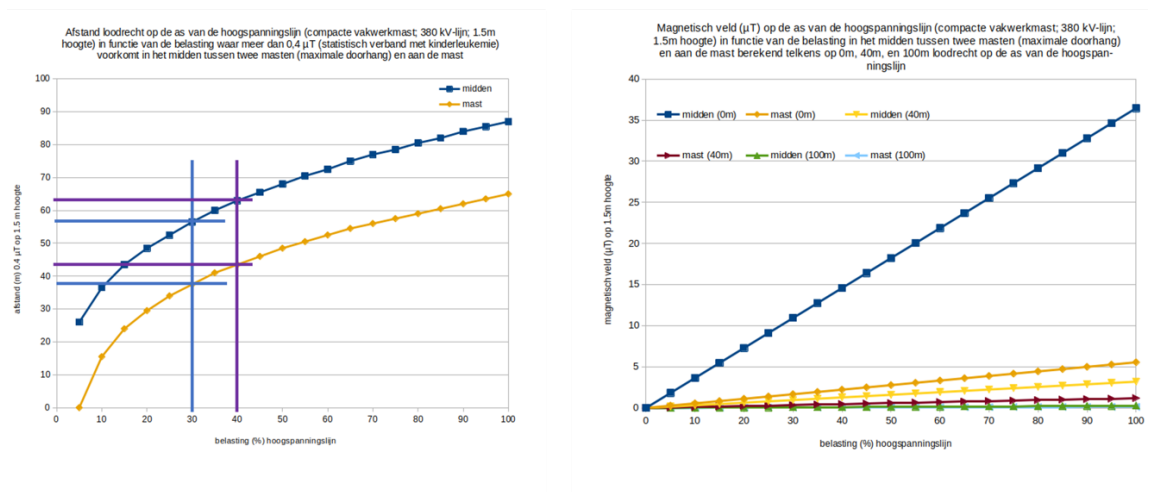
Figuur 4 Dubbel circuit transmissielijn (persoon niet op schaal getekend)



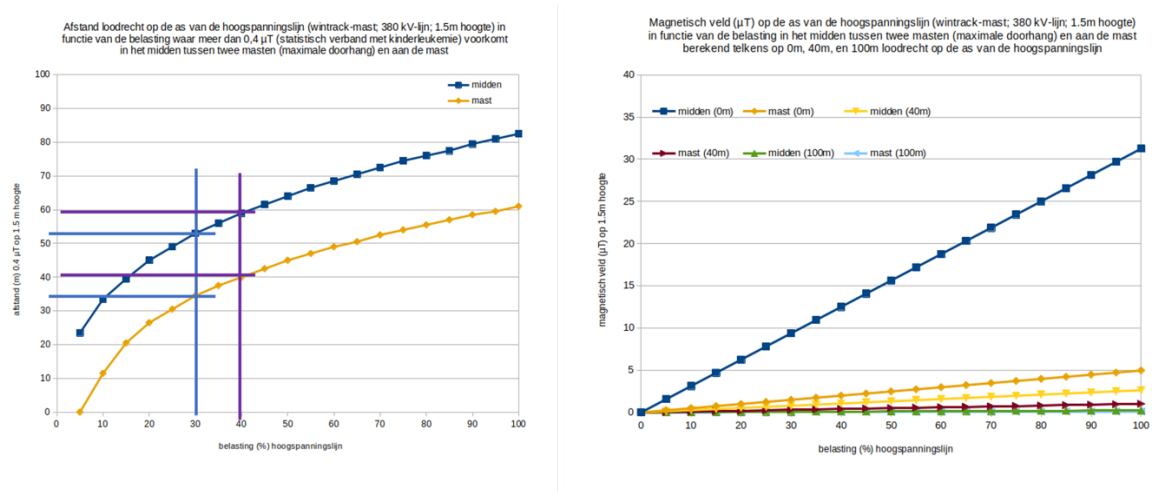
¹ FACTSHEET, Wat is fasenoptimalisatie? Tennet
https://www.tennet.eu/fileadmin/user_upload/Our_Grid/Betrokken_bij_de_omgeving/Factsheet_Fasenoptimalisatie_11JAN2021.pdf

2.2 BREEDTE VAN DE 0,4 MICRO TESLA CORRIDOR

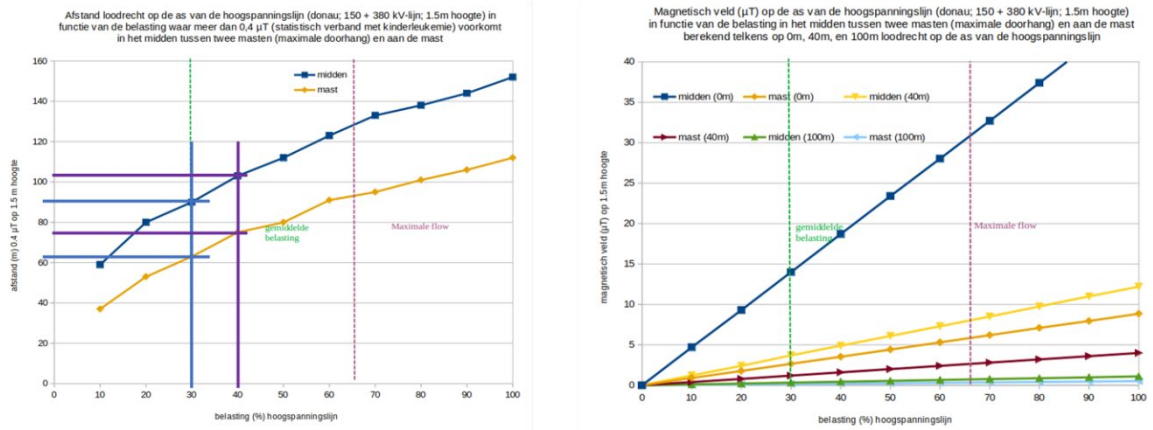
In samenwerking met het departement omgeving werden voor verschillende configuraties berekeningen uitgevoerd naar breedte van de 0,4 micro Tesla corridor en naar de grootte van het magnetisch veld in de nabijheid van de Ventilus verbinding bij verschillende belastingen. De resultaten voor de compact mast, het windrack alternatief en de upgrade van de bestaande masten zijn weergegeven in Figuur 5, Figuur 6 en Figuur 7 respectievelijk. De waarde voor de doorhang in de figuren is de maximaal toelaatbare (overeenkomstig met hoogste belasting bij warm weer) en is dus een lichte overschatting. Het is belangrijk op te merken dat er (beperkte) mogelijkheden zijn om de hoogte van het veld of de corridor te beïnvloeden. Men kan met name kiezen voor hogere masten (plaatselijk) of door wat meer masten te plaatsen om een kleinere doorhang te verkrijgen. Natuurlijk kan men er ook voor kiezen de corridor te verschuiven door de masten zodanig te plaatsen dat de 0,4 micro Tesla zone bepaalde zones niet overlapt. Deze oefening maakt deel uit van het ruimtelijk uitvoeringsplan waarin een traject gezocht wordt waarin een optimale route wordt uitgestippeld, met een minimaal aantal overspanningen.



Figuur 5 **Compact mast (nieuwe masten):** Links: Breedte van de 0,4 micro Tesla corridor ter hoogte van de mast (geel) en bij maximale doorhang (blauw). De overeenkomstige breedte van de 0,4 micro Tesla corridor bij 30 en 40 % is weergegeven. Rechts: magnetisch veld in functie van de jaargemiddelde belasting. Bron: departement omgeving.



Figuur 6 **Wintrack mast (nieuwe masten):** Links: Breedte van de 0,4 micro Tesla corridor ter hoogte van de mast (geel) en bij maximale doorhang (blauw). De overeenkomstige breedte van de 0,4 micro Tesla corridor bij 30 en 40 % is weergegeven. Rechts: magnetisch veld in functie van de jaargemiddelde belasting. Bron: departement omgeving.



Figuur 7 **Donau mast** (gecombineerde 400 kV 150 kV mast, tussen mast 9 en 10): Links: Breedte van de 0,4 micro Tesla corridor ter hoogte van de mast (geel) en bij maximale doorhang (blauw). De overeenkomstige breedte van de 0,4 micro Tesla corridor bij 30 en 40 % is weergegeven. Rechts: magnetisch veld in functie van de jaargemiddelde belasting. Bron: departement omgeving.

Wanneer de bestaande Donau masten gebruikt worden met nieuwe draadstellen komen we een breedte van ongeveer 60 m (enkelzijdig) en 120 m (in totaal) rond de mast, en ongeveer 90 m (enkelzijdig) en 180 m (in totaal) in het midden tussen twee masten. Tabel 1 geeft een vollediger beeld van de resultaten, ook bij 40 % belasting.

Tabel 1 Enkelzijdige breedte van de 0,4 micro Tesla corridor bij verschillende mast types

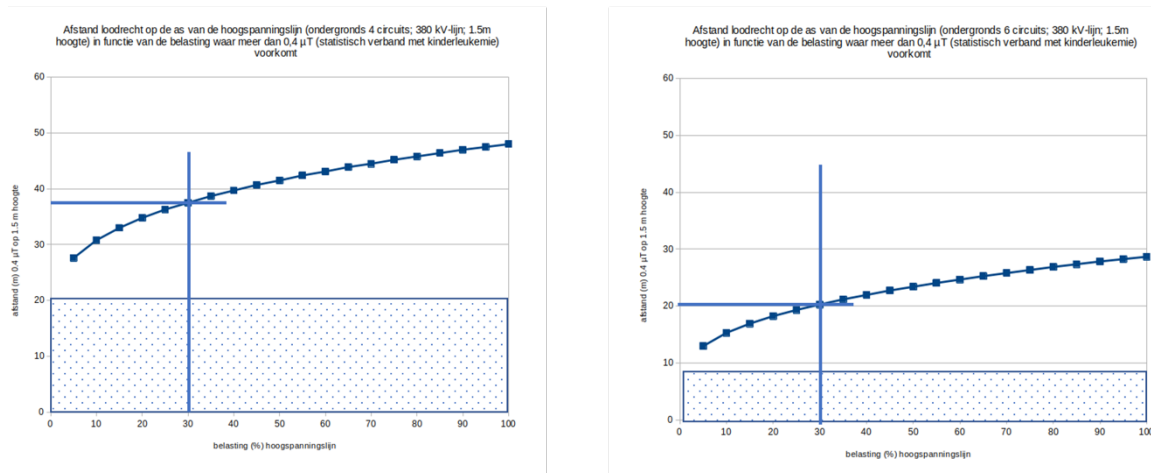
	30%, mast	30%, mast	40%, mast	40%, midden
Compact Mast	38 m	55 m	43 m	63 m
Wintrack	34 m	52 m	40 m	60 m
Donau (Worst case)	60 m	90 m	75 m	105 m

2.2.1 BREEDTE MAGNETISCH VELD ONDERGRONDSE AC KABELS

Bij ondergrondse kabels treedt ook een magnetisch veld op, wat verschilt van dat van een bovengrondse lijn:

- De geleiders zijn geïsoleerd, en kunnen dus dicht bij elkaar liggen. Dit geeft een kleiner resulterend veld buiten de corridor
- De geleiders liggen in de grond, op een afstand die minder is dan de afstand van een bovengrondse verbinding. Vlak boven de kabels staat men dus vrij dicht bij de geleiders en in een mogelijk hoog magnetisch veld
- Meerdere 4-6 parallele circuits zijn nodig die elk voldoende ruimte nodig hebben om de warmte (door verliezen) te kunnen evacueren. Hierdoor heeft men een vrij brede corridor nodig.

Figuur 8 geeft de breedte van het veld voor twee mogelijke kabelconfiguraties: 4 circuits voor 6 GW en 6 circuits voor 6 GW, waarbij de eerste opstelling vereist dat de kabels verder uit elkaar liggen, resulterend in een breedte van de corridor van 38 m (enkelzijdig). Bij 6 kabels is dit slechts 20 m (enkelzijdig).



Figuur 8 Breedte van de 0,4 micro Tesla corridor bij 4 kabel circuits (links) en 6 kabel circuits (rechts). Bron: departement omgeving.

2.2.2 JAARGEMIDDELDE BELASTING VAN DE VOORGESTELDE VENTILUS VERBINDING

De grens van 0,4 micro Tesla die vooropgesteld werd na analyse van de literatuur rond gezondheidseffecten, wordt bepaald op basis van de jaargemiddelde magnetische veldsterkte, wat op zijn beurt direct gerelateerd is aan de jaargemiddelde stroom, of praktischer, het jaargemiddelde vermogen door de Ventilus verbinding. Alhoewel het vrij eenvoudig is de jaargemiddelde belasting van een transmissielijn te bepalen op basis van historische gegevens, is het voorspellen van de toekomstige gemiddelde belasting niet zozeer afhankelijk van de transmissielijn, dan wel van de klimatologische omstandigheden en de actuele veranderingen in de energiemarkt. In deze sectie lijsten we de aspecten die bijdragen tot het gemiddelde vermogen en maken een inschatting van de waarde. Hierbij wordt aangegeven in welke mate deze veronderstelling een over of onderschatting is.

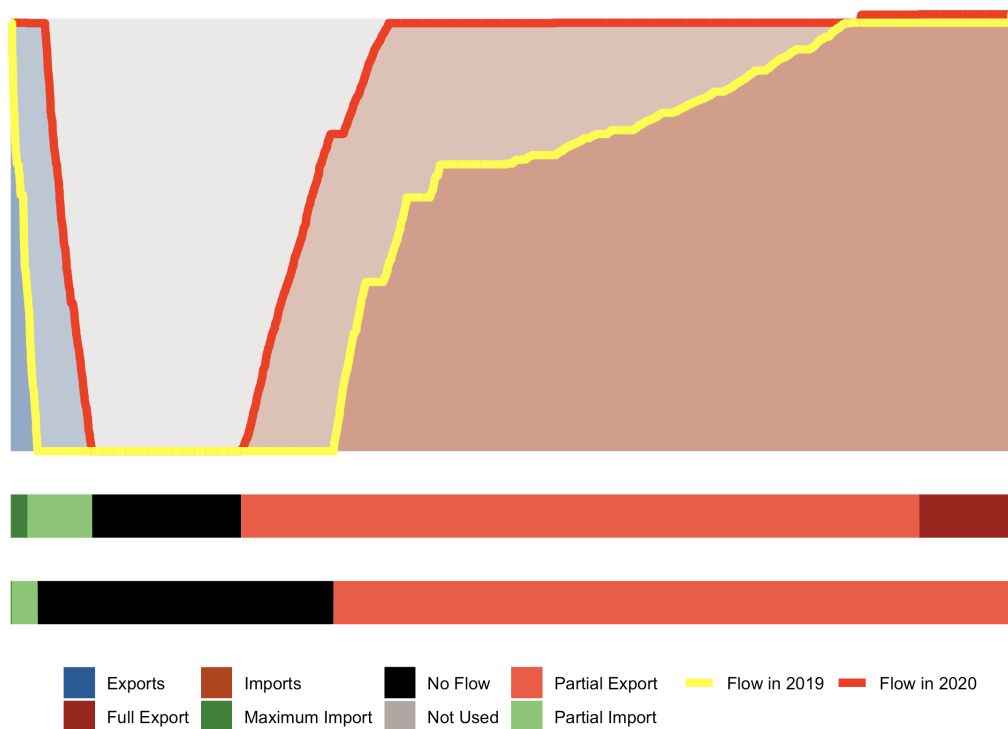
De Ventilus verbinding zal gebruikt worden om het vermogen van de Noordzee regio naar het binnenland te transporteren (en visa versa), tezamen met de Stevin link. De Ventilus verbinding maakt ook deel uit van het centrale transmissienet, en zal dus N-1 veilig uitgebaat worden. Wanneer we de Ventilus verbinding bekijken met de Stevin as, dan moet de combinatie in staat zijn om een enkele 3 GW verbinding te verliezen, of dat het maximale vermogen doorheen de combinatie Ventilus-Stevin 7 GW bedraagt.

De verdeling van het vermogen tussen de Stevin as en de Ventilus as is een eerste afweging. Die verdeling is afhankelijk van de impedantie van de twee circuits (wet van Ohm), maar ook van de noord-zuid stroom doorheen België en de exacte configuratie die voor Ventilus weerhouden zal worden. Inschattingen van Elia geven aan dat 57 % van het vermogen door de Ventilus-Stevin verbindingen via de Ventilus as zal stromen. Voorts dienen we het vermogen doorheen de HVDC-verbindingen te beschouwen. Wanneer we importeren vanuit het Verenigd Koninkrijk zal het vermogen door de Ventilus verbinding toenemen, indien we exporteren zal het afnemen. Het vermogen door de HVDC-verbinding is bepaald door de Europese energiemarkt, en in het bijzonder het prijsverschil tussen de marktprijs in de UK en in België. Het vermogen zal van een dure regio naar een goedkopere regio getransporteerd worden. Historisch is het Verenigd Koninkrijk een importeur van elektriciteit. In Figuur 9 is de vermogen uitwisseling over de NEMO verbinding in 2019 en 2020 die deze historische trend bevestigd. In de toekomst verwacht men echter een zeer sterke ontwikkeling van de hernieuwbare energiebronnen in het Verenigd Koninkrijk, en dus ook een toename van de invoer. Voor de berekeningen werd er rekening gehouden met een scenario waar er in de toekomst voor 75 % van de tijd maximaal geïmporteerd wordt over de HVDC-verbinding en 25 % van de tijd maximaal geëxporteerd (gecombineerd, 50 % import). Dit is een vrij conservatieve aanname die een volledige omkering van de

energiemarkt ten opzichte van vandaag veronderstelt en een extra belasting van de Ventilus verbinding veroorzaakt.

De Nautilus verbinding zal niet enkel een HVDC-verbinding naar het energie-eiland vormen om offshore wind te integreren, maar ook een verdere verbinding naar het Verenigd Koninkrijk. Ook hier geldt de marktwerking: wanneer de elektriciteitsprijs in het Verenigd Koninkrijk hoger is, dan zal er maximaal geëxporteerd worden en wanneer de prijs in België hoger is, wordt er geïmporteerd. De offshore wind die verbonden is op deze verbinding maakt onmiddellijk deel uit van deze transactie (bij wind en export zal de windenergie rechtstreeks geëxporteerd worden en niet in België aan land komen). De windenergie aangesloten op de Nautilus verbinding moet dan ook beschouwd worden als een HVDC-verbinding, en niet als een offshore wind verbinding.

Het vermogen geproduceerd door windturbines is niet constant, maar afhankelijk van de windsnelheid en de technologie. Wanneer men kijkt op jaarbasis spreekt men over de capaciteitsfactor: de verhouding van de geproduceerde energie in een jaar over de theoretisch maximale energie die opgewekt kon worden in dat jaar. Voor de huidig geïnstalleerde Belgische offshore wind is de capaciteitsfactor iets minder dan 40 %, waarbij de wind iets sterker is in de winter en iets zwakker in de zomer². De nieuwe offshore wind zal waarschijnlijk een capaciteitsfactor hebben die iets hoger ligt, tussen 40 en 50 %. Voor onshore wind ligt deze iets lager (25-30 %). Voor de berekeningen wordt er een gewogen gemiddelde gebruikt van 40-43 %.



Figuur 9 Vermogen doorheen de NEMO verbinding in 2019 en 2020 waarbij de exports (links) duidelijk minder vaak voorkomen dan de imports (rechts). Voor een beduidend aantal tijdstippen werd er geen vermogen door de Nemo link gestuurd. (figuur door Tamas Borbath op basis van publieke data)

² <https://www.belgianoffshoreplatform.be/en/news/winter-2019-2020-offshore-wind-energy-in-the-belgian-north-sea-breaks-record/>

BEREKENING:

Tabel 2 Bijdrage van verschillende grote bronnen in het vermogen dat door de combinatie Ventilus-Stevin naar het binnenland stroomt

	Capaciteit (max vermogen), MW	Bijdrage injectie (capaciteitsfactor %)	Bijdrage injectie in MW
Bestaande offshore	1900	38	722
Nieuwe offshore (zonder nautilus)	2100	50	1050
Nieuwe onshore	600	30	180
Nemo HVDC	1000	50	500
Nautilus HVDC + wind	1400	50	700
Totaal (MW)	7000		3152

In tabel 2 staat een overzicht van de verschillende bronnen die in rekening gebracht werden, en hun verwachte belasting: gemiddeld wordt er 3152 MW via de Ventilus en Stevin verbinding naar het binnenland getransporteerd. Merk op dat dit een hoge inschatting is.

Om de jaargemiddelde belasting door de Ventilus verbinding te berekenen, vermenigvuldigen we het totale vermogen met 0,57, wat resulteert in een vermogen van 1796 MW, of 30 % van de capaciteit van de Ventilus verbinding.

Theoretisch zou men ook kunnen veronderstellen dat de twee HVDC-verbindingen enkel gebruikt gaan worden voor invoer van elektriciteit. Dan dient men de bijdrage voor deze 2 injecties 100 % te veronderstellen, wat een theoretisch maximum van 42 % zou opleveren.

2.2.3 DISCUSSIE: GEVOLGEN VAN INCIDENTEN

Na een incident tijdens onderhoud kan een transmissielijn uitgeschakeld worden. Hierdoor zal het resterend vermogen verdeeld worden over de nog beschikbare verbindingen. De vraag stelt zich of dat deze uitbating na een incident een invloed heeft op de jaargemiddelde stroom door Ventilus:

- Onmiddellijk na een incident (uitval) van een circuit zal de stroom zich herverdelen over de nog beschikbare circuits
 - Maximum vermogen kan door de lijn vloeien (kortstondig) indien max wind + import
 - → Bij uitval 1 circuit (3 GW) Stevin: Initieel, bij 7 GW injectie:
 - +/- $2/3 \times 7/2 = 2.3$ GW per draadstel (4.6 GW Ventilus) = 78 % maximaal
 - Deze situatie is van beperkte duur → Geen noemenswaardige invloed op jaargemiddelde
- De nieuwe toestand is mogelijk ook niet langer N-1 veilig, dus wordt gecorrigeerd op korte termijn (15min, 1h) door vermindering import of wind (capaciteit beperkt tot iets minder dan 6 GW)
 - +/- $2/3 \times 6/2 = 2$ GW = 66 % maximaal continu (minder dan in normale werking!)
 - Werkelijke belasting: afhankelijk van wind en uitwisseling Nemo en Nautilus
 - In geval van langdurige uitval of werken (gedurende weken of langer), kan er een beperkte verhoging van de jaarbelasting zijn omdat men meer tot op de N-1 limiet kan werken (proportioneel tot de duur van de onbeschikbaarheid en de wind - import).
 - → Beperkte impact op gemiddelde

7.2 TOELICHTING VAN DE ONDERZOEKSRESULTATEN DOOR DE EXPERTEN TECHNOLOGIE EN GEZONDHEID

7.2.1 RESULTATEN ONDERZOEK TECHNOLOGIE DOOR PROF. DIRK VAN HERTEM (28.10.2021)

Ventilus verbinding

Technische analyse

28/10/2022

Dirk Van Hertem

Rapport ter ondersteuning Ventilus intendant

Status activiteiten

- Achtergrond netwerkinvesteringen, lange termijn evoluties
- Antwoord op vragen, feedback verzoekschrift
 - Analyse uitgevoerd, rapport in ppt vorm
- Analyse opties
 - Analyse uitgevoerd, rapport in ppt vorm
 - Conclusies
- EM Velden
 - Belasting Ventilus + breedte veld (in samenspraak met omgeving en prof. Adang)
- Deep dive vragen
 - Beantwoord waar noodzakelijk
 - Gedeeltelijk nog open (te zien in welk detail te rapporteren)

Kernvragen technische analyse alternatieven

1. Verbind offshore wind (totaal 4-5 GW, +/- 2.1 GW nieuw) met het centrale transmissienet
2. Faciliteer nieuwe interconnectoren, Nautilus, optie Denemarken
3. Bijkomend: Upgrade West-Vlaanderen

- Structurele oplossing gezocht die robuust is en future proof
- Focus is Ventilus (alternatief) en niet Boucle du Hainaut (geen detail analyse), assumptie: BdH wordt gerealiseerd

Energie eiland en 3.5 GW ipv 2.1 GW Mededeling 15/10/2021

Origineel
2100 MW wind
Nautilus (1* 1400 MW)

Nieuw plan
3150-3500 MW wind
Nautilus (1* 1400 MW) connecteert
wind op prinses Elisabeth zone?



<https://www.4coffshore.com>

- Origineel:
 - 2.1 GW Wind
 - Nautilus 1.4 GW
- Aankondiging 15/10/2021
 - Uitbreiding wind naar 3.15-3.5 GW
- Visie Elia
 - Capaciteit van nautilus blijft dezelfde (1.4 GW)
 - Resterende wind capaciteit = 2.1 GW (zoals origineel)
 - → Geen invloed op uitkomst analyse
 - Zelfs als er twee windparken op aangesloten worden
 - Energie eiland voor toekomstige aansluitingen
- Analyse over de effecten op Ventilus en de verschillende alternatieven nog niet volledig uitgevoerd en doorgesproken met burgerplatformen
- Resterende slides hebben betrekking tot de analyse uitgevoerd voor de behandeling

Plandoelstellingen en hun koppeling

1. De Vlaamse Regering stelde 6 plandoelstellingen voor in de startnota Ventilus.
2. De burgerplatformen vragen of de combinatie van deze plandoelstellingen in één plan een oplossing in gelijkstroom onmogelijk maken.
3. Men vraagt concreet om bepaalde plandoelstellingen te schrappen, aan te passen of te milderen, om het voorzorgsprincipe te kunnen toepassen (minder EMF).

Plandoelstellingen en hun koppeling

1. Plandoelstellingen zijn gekoppeld aan een instrument (Gewestelijk Ruimtelijk Uitvoeringsplan).
2. Plandoelstellingen hebben niet als bedoeling om een bepaalde technologie te weerhouden, maar om de verschillende uitdagingen (hier concrete de hoogspanningsinfrastructuur) binnen een bepaald plan zoveel als mogelijk te integreren/bundelen om de impact op mens en milieu te minimaliseren.
3. De zinvolheid van de plandoelstellingen staan niet ter discussie.
4. Analyse of er door de koppeling van de plandoelstellingen onnodig zware beperkingen gecreëerd zijn die de technologiekeuze stuurt.

Samenvatting plandoelstellingen en kenmerken

- Vraagstelling/opmerkingen burgerplatformen:
 - De verwoording van enkele van de plandoelstellingen had beter kunnen zijn
 - Een aantal van de plandoelstellingen (versterking West Vlaamse net en aansluiting onshore wind) zijn niet strikt noodzakelijk, maar trachten infrastructuurbundeling te promoten
- Maar de door de burgerplatformen voorgestelde veranderingen aan de plandoelstellingen, zover aanvaardbaar, geven geen directe aanleiding tot andere opties om de benodigde transmissiecapaciteit uit te bouwen: er is geen directe reden om de procedure te herzien vanwege te strikte (koppeling van) plandoelstellingen

Analyse alternatieven: Methodiek

- Voor alle opties/alternatieven, > 20 aspecten bekeken:
- Technisch realiseerbaar en realistisch
 - Injecties mogelijk
 - Conceptueel
 - Practisch
- Betrouwbaarheid oplossing
- Gevolgen EMF
- Hoe robuust en toekomst gericht is de oplossing
- Corridor
- Andere systeem-upgrades nodig (inclusief verschuiving)
- Voldoet het/draagt het bij aan de plandoelstellingen
- Samenvattende evaluatie

Zwaar nadeel

Nadeel (moeilijk/kost/efficiëntie)

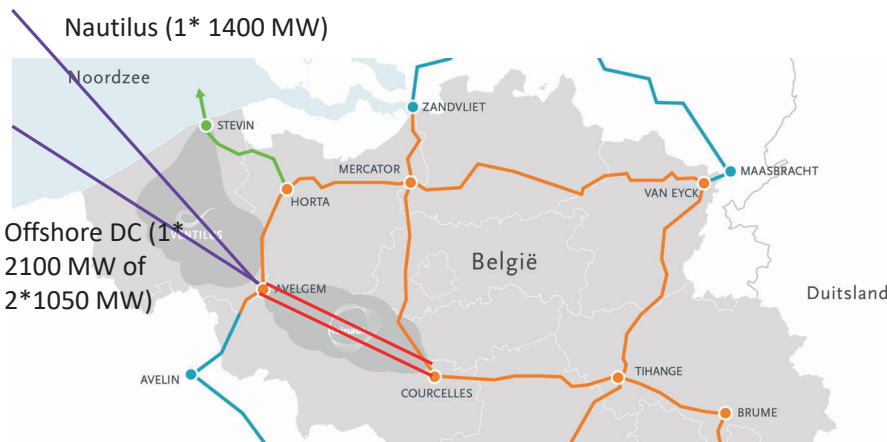
Neutraal (voor en nadeel of geen effect)

Voordeel

Onderzochte opties

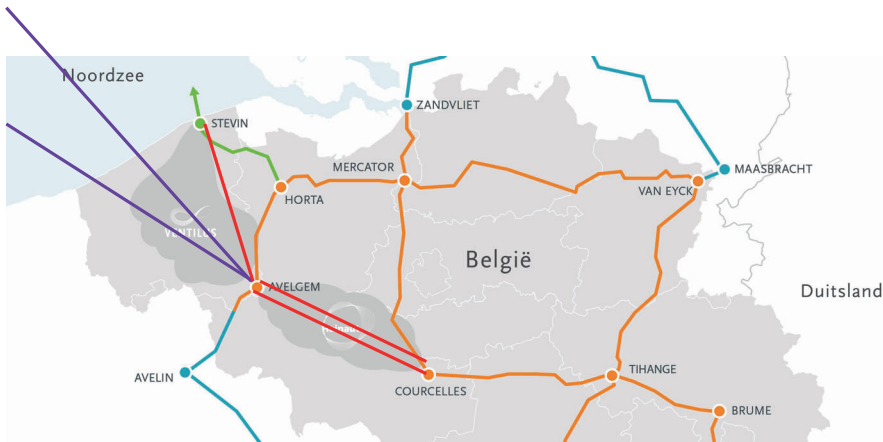
- Directe connecties
 - Directe connectie Avelgem (inclusief Izegem, Horta, Rodenhuize) van Nautilus en offshore wind AC/DC
 - Directe connectie zone Antwerpen (Doel / Mercator) van Nautilus en offshore wind AC/DC
 - Connecties diep in binnenland
- Deel oplossingen
 - Lokale upgrade via 150 kV voor West-Vlaamse netwerk
 - Inlusing beperkt tot 3 GW
 - Upgrade Stevin naar 6 GW
- Prepare for future
 - Hoog vermogen DC via Ventilus trace voor latere integratie in DC netwerk
 - (Ventilus initeel in AC, conversie naar DC wanneer mogelijk)

Samenvatting alternatieven connectie regio Avelgem



- Verbind Nautilus en offshore met DC (+ Denemarken kabel) met post binnenland (Avelgem meest logische keuze)
- Lokale (W.-Vl.) upgrade 150 kV
- Boucle Du Hainaut nodig om Horta – Mercator te ontlasten
- Aansluiting DC technisch mogelijk, maar:
 - Betrouwbaarheid offshore levering afhankelijk van niet redundante lange lijn
 - Offshore wind met DC is moeilijk binnen voorgesteld tijds kader
 - Upgrade 150 kV voor lokale investeringen West-Vlaanderen (afzonderlijk) met lange verbindingen
 - 1 (gecombineerd) of meerdere DC corridor (ondergronds)
 - Nautilus omvormerstation verhuist naar Avelgem + Omvormerstation(s) offshore HVDC Avelgem
 - Verdere ontwikkelingen vragen nieuwe investeringen/procedure
 - Onvoldoende voor robuuste en future proof oplossing

Samenvatting alternatieven connectie Avelgem + inlissing



- Verbind Nautilus en offshore met DC (+ Denemarken kabel) met post binnenland (Avelgem meest logische keuze)
- Boucle Du Hainaut nodig om Horta – Mercator te ontlasten
- + inlissing, 3 GW Ventilus (AC luchtlijn + kabel)
- Aansluiting DC technisch mogelijk, maar:
 - Betrouwbaarheid offshore levering afhankelijk niet redundante lange lijn
 - Offshore DC is moeilijk binnen voorgesteld tijds kader
 - 1 (gecombineerd) of meerdere DC corridor (ondergronds)
 - Nautilus omvormerstation verhuist naar Avelgem + Omvormerstation(s) offshore Avelgem
- Robuust en future proof
- AC corridor vergelijkbaar met Ventilus (één draadstel ipv 2, Breedte EMF veld zelfde grootte-orde)

Samenvatting alternatieven connectie regio Antwerpen



- Verbind Nautilus en offshore met DC (+ Denemarken kabel) met post binnenland (regio Antwerpen)
- Lokale (W.-VI.) upgrade via 150 kV (zonder inlissing)
- Versterking regio Antwerpen (gebruikt nieuwe hosting capaciteit door nieuwe en geplande upgrades)
- + inlissing, 3 GW Ventilus (AC luchtlijn + kabel)
- Technisch mogelijk, maar:
 - Betrouwbaarheid offshore levering afhankelijk niet redundante, lange lijn
 - Offshore DC is moeilijk binnen voorgesteld tijds kader
 - Langere (ondergrondse, DC) corridor
 - Upgrade 150 kV voor lokale investeringen West-Vlaanderen (afzonderlijk) met lange verbindingen
 - Verschuiving flows (en velden) van Ventilus naar regio Antwerpen (gebruikt beschikbare hosting capacity bij volledige uitbreiding zoals gepland (HTLS, Brabo3) + sterke invloed op interconnectie + verschuiving velden)
 - → bijkomende investering regio Antwerpen nodig op termijn (na aansluiting)
 - Scheldekabel: elektrisch goede oplossing, maar doorkruising vaargeul, sluisen, baggerwerken, Nederlands grondgebied, Natura 2000,... → Niet realistisch?
- Geen inlissing: niet robuust en future proof
- Inlissing: geeft AC corridor vergelijkbaar met Ventilus (één draadstel ipv 2, EM veld zelfde grootte-orde)

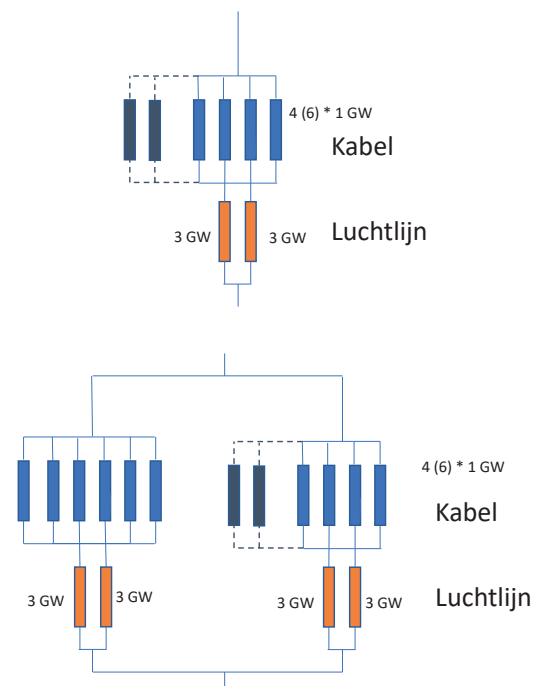
Samenvatting alternatieven connectie dieper binnenland



- Verbind Nautilus en offshore met DC (+ Denemarken kabel) naar sterk connectiepunt in binnenland
- Lokale (W.-Vl.) upgrade via 150 kV
- **In principe mogelijk, maar:**
 - **Lost het echte probleem niet op**
 - Verbindingen naar Avelgem of Antwerpen regio zijn mogelijk
 - **Lange (duur), niet-redundante oplossing**
 - **Verschuiving van de lasten (infrastructuur + velden)**
- Enkel te overwegen indien Boucle du Hainaut **niet** gerealiseerd wordt

Versterking Stevin

- Stevin verbinding is nu $2 * 3 \text{ GW} + 4 * 1 \text{ GW}$
- Als dusdanig kan de Stevin link nu niet meer dan 3 GW belast worden (N-1 criterium: bestand tegen uitval van of 1 stuk OHL over 1 stuk kabel)
- Voorstel buurtcommittees: uitbreiding Stevin verbinding (kabel stuk) zodat we tot 6 GW over het volledige circuit komen ($2 * 3 \text{ GW OHL} + 6 * 1 \text{ GW kabel}$)
- Echter, deze nieuwe verbinding heeft in N-1 nog altijd dezelfde capaciteit, namelijk 3 GW (in dit geval beperkt door uitval luchtlijn)
- Structureel biedt dit geen versterking zonder de Ventilus verbinding
- Gelijkaardige redenering geldt voor Stevin in vermaasde opstelling Ventilus → 7-8 GW capaciteit totaal, met extra kabels zou dit verhoogd kunnen worden, vooral indien de vermogen verdeling over Stevin en Ventilus dit vraagt
- Als element binnen de aansluiting van offshore, nautilus en de versterking van het West Vlaamse netwerk is de versterking van het kabelsegment Stevin naar 6 GW **geen beslissend element**



Samenvatting “Individuele connecties”

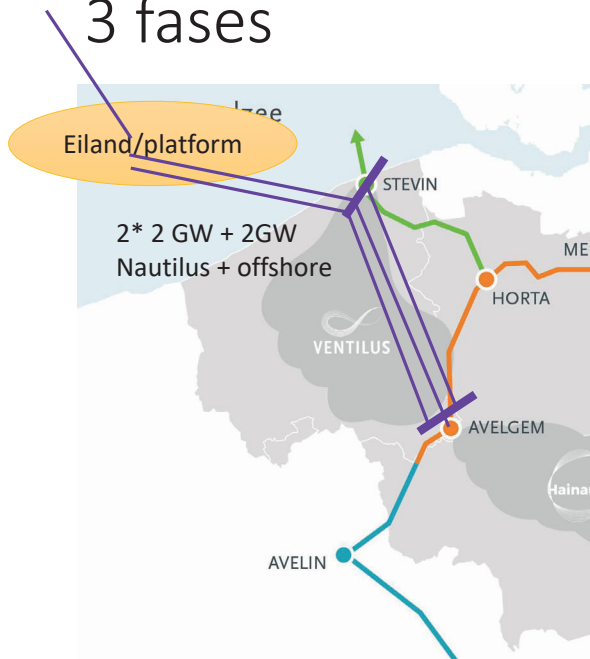
- Individuele connecties **zijn technisch mogelijk** om aan te sluiten (injectie), door middel van HVDC technologie
 - Mits nodige upgrades lokaal via 150 kV netwerk
- **Geen AC velden**
- **Tijds kader ontwikkeling offshore wind** twijfelachtig
- Niet **toekomstgericht** want elke substantiële nieuwe investering vraagt nieuw project
- Niet **robuust want biedt onvoldoende versterking van Stevin-as**
 - **Bij incidenten en onderhoud**
- Optie met beperkte inlusing (Ventilus in beperkt vermogen, 3 GW) lost robuustheid op, maar heeft geen fundamentele voordelen op originele oplossing

Concept “prepare for future”

- Kijk naar welke ideale oplossing (voldoen aan alle voorwaarden, en DC realisatie traject) in de toekomst realiseerbaar is
- Bouw vandaag wat kan
- Upgrade naar de ideale oplossing wanneer de technologie klaar is
- 3 concepten:
 - Eerst AC, later omvormen naar DC
 - AC -> DC: Wordt toegepast in Ultranet, maar voor deze toepassing eerder theoretisch concept, hergebruik installatie beperkt, omschakeling moeilijk en tijdrovend
 - DC op toekomstige DC grid spanning (voorafname HVDC grid) 3 GW
 - DC op toekomstige DC grid spanning (voorafname HVDC grid) 2*2 GW

Alternatief: 2*2 GW offshore → Avelgem

3 fases



- Concept:
 - Initieel niet robuust, maar bouwen aan toekomstvisie DC grids
- Begin radiaal, niet redundant Avelgem naar offshore + nautilus met “future proof” HVDC (525 kV of zelfs 640 kV), gebruik makende van Ventilus tracé.
- Multi-terminal en multi-vendor “ready”
- Inlusning in DC wanneer mogelijk (Extra verbinding) → robuustheid
- Vermazing wanneer mogelijk
- Initieel, upgrade W.-VI. 150 kV AC
- **Moeilijke uitbating**
- **Initieel 2 omvormerstations in regio Avelgem, later 3 in regio Avelgem en 2-3 in regio Stevin**
- **2 GW voor offshore aansluiting geen standaard beschikbare optie → timeline offshore ontwikkeling in gevaar? + lange niet-redundante lijn (vlg DC naar Avelgem)**
- **Multivendor – Multi-terminal ready: nog onduidelijk hoe technologie van vandaag voldoet aan vereisten toekomst (gaat de initiële installatie upgradebaar zijn, hoe vandaag specificeren)? → kan vandaag nog niet besteld worden → uitstel offshore**
- **Risico op “verkeerde” spanning**
- → Risico op sunk investment die nooit verder zal komen dan de initiële niet robuuste oplossing
- → Risico investering niet geschikt voor backbone van het Belgische netwerk

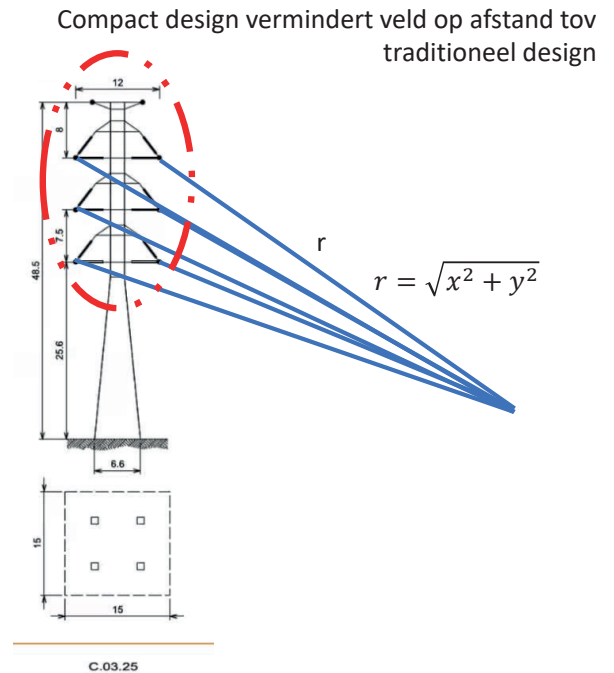
Samenvatting alternatieven

- Verschillende alternatieve connecties onderzocht
- Alle opties vereisen Boucle du Hainaut en/of additionele verschuiving probleem naar zone Antwerpen
- Basisconcept voorstellen burgerplatforms “Individuele connecties naar binnenland”:
 - Verbind individueel, door middel van HVDC, naar binnenland
 - Upgrade West Vlaanderen met 150 kV kabels
 - Samenvattende analyse:
 - Realisatie individuele HVDC verbindingen is mogelijk
 - Offshore integratie met DC moeilijk tijdsmatig
 - Voordeel voor omwonenden in West Vlaanderen, **Geen robuuste oplossing en geen future proof oplossing**
 - **Tenzij inlusning:** additioneel een ventilus verbinding op 3 GW (AC, OHL)
 - **geen meerwaarde voor omwonenden noch maatschappij**
- Concept “Prepare for Future”
 - Realiseer zo snel mogelijk elementen van robuuste DC oplossing (hoog vermogen, vermaasd) die nu al mogelijk zijn
 - Upgrade systeem wanneer technologie beschikbaar komt (**tijdelijk** niet aan alle eisen voldoen)
 - Samenvattende analyse:
 - Conceptueel interessante optie
 - Initiële investeringen zullen integratie offshore vertragen (timeline issue door HVDC offshore + extra vereisten HVDC (niet beschikbaar))
 - Geen garantie dat technologiekeuze vandaag “upgradebaar” is en dat het deel kan uitmaken van toekomstig DC net (juiste spanning)
 - Onduidelijk of en wanneer upgrade gerealiseerd kan worden;-mogelijkheid permanent niet aan eisen te voldaan (sunk investment)
 - **Risicovolle investering niet geschikt voor backbone van het Belgische netwerk**
- Ventilus alternatief zoals bevestigd in technologiekeuze (2* 3 GW luchtlijn + gedeeltelijk ondergronds)
 - Current day technology (op de nieuwe standaard capaciteit)
 - Te realiseren binnen tijds kader
 - **Robuuste, future proof oplossing voor Vlaanderen om de noodzakelijke stap in de energietransitie te realiseren tegen 2030**

Elektromagnetische velden bij transmissielijnen

$$B = \frac{\mu_0 \cdot I}{2 \cdot \pi \cdot r}$$

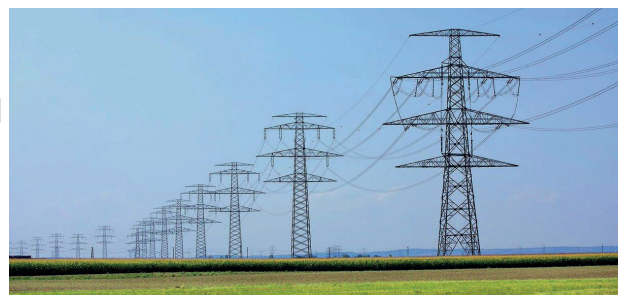
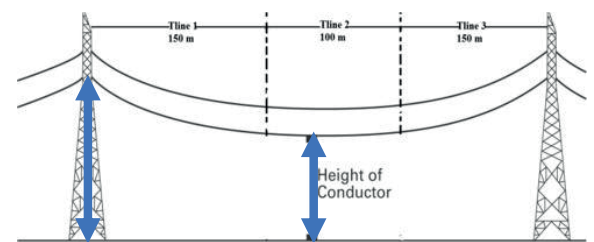
- Magnetische velden veroorzaakt door stroom
- De stroom door de 3 Fasen is 120 graden verschoven (soms stromen is 0 op elk ogenblik)
- Als de draden tegen elkaar liggen, is het resulterend $B=0$, maar dat gaat niet (kortsluiting)
- Transmissielijnen zijn enkele meters van elkaar gescheiden → een resulterend veld $B > 0$
- 3 fasen compenseren elkaar, maar afstanden zijn verschillend
- Gecombineerd veld evenredig met $1/r^2$ ver van de lijn



Elektromagnetische velden bij transmissielijnen

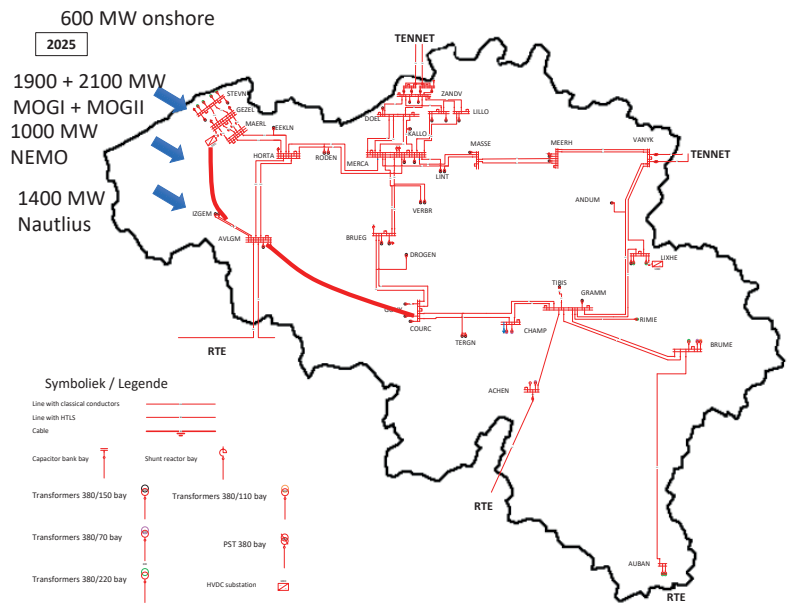
- Magnetische velden veroorzaakt door stroom
- De stroom door de 3 fasen is 120 graden verschoven (soms stromen is 0 op elk ogenblik)
- Als de draden tegen elkaar liggen, is het resulterend veld 0, maar dat gaat niet (kortsluiting)
- Transmissielijnen zijn enkele meters van elkaar gescheiden → een resulterend veld $B > 0$
- 3 fasen compenseren elkaar, afstanden zijn verschillend
- Gecombineerd veld evenredig met $1/r^2$ ver van de lijn
- Hoogte (y) afhankelijk van de doorhang
- Hoogte kan ook “aangepast” worden door hogere pylonen te gebruiken

$$r = \sqrt{x^2 + y^2}$$

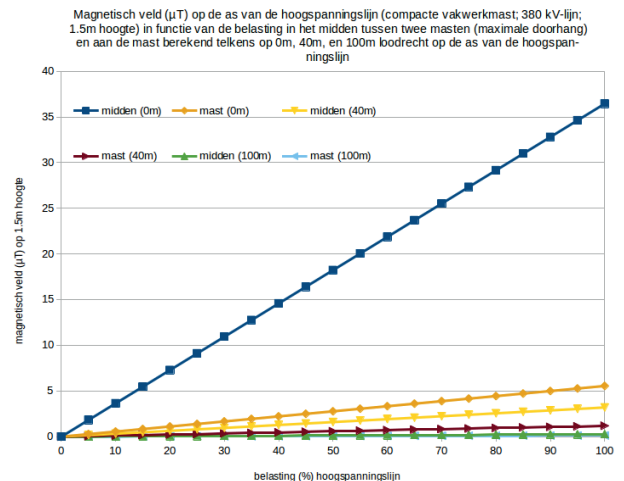
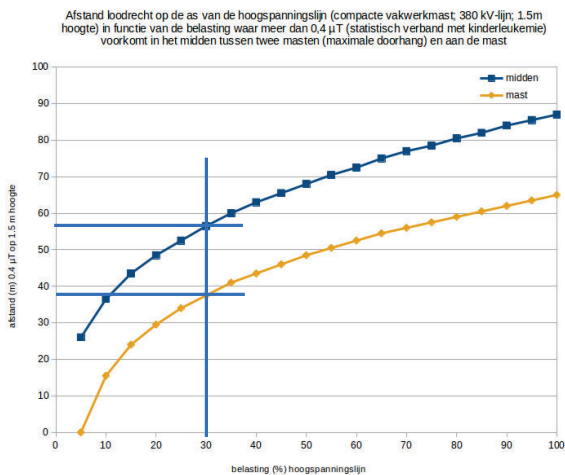


Flows (stroom) door Ventilus link

- Alle injecties op Stevin:
- 4000 MW offshore wind (rechtstreeks op 380 kV)
- 600 wind onshore aangesloten
- 2400 MW HVDC
- ➔ injectie is max 7 GW
- Max ogenblikkelijke flow per ventilus circuit
 - Wind 100 %, en 100% import
 - System normale werking
 - $0.57 * 7/2 \Rightarrow 66 \%$ belasting
- Max gemiddelde flow:
 - 100 % import + wind variabel
 - Capacity factor 40 %
- Maximum gemiddelde (onrealistisch)
 - $0.57 * (4.6 * 0.4 + 2.4) / 2 \Rightarrow 40 \%$
- Realistisch max gemiddelde flow
 - NEMO nu: voornamelijk export
 - Veronderstelling 50 % import (75 % import, 25 % export)
 - $0.57 * (4.6 * 0.4 + 2.4 * 0.5) / 2 \Rightarrow 29 \%$ belasting



Breedte veld (berekening departement omgeving) Compact mast



Samenvatting

- Ventilus past in groter kader van toenemende capaciteit in België en naar het buitenland → grotere vermogenstromen over grotere afstanden
- Het is mogelijk om de offshore wind en nautilus rechtstreeks te verbinden naar het binnenland, gebruik makende van HVDC, maar dat heeft beperkingen:
 - Tijds kader offshore wordt onrealistisch
 - Versterkingen binnenland vanuit bestaande netwerk
 - Robuustheid en toekomstgerichtheid netwerk
- Omgevingseffecten:
 - AC netwerk
 - heeft een corridor van 110 (tot 180) m boven 0.4 uT limiet (40-tal meter voor kabel stuk)
 - Zichtbare pylonen en lijnen
 - HVDC
 - Geen AC velden
 - Corridor beperkt tot installatie (20 tot 40 m)
 - Grote conversiestations
 - Ondergronds
- Resultaten onder voorbehoud van 3.5 GW uitbreiding check

7.2.2 RESULTATEN ONDERZOEK GEZONDHEID DOOR PROF. DIRK ADANG (28.10.2021)

Hoogspanningslijnen & Gezondheid



© Dr. Dirk ADANG
Prof. UHasselt
Hoge Gezondheidsraad
28/10/2021

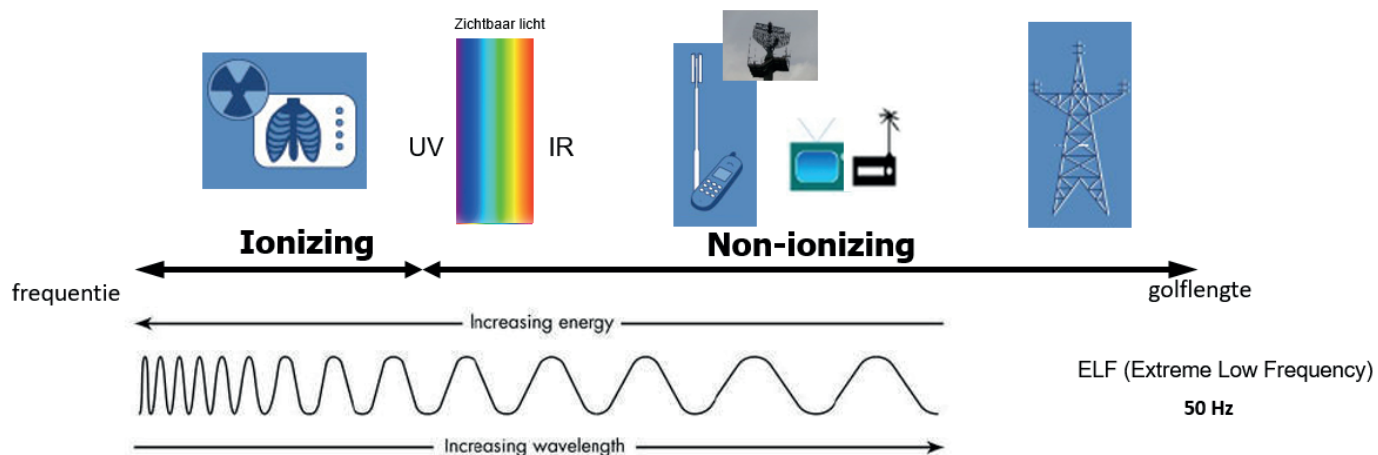


© 2021 Dr. Dirk ADANG - Niets uit deze volledige presentatie/uitgave mag worden gebruikt, gedeeld, verspreid en/of openbaar gemaakt, op welke wijze en voor welke doeleinden dan ook zonder toestemming van Dr. Dirk ADANG. De slides en inhoud van deze volledige presentatie zijn en blijven eigendom van Dr. Dirk ADANG en het gedeeltelijk of volledig gebruik ervan zijn verboden zonder uitdrukkelijke schriftelijke voorafgaande punctuele toestemming van deze laatste. Bedoelde aanvraag tot toestemming is recurrent.

Doelstellingen

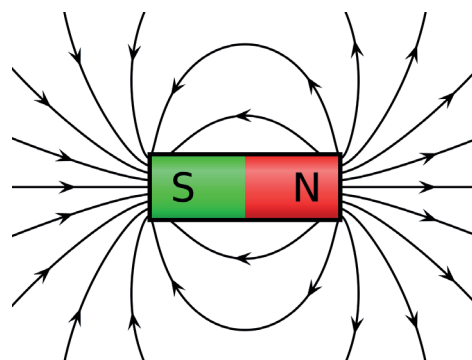
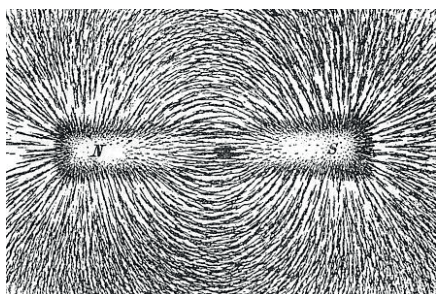
- Antwoorden op gestelde vragen burgerplatformen
 - Werkingsmechanisme elektromagnetische straling
 - Elektrisch veld
 - Magnetisch veld
 - Biofysica
 - Gezondheidseffecten
 - Normering
- *Take-home messages*
- Bespreking & interactie

Het elektromagnetisch spectrum



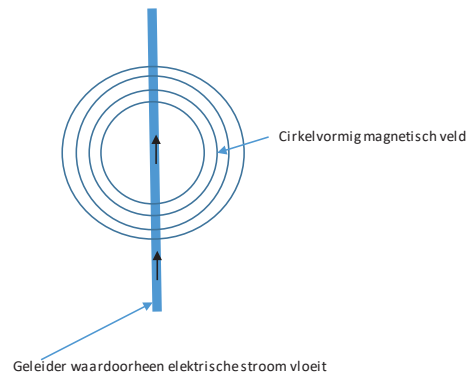
© 2021 Dr. Dirk ADANG - alle rechten voorbehouden - geen kopie toegelaten

Magnetisch veld omheen magneet



© 2021 Dr. Dirk ADANG - alle rechten voorbehouden - geen kopie toegelaten

Magnetisch veld rond stroomvoerende geleider



© 2021 Dr. Dirk ADANG - alle rechten voorbehouden - geen kopie toegelaten

Magnetisch veld

- Magnetische veldlijnen rond en in een magneet
- Bewegende ladingen (stroomdraad)
- Oefent een kracht uit op een elektrische stroom
- Eenheid: A/m
- **Stroomsterkte** bepaalt grootte magnetisch veld

© 2021 Dr. Dirk ADANG - alle rechten voorbehouden - geen kopie toegelaten

Waarom duidt men het magnetisch veld de ene keer aan met 'H' en de andere keer met 'B'?

- Omdat er een relatie bestaat tussen de magnetische inductie (B) en magnetische veldsterkte (H)
- $\mathbf{B} = \mu \cdot \mathbf{H}$
 - Eenheid: $(\mu)\text{T} = (\text{micro})\text{Tesla}$
 - μ : magnetische permeabiliteit van het medium in kwestie

© 2021 Dr. Dirk ADANG - alle rechten voorbehouden - geen kopie toegelaten

Werkingsmechanisme van elektrische en magnetische velden van de hoogspanning op het menselijk lichaam

© 2021 Dr. Dirk ADANG - alle rechten voorbehouden - geen kopie toegelaten

Effecten van blootstelling aan elektromagnetische velden

- De **aard** van een reactie hangt hoofdzakelijk af van de frequentie
 - Want verschillende frequenties interageren op verschillende manier met het lichaam
 - Extreme Low Frequency-velden (ELF) veroorzaken o.a. stimulatie van zenuwen en spieren (gezondheidseffect), terwijl microgolven biologische weefsels opwarmen
- De **omvang** van de reactie is afhankelijk van de **intensiteit** van het veld
 - Zwakkere velden: hoofdzakelijk waarnemings- en zintuiglijke effecten
 - Sterkere velden: meer ernstige reacties → gezondheidseffecten
 - Vb. stimuleren van zenuwen en spieren
- Opdat er reacties optreden moet een grenswaarde van blootstelling overschreden worden

© 2021 Dr. Dirk ADANG - alle rechten voorbehouden - geen kopie toegelaten

Effecten elektromagnetische velden

- Directe effecten komen voort uit de interactie tussen elektromagnetische velden en het lichaam
- Kunnen zowel thermisch als *low-thermal* (niet-thermisch) zijn
 - Casus Hoogspanningslijnen: *low-thermal effects*

© 2021 Dr. Dirk ADANG - alle rechten voorbehouden - geen kopie toegelaten

Elektrisch veld: effect op menselijk lichaam

- Laagfrequente elektrische velden buiten het lichaam kunnen elektrische velden in de lichaamsweefsels induceren
- Het veld veroorzaakt voornamelijk een migratie van ladingen aan het oppervlak van het lichaam. Deze geïnduceerde stromen lopen over het oppervlak van het lichaam.
- Het lichaamsoppervlak biedt een hoge mate van afscherming
- **Aangezien E-veld van de hoogspanning omzeggens niet in het menselijk lichaam penetreert → focus op magnetisch veld**

© 2021 Dr. Dirk ADANG - alle rechten voorbehouden - geen kopie toegelaten

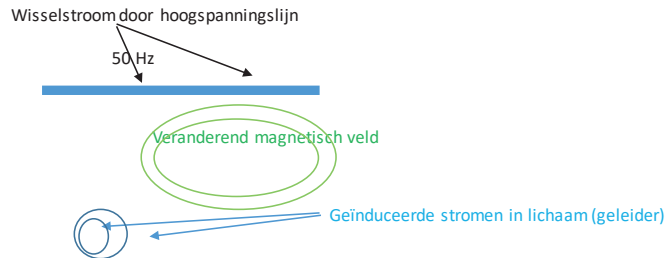
Elektrisch veld: effect op menselijk lichaam

- Menselijk lichaam = geleider
- O.i.v. extern elektrisch veld: opstapeling van elektrische ladingen aan oppervlak lichaam
 - Macroscopisch:
 - Bewegen haartjes op huid, kriebelend gevoel
 - Kleine vonkjes tussen huid en objecten die men aanraakt (bril, kledij, ...)
 - Waarnemingsdrempel: verschillend mens/mens
 - <10 kV/m: minderheid voelt iets (//luchtstroom langs de huid)
 - Vanaf 20 kV/m: meerderheid voelt prikkelingen

→ focus op magnetisch veld

© 2021 Dr. Dirk ADANG - alle rechten voorbehouden - geen kopie toegelaten

Veranderend magnetisch veld induceert kringstromen in een geleider



Wanneer een geleider in een veranderend magnetisch veld wordt geplaatst, ontstaat in die geleider een elektrisch veld dat op zijn beurt cirkelvormige geïnduceerde stromen opwekt, 'wervelstromen' ('eddy currents') of Foucault-stromen

© 2021 Dr. Dirk ADANG - alle rechten voorbehouden - geen kopie toegelaten

Effecten magnetisch veld

Frequentie	Effect	Effecten op de zintuigen	Effecten op de gezondheid
1 Hz - 10 MHz (50 Hz)	Niet-thermisch	<p>Netvliesfosfenen* vnl. +/- 20 Hz (1- 400 Hz in EU Richtlijn) → veiligheidsrisico</p> <p>*Magnetofosfenen ontstaan in de retina (fotoreceptoren) *intensiteit >> dagdagelijkse normale blootstelling 30 Hz: 10 mT (10 000 μT)</p>	<p>Stimulatie zenuwen * (magn.):</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪Tintelend gevoel of pijn door zenuwstimulatie ▪Spontane spierbewegingen (spiertrekkingen) ▪Hartritmestoornissen <p>*extrem hoge intensiteiten</p>
		<p>50 Hz (WHO)</p> <p>>500 - 5 000 μT: beperkte biologische effecten >5 000 - 50 000 μT: effecten op CNS en Gezichtsvermogen (CNS=centraal zenuwstelsel: mineure wijzigingen in hersenfunctie (1-400 Hz):</p>	<p>50 Hz (WHO)</p> <p>>50 000 - 500 000 μT stimulatie weefsels > 500 000 μT ventriculaire fibrillaties</p>

© 2021 Dr. Dirk ADANG - alle rechten voorbehouden - geen kopie toegelaten

Belangrijke opmerkingen

- Ten aanzien van de interpretatie van de studies over kleine risico's in complexe domeinen, kan één enkele studie (of soort studie) geen definitief antwoord geven
 - De resultaten moeten volgens diverse modaliteiten bevestigd worden
- Biologische effecten vs. Gezondheidseffecten
 - Verandering in bepaalde biologische parameters
 - Hoeven niet noodzakelijk schadelijk voor de gezondheid te zijn
 - Vb. warm bad; vaccinatie (reactieve lymfocytose)

© 2021 Dr. Dirk ADANG - alle rechten voorbehouden - geen kopie toegelaten

Causaal verband

- Het bepalen van een causaal verband vereist het evalueren van de aanwezigheid van criteria zoals (criteria van Bradford Hill):
 - een constant en coherent verband, ongeacht de onderzochte populatie
 - een verband tussen de dosis (graad van blootstelling) en het effect
 - coherentie van het causale verband met bestaande biologische en wetenschappelijke gegevens
 - de aanwezigheid van een experimenteel bewijs ...
- Alvorens te concluderen tot een echt gevaar, is een bevestiging van de resultaten van de epidemiologische studies noodzakelijk, hoofdzakelijk door laboratoriumstudies

© 2021 Dr. Dirk ADANG - alle rechten voorbehouden - geen kopie toegelaten

In beschouwing te nemen pathologieën

- Leukemie
- Andere: Quid?

© 2021 Dr. Dirk ADANG - alle rechten voorbehouden - geen kopie toegelaten

ELF & Leukemie bij kinderen: historiek

- Epidemiologisch onderzoeken verschillende decennia
- **Consistente bevestiging associatie**
- 1979: Nancy Wertheimer & Ed Leeper (Colorado University, Denver)
- 2000: Ahlbom (Karolinska Instituut, Stockholm) +/- 15 studies
 - Ahlbom A, Day N, Feychting M, Roman E, Skinner J, Dockerty J, Linet M, McBride M, Michaelis J, Tynes T, Verkasalo PK. A pooled analysis of magnetic fields and childhood leukaemia. *Br J Cancer*. 2000;**83** (5:692–698).
- Greenland (California University, LA) +/- 15 studies
 - Greenland S, Sheppard AR, Kaune WT, Poole C, Kelsh MA. A pooled analysis of magnetic fields, wire codes, and childhood leukemia. Childhood Leukemia-EMF Study Group. *Epidemiology*. 2000;**11** (6:624–634).

© 2021 Dr. Dirk ADANG - alle rechten voorbehouden - geen kopie toegelaten

ELF & Leukemie bij kinderen: historiek

- 2002: IARC “Mogelijk carcinogeen mens” → groep 2B
- L Kheifets, A Ahlbom, C M Crespi, G Draper, J Hagihara, R M Lowenthal, G Mezei, S Oksuzyan, J Schüz, J Swanson, A Tittarelli, M Vinceti and V Wunsch Filho. **Pooled analysis of recent studies on magnetic fields and childhood leukaemia**, *Br J Cancer*. (2010) 103, 1128–1135.
 - *Pooled analysis* op basis van primaire data van studies na 2000

© 2021 Dr. Dirk ADANG - alle rechten voorbehouden - geen
kopie toegelaten

ELF & Leukemie bij kinderen: historiek

- 2009: Europese Commissie → *Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks* (SCENIHR): statistisch significant verband
- 2010: *l'Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail* (AFSSET): statistisch significant verband
- 2015: SCENIHR: statistisch significant verband
- 2016 + 2018: Zweedse Autoriteit voor Stralingsveiligheid (SSM): statistisch significant verband
- 2018: Gezondheidsraad NL (meta-analyse: resultaten van verschillende onderzoeken samennemen): x 2,7 risico

© 2021 Dr. Dirk ADANG - alle rechten voorbehouden - geen
kopie toegelaten

Huidige stand van zaken

- Onderzoeksresultaten: soms positief, soms negatief
- Bij gebrek aan voldoende harde bewijzen kunnen we gezondheidseffecten van ELF (50 Hz) elektrische/magnetische velden noch bevestigen noch ontkennen (m.b.t. “normale” blootstellingsomstandigheden)
- Kanker: één duidelijk resultaat van de epidemiologische studies: hoger (ongeveer 2x) risico voor kinderleukemie bij langdurige dagelijkse blootstelling aan magnetische velden van 50 Hz met een gemiddelde waarde van de magnetische fluxdichtheid van $> 0,3$ à $0,4 \mu\text{T}$ (over een jaar gemiddelde waarde)
 - Het gaat om een statistisch verband. Een dergelijk resultaat maakt het evenwel niet mogelijk een causaal verband met het effect te bevestigen.
 - GR NL: m.b.t. hersentumoren: zwak verband (oorzakelijkheid?, werkingsmechanisme?)

© 2021 Dr. Dirk ADANG - alle rechten voorbehouden - geen kopie toegelaten

Huidige stand van zaken: quid andere pathologieën?

- Neurodegeneratieve aandoeningen: enkele studies (Hug *et al*, 2006; Huss *et al*, 2009) verband – zij het beduidend minder zeker dan voor kinderleukemie – tussen ELF magnetische velden & ziekte van Alzheimer
 - Vnl. arbeidssituaties (andere bronnen en intensiteiten)
 - Huss *et al*, 2009 namen de afstand tot de hoogspanningslijn als blootstellingsmaat, eerder dan de sterkte van het magnetisch veld*
 - Meer recente studies konden een verband met neurodegeneratieve aandoeningen echter niet bevestigen (Frei *et al*, 2013; Seelen *et al*, 2014; Vinceti *et al*, 2017)
 - Aanwijzingen voor verband: zwak en onzeker, maar verdere aandacht voor de mogelijkheid van zo'n verband is gerechtvaardigd

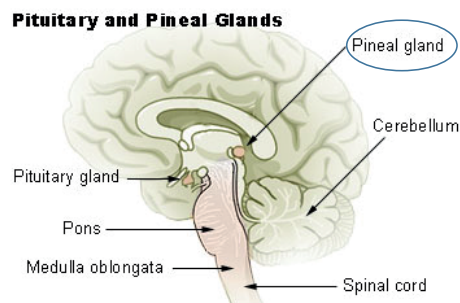
*There was a dose-response relation with respect to years of residence in the immediate vicinity of power lines and Alzheimer's disease: Persons living at least 5 years within 50 m had an adjusted hazard ratio of 1.51 (95% CI: 0.91, 2.51), increasing to 1.78 (95% CI: 1.07, 2.96) with at least 10 years and to 2.00 (95% CI: 1.21, 3.33) with at least 15 years.

© 2021 Dr. Dirk ADANG - alle rechten voorbehouden - geen kopie toegelaten

Invloed elektromagnetische velden op melatonine?

© 2021 Dr. Dirk ADANG - alle rechten voorbehouden - geen kopie toegelaten

Pijnappelklier of epifyse



© 2021 Dr. Dirk ADANG - alle rechten voorbehouden - geen kopie toegelaten

Melatonine

- Instellen dag- en nachtritme (circadiane ritmiek) - bioritme
 - Dagelijkse veranderingen van fysiologische processen die een regelmatig dag- en nachtpatroon vormen
 - overdag → laagst
 - 's nachts → hoogst
- Antioxidant
 - Beschermt neuronen in het CNS tegen vrije radicalen die in actief zenuwweefsel kunnen ontstaan
- Timing geslachtsrijpheid

© 2021 Dr. Dirk ADANG - alle rechten voorbehouden - geen kopie toegelaten

EMF en melatonineproductie

Er werden veel studies werden uitgevoerd op het einde van de jaren 90, maar zonder sluitend bewijs. We gaan ervan uit dat er geen effect is. Personen met hypersensitiviteit rapporteren een lagere slaapkwaliteit en -kwantiteit, maar dit kon niet worden teruggevonden in melatonine-concentraties.

Enkele recentere studies brengen evenmin sluitend bewijs: EM velden veroorzaakten een marginaal statistisch significante verhoging van melatoninegehalten bij blootgestelde ratten in vergelijking met de controlegroep. Slaapanalyse gaf aan dat blootstelling aan EM velden weinig effect hadden op de slaaparchitectuur, in ieder geval niet binnen de eerste dag na 1 maand continue blootstelling.

Het lijkt onwaarschijnlijk dat de klinische verschijnselen (depressie, stemmings- en slaapstoornissen, kwaadaardige aandoeningen, enz.) die in sommige studies van mensen die in de buurt van elektrische leidingen of onderstations wonen of werken, in verband worden gebracht met een verstoring van hun melatoninespiegel. Het is mogelijk dat het verschil dat bij dieren en mensen wordt waargenomen in de effecten op melatonine te wijten is aan zowel de verschillen in anatomische ligging en configuratie van de pijnappelklier als het verschil in het rustritme tussen knaagdier en mens. Een verschillende gevoeligheid voor magnetische velden tussen soorten zou ook een deel van de verklaring kunnen zijn. Een grotere gevoeligheid voor magnetische velden van sommige menselijke proefpersonen kan niet worden uitgesloten, maar is nauwelijks aantoonbaar vanwege de zeer grote interindividuele variabiliteit van de melatonine concentraties.

© 2021 Dr. Dirk ADANG - alle rechten voorbehouden - geen kopie toegelaten

EMF en melatonineproductie

Conclusie

Is er wetenschappelijk onderbouwd onderzoek beschikbaar over de invloed van magnetische velden op melatonine? Kan er verwezen worden naar onderzoeksresultaten hierover?

Er is een veel onderzoek beschikbaar over de invloed van magneetvelden op melatonine. Een overzicht staat in de EHC van de WHO (Environmental Health Criteria Monograph No.238 - Extremely Low Frequency Fields) © World Health Organization Geneva, 2007) De

conclusie in 2007 was: 'However, the overall evidence suggests that human melatonin rhythms are not significantly delayed or suppressed by exposure to magnetic fields'.

WHO (2007):

'Overall, these data do not indicate that ELF electric and/or magnetic fields affect the neuroendocrine system in a way that would have an adverse impact on human health...'

© 2021 Dr. Dirk ADANG - alle rechten voorbehouden - geen kopie toegelaten

Hoogspanningslijnen en fijn stof?

- Hoogspanningslijnen kunnen fijn stof soms elektrisch opladen
- Dit zou er toe kunnen leiden dat de effecten van fijn stof (hart- en luchtwegaandoeningen) versterkt worden

© 2021 Dr. Dirk ADANG - alle rechten voorbehouden - geen kopie toegelaten

Hoogspanningslijnen en fijn stof?

- Het mechanisme kent 4 stappen
 - **Ontstaan van elektrische ontladingen bij hoogspanningslijnen**
 - **Opladen van fijn stof door corona-ontladingen**
 - **Verspreiden van het extra geladen fijn stof door de wind**
 - Extra neerslag van fijn stof in de luchtwegen, longen of op de huid
- De eerste 3 stappen zijn met metingen **aangetoond**
- De vierde, beslissende stap werd **niet aangetoond**; kon niet plausibel gemaakt worden
 - 'Voor zover nu bekend beïnvloeden bovengrondse hoogspanningslijnen de schadelijke effecten van fijn stof niet'

© 2021 Dr. Dirk ADANG - alle rechten voorbehouden - geen kopie toegelaten

Voorlopige conclusie

- Het gebruik van elektriciteit veroorzaakt een blootstelling aan elektrische en **magnetische velden** van 50 Hz. Het debat over de mogelijke effecten op de gezondheid is belangrijk. Het wetenschappelijk antwoord is complex, want tot op heden:
 - Hebben laboratoriumonderzoeken geen plausibel en reproduceerbaar mechanisme aan het licht gebracht dat gezondheidseffecten zou kunnen verklaren aan de blootstellingsniveaus waarmee wij gewoonlijk worden geconfronteerd.
 - Maar wel consistente bevindingen in epidemiologische studies t.a.v. kinderleukemie → wetenschappelijk plausibel, maar onzeker
 - Epidemiologische studies kunnen systematische fouten vertonen en laten ook niet toe de reële oorzaak van de waargenomen verbanden te bepalen

© 2021 Dr. Dirk ADANG - alle rechten voorbehouden - geen kopie toegelaten

Hoge gezondheidsraad

- **Adviserend** federaal wetenschappelijk orgaan aan de Minister
- **Niet-bindende** adviezen
- HGR kan enkel maar bepaalde maatregelen **suggereren**: “Het is aangewezen om...”

© 2021 Dr. Dirk ADANG - alle rechten voorbehouden - geen kopie toegelaten

Normering

- Geen federale wetgeving inzake ELF (BE)
 - aanbeveling Raad Europese Unie: maximale blootstellingslimiet 100 μ T
- Waalse Gewest & Brusselse Hoofdstedelijk Gewest: sectorale voorwaarden voor uitbating vermogenstransformatoren: limiet 100 μ T
- Vlaamse Gewest: Besluit houdende maatregelen tot bestrijding van de gezondheidsrisico's door verontreiniging van het binnenmilieu (2004 en aangepast in 2018): richt- en interventiewaarden voor ELF: 0,4 μ T en 20 μ T
 - Al wie verantwoordelijk is voor de bouw, het onderhoud of de uitrusting van woningen of publiek toegankelijke gebouwen dient alles in het werk te stellen om de gezondheidsrisico's door verontreiniging van het binnenmilieu maximaal te beperken

© 2021 Dr. Dirk ADANG - alle rechten voorbehouden - geen kopie toegelaten

Grenzen acute *versus* chronische blootstelling

- Acut: directe effecten
- Chronisch: > 1 jaar (jaargemiddelde waarde)

© 2021 Dr. Dirk ADANG - alle rechten voorbehouden - geen
kopie toegelaten

Principes bepaling blootstellingsnormen

- 2 principes
 - **Risk assessment**
 - **Voorzorgsprincipe**

© 2021 Dr. Dirk ADANG - alle rechten voorbehouden - geen
kopie toegelaten

Risk assessment (=risicobeoordeling)

- Geldt voor wetenschappelijk bewezen gezondheidseffecten
 - waar men een veilige drempel kan bepalen
 - en eventueel over een dosis-effectrelatie beschikt

© 2021 Dr. Dirk ADANG - alle rechten voorbehouden - geen kopie toegelaten

Risk assessment

- Voor 50 Hz magnetische velden hoogspanning énkél causaal wetenschappelijk bewijs voor de acute effecten
- Er werden blootstellingsnormen (richtlijnen, aanbevelingen, ...) opgemaakt door internationale wetenschappelijke organisaties gebaseerd op grondige studie en evaluatie van de literatuur
 - WHO, ICNIRP, EU, IEEE
 - Hierop baseren

© 2021 Dr. Dirk ADANG - alle rechten voorbehouden - geen kopie toegelaten

Gezondheidskundige advieswaarde

- Voor bepaling van grenswaarden voor blootstelling aan agentia in het algemeen:
 - naast wetenschappelijke kennis gezondheidseffecten
 - óók technische haalbaarheid en bedrijfseconomische factoren
- De wetenschappelijke component krijgt vorm in gezondheidskundige advieswaarde
 - ->Proberen te bepalen wanneer het schadelijk effect voor het eerst optreedt en wat vanuit gezondheidskundig perspectief de maximaal toelaatbare blootstelling zou mogen zijn na toepassing van een veiligheidsmarge
 - Het bepalen van een gezondheidskundige advieswaarde m.b.t. blootstelling aan magnetische velden van hoogspanningslijnen heeft als doel beschermend te zijn tegen de acute gezondheidseffecten van pijnlijke elektrostimulatie

© 2021 Dr. Dirk ADANG - alle rechten voorbehouden - geen kopie toegelaten

Acute gezondheidseffecten van pijnlijke elektrostimulatie

- Mechanistisch terug te voeren tot celplasmamembraandepolarisatie
 - i.e. verandering van de natuurlijke rustpotentiala over de celmembraan door het *in situ* elektrische veld
 - Alle levende cellen: gepolariseerde celmembranen
 - In neuronen: verandering van de elektrische potentiala van de celplasmamembraan → leidt tot een actiepotentiala (zenuwimpuls)
 - Alleen skeletspiervezels en axonen van neuronen hebben exciteerbare membranen die actiepotentialen geleiden
 - Depolarisatie van de membranen van zenuw- en spierweefsel kan aanleiding geven tot hun excitatie (elektrostimulatie)

© 2021 Dr. Dirk ADANG - alle rechten voorbehouden - geen kopie toegelaten

Gezondheidskundige advieswaarde (m.b.t. acute effecten)

- Raad van de Europese Unie:
 - **Aanbeveling** 1999/519/EG d.d. 12 juli 1999
- Is geen verordening of richtlijn → vrijblijvendheid voor lidstaten om al dan niet op te nemen in hun nationale wetgeving
- België: NIET opgenomen in nationale wetgeving
- Aanbeveling Raad EU berust op ICNIRP-richtlijnen (1998)
 - ICNIRP-richtlijnen geactualiseerd in 2010
 - Raad van de EU paste tot hiertoe aanbeveling niet aan
 - → 50 Hz magnetisch veld: referentieniveau (= blootstellingsevaluatie in de praktijk) = **100 μ T**
 - Ter info: huidige ICNIRP guideline: 200 μ T
- → **Voorstel gezondheidskundige advieswaarde: 100 μ T** (meest conservatieve)

© 2021 Dr. Dirk ADANG - alle rechten voorbehouden - geen kopie toegelaten

Voorzorgsprincipe

- Geldt voor niet-bewezen gezondheidseffecten waar een kans bestaat dat er toch effecten zijn die een grote maatschappelijke impact hebben
 - het voorzorgsprincipe *as such* wordt gereserveerd voor die situaties waarin menselijke activiteiten tot moreel onaanvaardbare schade die **wetenschappelijk gezien wel plausibel maar onzeker** is, zouden kunnen leiden (*World Commission on the Ethics of Scientific Knowledge and Technology, 2005*)
 - Maatregelen nemen vóór de schade zich voordoet
- Omwille van:
 - onvermogen - tot op heden - causaal bewezen effect aan te tonen tussen verblijven in een omgeving gekenmerkt door een magnetische fluxdichtheid van om en bij de 0,3 – 0,4 μ T en het optreden van **kinderleukemie**
 - **IARC (WHO): Cat 2B: ELF = 'Mogelijk carcinogeen voor de mens'**
 - toepassing voorzorgsprincipe m.b.t. hoogspanningslijnen
 - aanbeveling kinderen <15j niet langdurig blootstellen aan jaargemiddelde > 0,4 μ T

© 2021 Dr. Dirk ADANG - alle rechten voorbehouden - geen kopie toegelaten

WHO

- Klemtoon op info, communicatie tussen wetenschap, overheid, bevolking en betrokken industrietak(ken)
- Rekening houden met bezorgdheden publiek
- Voorlichting en raadpleging van de bevolking

© 2021 Dr. Dirk ADANG - alle rechten voorbehouden - geen kopie toegelaten

Take-home messages

- **Vorzorgsprincipe** hanteren (0,3 – **0,4 μT**) voor wat betreft de langdurige blootstelling bevolking aan magnetische velden hoogspanningslijnen
- **Gezondheidseffecten** kortdurende intense blootstelling aan magnetische velden zijn bewezen → gezondheidskundige advieswaarde voor acute effecten: voorstel **100 μT**
- Vastlegging van bovenstaande in **wetgeving** mét uitvoeringsbesluiten
 - B.v. in de Vlarem (HS opnemen als niet-ingedeelde inrichting // gsm-masten)
- Controle van grenswaarden, blootstellingslimieten, ... a.d.h.v. **transparante real-time monitoring (publiek)** en opvolging door onafhankelijke instantie
- **Handhaving**
- Quid binnenmilieubesluit 2018 (Vlaamse Gewest)?
 - richt- en interventiewaarden voor ELF: 0,4 μT en **20 μT**

© 2021 Dr. Dirk ADANG - alle rechten voorbehouden - geen kopie toegelaten

Binnenmilieubesluit (BMB)

- 2 versies:

- 2004

- Richtwaarde: 0,2 μ T
 - Idealiter
 - Interventiewaarde: 10 μ T (1-14 dagen)
 - Maximaal toelaatbaar risiconiveau
 - Dient om dwingend op te treden als de gezondheid in onmiddellijk gevaar verkeert
 - Volgens bepalingen BMB is woning waarin interventiewaarde overschreden is een onbewoonbaar geachte woning

- 2018

- Richtwaarde: 0,4 μ T
 - Interventiewaarde: 20 μ T (1-14 dagen)
 - **Basis kwantitatieve normering = ICNIRP-guidelines x 1/10**
“Uit voorzorg rekening houden met de richt- en interventiewaarde”

Volgens het Agentschap Zorg en Gezondheid is het binnenmilieubesluit enkel van toepassing op bronnen die voorkomen in het binnenmilieu van gebouwen. Dat impliceert dat hoogspanningslijnen niet onder het binnenmilieubesluit vallen...

© 2021 Dr. Dirk ADANG - alle rechten voorbehouden - geen kopie toegelaten

7.2.3 RESULTATEN VERDER ONDERZOEK TECHNOLOGIE DOOR PROF. DIRK VAN HERTEM
(19 & 20.01.2022)

Agenda

- Recap presentatie 28/10/2021 (Izegem)
- Federale aankondigingen
 - Uitbreiding offshore wind
 - Connectie Denemarken
 - → verlenging mandaat intendant
- Analyse effect nieuwe federale aankondigingen
- Conclusies

Kernvragen technische analyse alternatieven

1. Verbind offshore wind (totaal 4-5 GW, +/- 1.4 GW nieuw) met het centrale transmissienet
2. Faciliteer nieuwe interconnectoren, Nautilus, optie Denemarken
3. Bijkomend: Upgrade West-Vlaanderen

- Structurele oplossing gezocht die robuust is en future proof
- Focus is Ventilus (alternatief) en niet Boucle du Hainaut (geen detail analyse), assumptie: BdH wordt gerealiseerd

Samenvatting plandoelstellingen en kenmerken

- Eerste vraag burgerplatformen: zijn de plandoelstellingen/kenmerken niet te beperkend
- Vraagstelling/opmerkingen burgerplatformen:
 - De verwoording van enkele van de plandoelstellingen had beter kunnen zijn
 - Een aantal van de plandoelstellingen (versterking West Vlaamse net en aansluiting onshore wind) worden niet strikt noodzakelijk gerealiseerd door een hoogvermogen verbinding, maar trachten infrastructuurbundeling te promoten
- Maar, de door de burgerplatformen voorgestelde veranderingen aan de plandoelstellingen, zover aanvaardbaar, geven geen directe aanleiding tot andere opties om de benodigde transmissiecapaciteit uit te bouwen: er is geen directe reden om de procedure te herzien vanwege te strikte (koppeling van) plandoelstellingen

Technische analyse

Analyse alternatieven: Methodiek

- Voor alle opties/alternatieven, > 20 aspecten bekeken:
- Technisch realiseerbaar en realistisch
 - Injecties mogelijk
 - Conceptueel
 - Practisch
- Betrouwbaarheid oplossing
- Gevolgen EMF
- Hoe robuust en toekomst gericht is de oplossing
- Corridor
- Andere systeem-upgrades nodig (inclusief verschuiving)
- Voldoet het/draagt het bij aan de plandoelstellingen
- Samenvattende evaluatie

Zwaar nadeel

Nadeel (moeilijk/kost/efficiëntie)

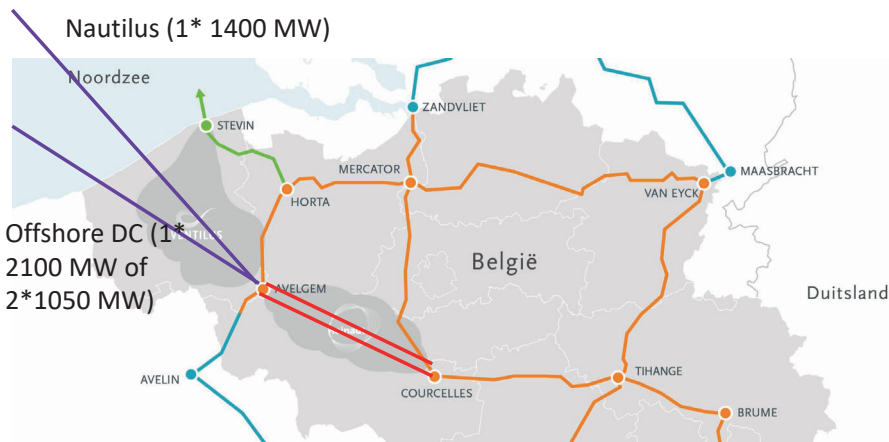
Neutraal (voor en nadeel of geen effect)

Voordeel

Onderzochte opties

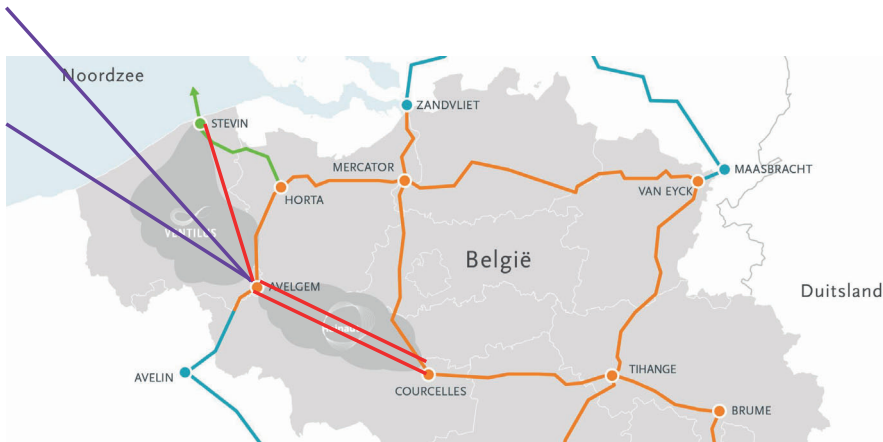
- Directe connecties
 - Directe connectie Avelgem (inclusief Izegem, Horta, Rodenhuisse) van Nautilus en offshore wind AC/DC
 - Directe connectie zone Antwerpen (Doel / Mercator) van Nautilus en offshore wind AC/DC
 - Connecties diep in binnenland
- Prepare for future
 - Hoog vermogen DC via Ventilus trace voor latere integratie in DC netwerk
 - (Ventilus initeel in AC, conversie naar DC wanneer mogelijk)
- Deel oplossingen
 - Lokale upgrade via 150 kV voor West-Vlaamse netwerk
 - Inlusing beperkt tot 3 GW
 - Upgrade Stevin naar 6 GW

Samenvatting alternatieven connectie regio Avelgem



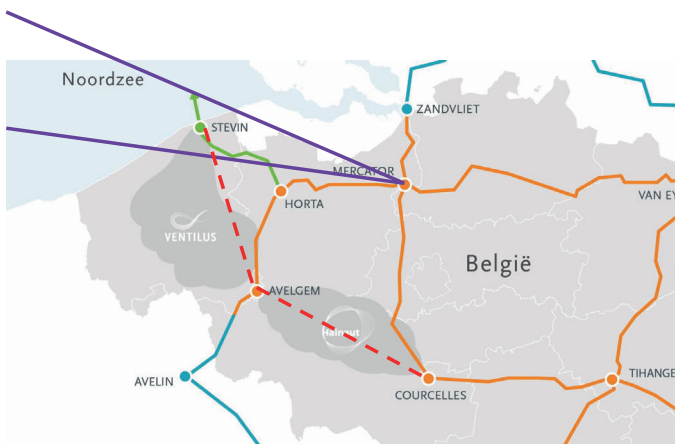
- Verbind Nautilus en offshore met DC (+ Denemarken kabel) met post binnenland (Avelgem meest logische keuze)
- Lokale (W.-VI.) upgrade 150 kV
- Boucle Du Hainaut nodig om Horta – Mercator te ontlasten
- Aansluiting DC **technisch mogelijk**, maar:
 - **Betrouwbaarheid offshore levering afhankelijk van niet redundante lange lijn**
 - **Offshore wind met DC is moeilijk binnen voorgesteld tijds kader**
 - **Upgrade 150 kV voor lokale investeringen West-Vlaanderen (afzonderlijk) met lange verbindingen**
 - 1 (gecombineerd) of meerdere DC corridor (ondergronds)
 - Nautilus omvormerstation verhuist naar Avelgem + Omvormerstation(s) offshore HVDC Avelgem
 - **Verdere ontwikkelingen vragen nieuwe investeringen/procedure**
 - **Onvoldoende voor robuuste en future proof oplossing**

Samenvatting alternatieven connectie Avelgem + inlissing



- Verbind Nautilus en offshore met DC (+ Denemarken kabel) met post binnenland (Avelgem meest logische keuze)
- Boucle Du Hainaut nodig om Horta – Mercator te ontlasten
- + inlissing, 3 GW Ventilus (AC luchtlijn + kabel)
- Aansluiting DC **technisch mogelijk**, maar:
 - **Betrouwbaarheid offshore levering afhankelijk niet redundante lange lijn**
 - **Offshore DC is moeilijk binnen voorgesteld tijds kader**
 - 1 (gecombineerd) of meerdere DC corridor (ondergronds)
 - Nautilus omvormerstation verhuist naar Avelgem + Omvormerstation(s) offshore Avelgem
- **Robuust en future proof**
- **AC corridor vergelijkbaar met Ventilus (één draadstel ipv 2, Breedte EMF veld zelfde grootte-orde)**

Samenvatting alternatieven connectie regio Antwerpen



- Verbind Nautilus en offshore met DC (+ Denemarken kabel) met post binnenland (regio Antwerpen)
- Lokale (W.-VL.) upgrade via 150 kV (zonder inlissing)
- Versterking regio Antwerpen (gebruikt nieuwe hosting capaciteit door nieuwe en geplande upgrades)
- + inlissing, 3 GW Ventilus (AC luchtlijn + kabel)
- **Technisch mogelijk**, maar:
 - **Betrouwbaarheid offshore levering afhankelijk niet redundante, lange lijn**
 - **Offshore DC is moeilijk binnen voorgesteld tijds kader**
 - **Langere (ondergrondse, DC) corridor**
 - **Upgrade 150 kV voor lokale investeringen West-Vlaanderen (afzonderlijk) met lange verbindingen**
 - **Verschuiving flows (en velden) van Ventilus naar regio Antwerpen (gebruikt beschikbare hosting capacity bij volledige uitbreiding zoals gepland (HTLS, Brabo3) + sterke invloed op interconnectie + verschuiving velden)**
 - **→ bijkomende investering regio Antwerpen nodig op termijn (na aansluiting)**
 - **Schelde kabel: elektrisch goede oplossing, maar doorkruising vaargeul, sluisen, baggerwerken, Nederlands grondgebied, Natura 2000, ... → Niet realistisch?**
- **Geen inlissing: niet robuust en future proof**
- **Inlissing: geeft AC corridor vergelijkbaar met Ventilus (één draadstel ipv 2, EM veld zelfde grootte-orde)**

Samenvatting alternatieven connectie dieper binnenland



- Verbind Nautilus en offshore met DC (+ Denemarken kabel) naar sterk connectiepunt in binnenland
- Lokale (W.-VI.) upgrade via 150 kV
- **In principe mogelijk**, maar:
 - **Lost het echte probleem niet op**
 - Verbindingen naar Avelgem of Antwerpen regio zijn mogelijk
 - **Lange (duur), niet-redundante oplossing**
 - **Verschuiving van de lasten (infrastructuur + velden)**
- Enkel te overwegen indien Boucle du Hainaut **niet** gerealiseerd wordt

Samenvatting “Individuele connecties”

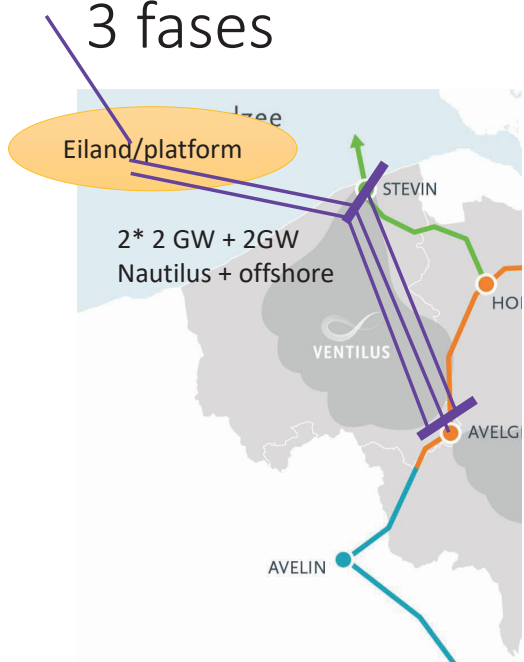
- Individuele connecties **zijn technisch mogelijk** om aan te sluiten (injectie), door middel van HVDC technologie
 - Mits nodige upgrades lokaal via 150 kV netwerk geconnecteerd met bestaande 380 kV netwerk
- **Geen AC velden**
- **Tijds kader ontwikkeling offshore wind** twijfelachtig
- Niet **toekomstgericht** want elke substantiële nieuwe investering vraagt nieuw project
- Niet **robuust** want **biedt onvoldoende versterking van Stevin-as**
 - **Bij incidenten en onderhoud**
- Optie met beperkte inlassing (Ventilus in beperkt vermogen, 3 GW) lost robuustheid op, maar heeft geen fundamentele voordelen op originele oplossing

Concept “prepare for future”

- Kijk naar welke ideale oplossing (voldoen aan alle voorwaarden, en DC realisatie traject) in de toekomst realiseerbaar is
- Bouw vandaag wat kan
- Upgrade naar de ideale oplossing wanneer de technologie klaar is
- 3 concepten:
 - Eerst AC, later omvormen naar DC
 - AC -> DC: Wordt toegepast in Ultranet, maar voor deze toepassing eerder theoretisch concept, hergebruik installatie beperkt, omschakeling moeilijk en tijdrovend
 - DC op toekomstige DC grid spanning (voorafname HVDC grid) 3 GW
 - DC op toekomstige DC grid spanning (voorafname HVDC grid) 2*2 GW

Alternatief: 2*2 GW offshore → Avelgem

3 fases



- Concept:
 - Initieel niet robuust, maar bouwen aan toekomstvisie DC grids
- Begin radiaal, niet redundant Avelgem naar offshore + nautilus met “future proof” HVDC (525 kV of zelfs 640 kV), gebruik makende van Ventilus tracé.
- Multi-terminal en multi-vendor “ready”
- Inlussing in DC wanneer mogelijk (Extra verbinding) → robuustheid
- Vermazing wanneer mogelijk
- Initieel, upgrade W.-VI. 150 kV AC
- **Moeilijke uitbating**
- **Initieel 2 omvormerstations in regio Avelgem, later 3 in regio Avelgem en 2-3 in regio Stevin**
- **2 GW voor offshore aansluiting geen standaard beschikbare optie → timeline offshore ontwikkeling in gevaar? + lange niet-redundante lijn (vlg DC naar Avelgem)**
- **Multivendor – Multi-terminal ready: nog onduidelijk hoe technologie van vandaag voldoet aan vereisten toekomst (gaat de initiële installatie upgradebaar zijn, hoe vandaag specificeren)? → kan vandaag nog niet besteld worden → uitstel offshore**
- **Risico op “verkeerde” spanning**
- → Risico op sunk investment die nooit verder zal komen dan de initiële niet robuuste oplossing
- → Risico investering niet geschikt voor backbone van het Belgische netwerk

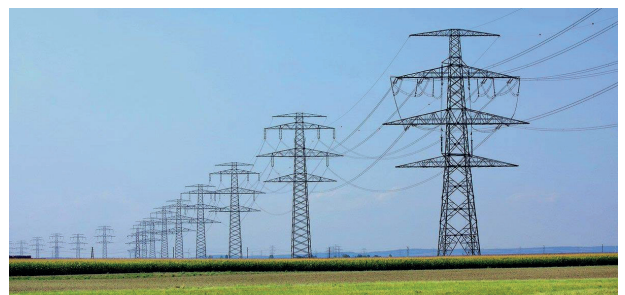
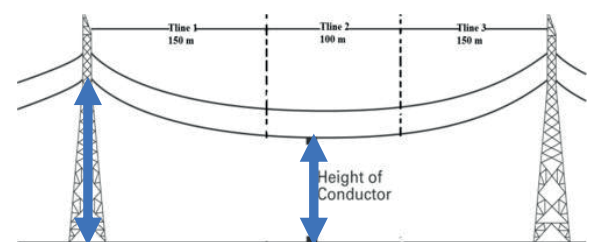
Samenvatting alternatieven

- Verschillende alternatieve connecties onderzocht
- Alle opties vereisen Boucle du Hainaut en/of additionele verschuiving probleem naar zone Antwerpen
- Basisconcept voorstellen burgerplatforms “Individuele connecties naar binnenland”:
 - Verbind individueel, door middel van HVDC, naar binnenland
 - Upgrade West Vlaanderen met 150 kV kabels
 - Samenvattende analyse:
 - Realisatie individuele HVDC verbindingen is mogelijk
 - Offshore integratie met DC moeilijk tijdsmatig
 - ➔ Voordeel voor omwonenden in West Vlaanderen, Geen robuuste oplossing en geen future proof oplossing
 - Tenzij inlusing: additioneel een ventilus verbinding op 3 GW (AC, OHL)
 - ➔ geen meerwaarde voor omwonenden noch maatschappij
- Concept “Prepare for Future”
 - Realiseer zo snel mogelijk elementen van robuuste DC oplossing (hoog vermogen, vermaasd) die nu al mogelijk zijn
 - Upgrade systeem wanneer technologie beschikbaar komt (**tijdelijk** niet aan alle eisen voldoen)
 - Samenvattende analyse:
 - Conceptueel interessante optie
 - Initiële investeringen zullen integratie offshore vertragen (timeline issue door HVDC offshore + extra vereisten HVDC (niet beschikbaar))
 - Geen garantie dat technologiekeuze vandaag “upgradebaar” is en dat het deel kan uitmaken van toekomstig DC net (juiste spanning)
 - Onduidelijk of en wanneer upgrade gerealiseerd kan worden;-mogelijkheid permanent niet aan eisen te voldaan (sunk investment)
 - ➔ Risicovolle investering niet geschikt voor backbone van het Belgische netwerk
- Ventilus alternatief zoals bevestigd in technologiekeuze (2* 3 GW luchtlijn + gedeeltelijk ondergronds)
 - Current day technology (op de nieuwe standaard capaciteit)
 - Te realiseren binnen tijds kader
 - ➔ Robuuste, future proof oplossing voor Vlaanderen om de noodzakelijke stap in de energietransitie te realiseren tegen 2030

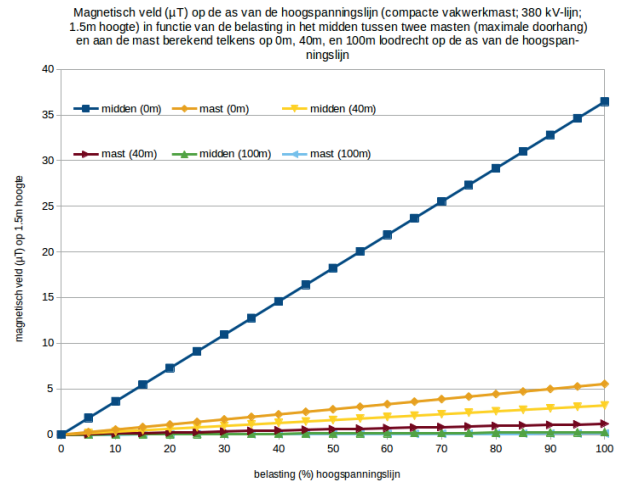
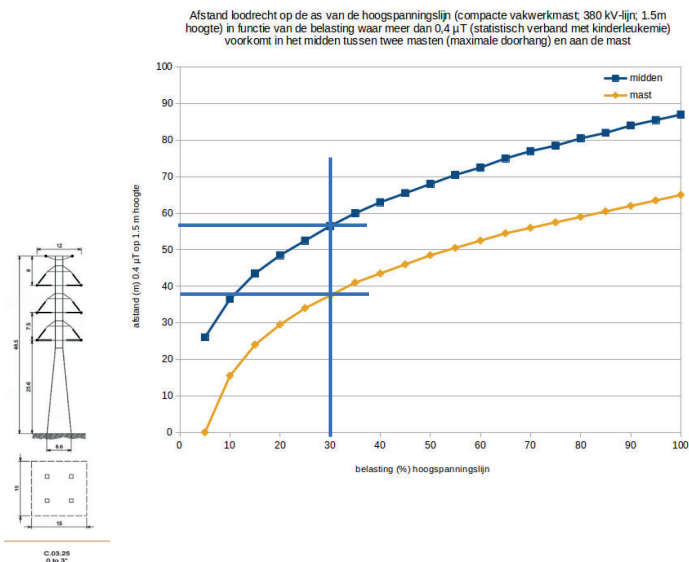
Breedte van het magneetveld

Elektromagnetische velden bij transmissielijnen

- Magnetische velden veroorzaakt door stroom
- De stroom door de 3 fasen is 120 graden verschoven (som stromen is 0 op elk ogenblik)
- Als de draden tegen elkaar liggen, is het resulterend veld 0, maar dat gaat niet (kortsluiting)
- Transmissielijnen zijn enkele meters van elkaar gescheiden → een resulterend veld $B > 0$
- Langdurige gemiddelde blootstelling (jaargemiddelde) is van belang voor gezondheid
- Gemiddelde jaarbelasting Ventilus: 30 % (hoge inschatting)
- Resultierend veld $> 0.4 \text{ uT}$ voor corridor van 110 m (180 m bij bepaalde bestaande pylonen)



Breedte veld (berekening departement omgeving) Compact mast



Samenvatting (oktober 2021)

- Ventilus past in groter kader van toenemende capaciteit in België en naar het buitenland → grotere vermogenstromen over grotere afstanden
- Het is mogelijk om de offshore wind en nautilus rechtstreeks te verbinden naar het binnenland, gebruik makende van HVDC, maar dat heeft beperkingen:
 - Tijds kader offshore wordt onrealistisch
 - Versterkingen binnenland vanuit bestaande netwerk
 - Robuustheid en toekomstgerichtheid netwerk
- Omgevingseffecten:
 - AC netwerk
 - heeft een corridor van 110 (tot 180) m boven 0.4 uT limiet (40-tal meter voor kabel stuk)
 - Zichtbare pylonen en lijnen
 - HVDC
 - Geen AC velden
 - Corridor beperkt tot installatie (20 tot 40 m)
 - Grote conversiestations
 - Ondergronds
- Resultaten onder voorbehoud van 3.5 GW uitbreiding check

Check na federale aankondigingen

Energie-eiland en 3.5 GW ipv 2.1 GW Mededeling 15/10/2021

Origineel
2100 MW wind
Nautilus (1* 1400 MW)

Nieuw plan
3150-3500 MW wind
Nautilus (1* 1400 MW) connecteert
wind op prinses Elisabeth zone?



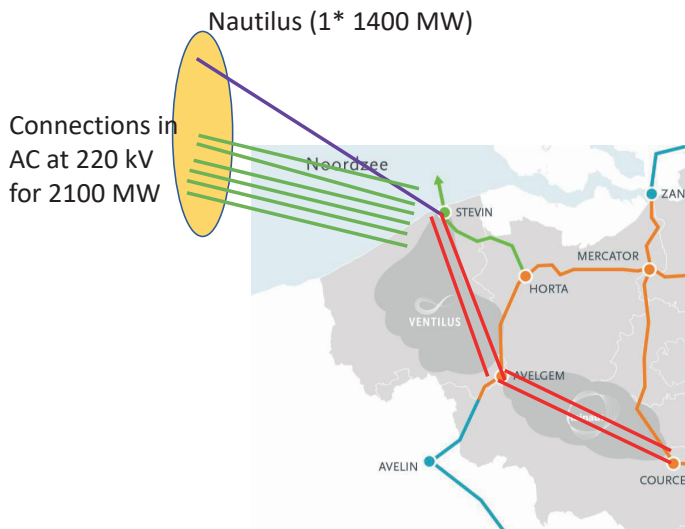
<https://www.4coffshore.com>

- Origineel:
 - 2.1 GW Wind
 - Nautilus 1.4 GW
- Aankondiging 15/10/2021
 - Uitbreiding wind naar 3.15-3.5 GW
 - Energie-eiland
- Input Elia
 - Capaciteit van nautilus blijft dezelfde (1.4 GW)
 - Resterende wind capaciteit = 2.1 GW (zoals origineel)
- → Geen invloed op uitkomst analyse
- Zelfs als er twee windparken (Be en UK) op aangesloten worden
- Energie eiland voor toekomstige aansluitingen

Connectie offshore wind + Nautilus optie 1

Verbinding met versterkte Stevin knoop

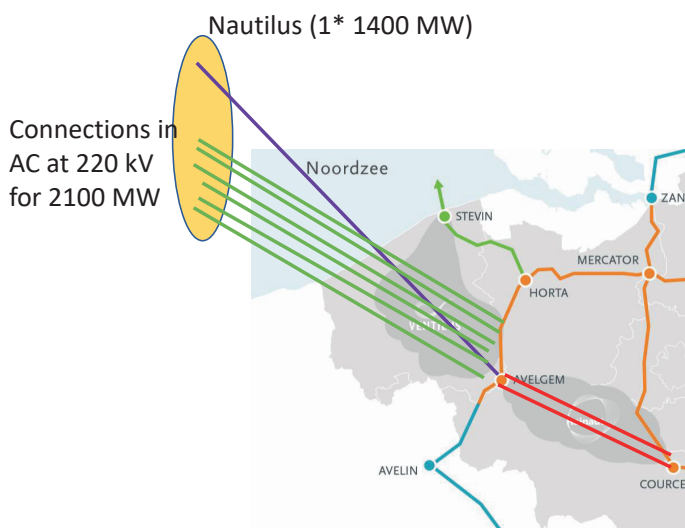
(Optie beoogd door Elia)



- Versterking AC verbinding:
 - Ventilus, 6 GW overhead, +/- 50 km met +/- 10 km ondergronds
- AC offshore gedeelte:
 - 2.1 GW AC op 220 kV, verbonden met Stevin (ongeveer 50 km zeekabel)
 - Optie 1a: 6 kabels, 3 offshore onderstations, geen verbinding op het eiland
 - Optie 1b: 6 kabels, 3 offshore onderstations, verbindingen op het energie eiland
 - Optie 1c: 7 kabels voor meer redundantie?
- Verbinding Nautilus:
 - HVDC of 1400 MW tussen energie eiland en Stevin onderstation
 - Ook een verbinding met UK (hybrid)
 - 1400 MW wind kan (optie 1d), op het eiland verbonden worden met de aanwezige wind (in AC)

Connectie offshore wind + Nautilus option 2

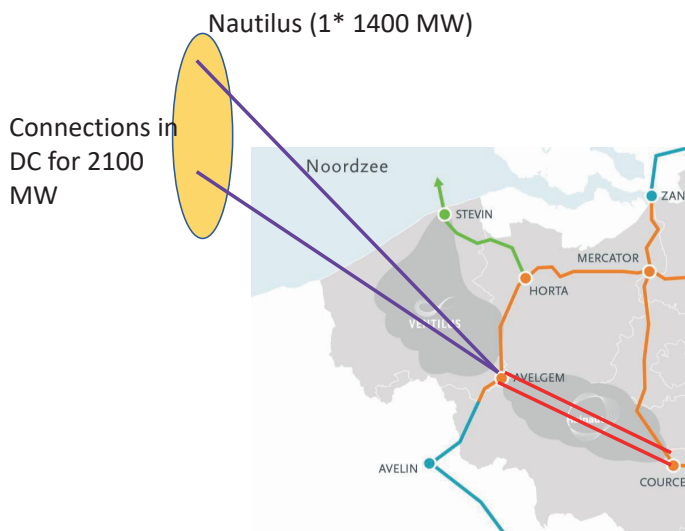
Verbinding diep binnenland AC



- AC offshore + onshore:
 - 2.1 GW AC met 220 kV, verbonden met Avelgem (afstand +/-50 km subsea + +/- 50 km ondergronds)
 - Optie 2a: 6 kabels, 3 offshore onderstations, geen verbinding op het eiland
 - Optie 2b: 6 kabels, 3 offshore onderstations, verbindingen op het energie eiland
 - Optie 2c: 7 kabels voor meer redundantie?
- Verbinding Nautilus:
 - HVDC 1400 MW tussen energie eiland en Avelgem onderstation (extra 50 km)
 - Ook een verbinding met UK (hybrid)
 - 1400 MW wind kan, op het eiland verbonden worden met de aanwezige wind (in AC)

Verbinding offshore wind + Nautilus optie 3

Connection diep binnenland DC



- DC offshore + onshore:
 - 2.1 GW DC, verbonden met Avelgem (+/- 50 km subsea + +/- 50 km underground)
 - Option 3a: 2*1050 MW
 - Option 3b: 1* 2100 MW
- Verbinding Nautilus:
 - HVDC van 1400 MW tussen energy eiland en Avelgem onderstation (connectie 50 km langer)
 - Ook een verbinding met UK (hybrid)

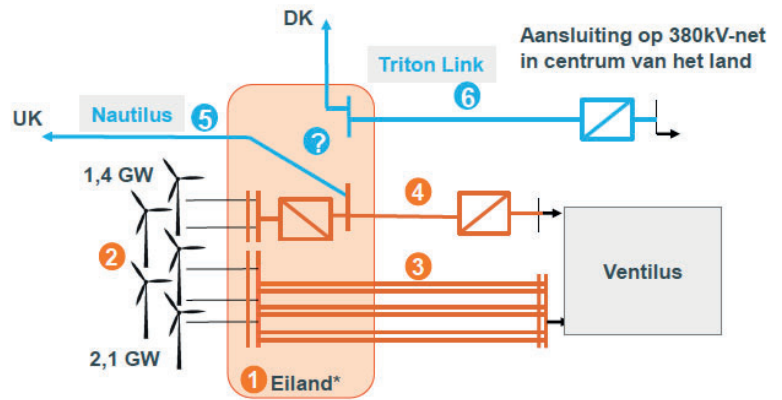
Verskil door energie-eiland

- Elektrisch is er niet direct een verschil door het energie-eiland (in de plaats van een onderstation op platforms is het nu op een (ei)land
- Maar:
 - Het wordt gemakkelijker om de windfarms aan elkaar te hangen (al dan niet continu of geschakeld) wat een vermindering van de niet geleverde offshore wind betekent → betrouwbaarder
 - Er zijn geen platforms meer nodig voor AC en DC. Dit is vooral een voordeel voor DC waarbij de platforms ZEER duur zijn
- Geen fundamenteel (elektrisch) verschil, maar DC oplossingen worden iets kosten-efficiënter

Kabel naar Denemarken (Triton)

- Triton (bekendmaking 23/11): 1000 – 2000 MW tussen energie-eiland in Denemarken, en energie-eiland in België

- Initiële mededelingen lieten veel opties open
- Eerste kostenbaten analyse uitgevoerd, politieke ambitie om te realiseren
- Aansluiting naar land: nog niet beslist
- Informatie Elia:
 - Verbinding via energie eiland, naar het binnenland (Antwerpen) is meest waarschijnlijke optie
 - Mogelijkheid om later op het energie eila een verbinding te maken (in DC)
 - Triton zal niet voor 2030 komen



* Concept van energie-eiland en eventuele HVDC-aansluitingen in onderzoeksfase

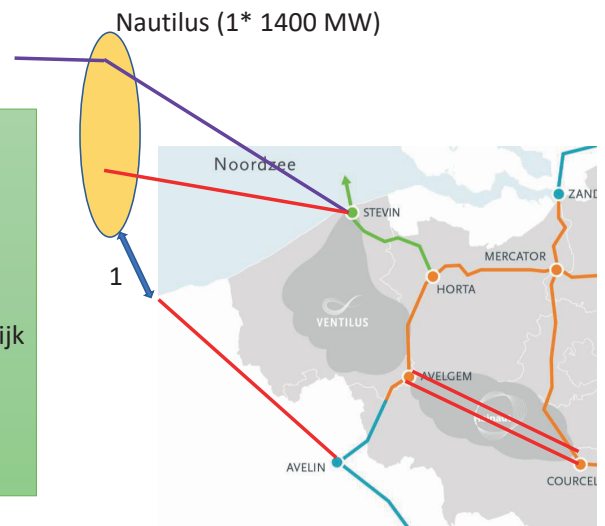
Inlissing via het energie eiland

- Biedt het Energie Eiland nieuwe opportuniteiten om het netwerk robuust en futureproof te maken?
 1. Inlissing via eiland naar Frankrijk
 2. Inlissing via eiland naar Antwerpen (in HVDC)
 3. 3 GW Stevin Avelgem in kabel: kan dat meer ondergronds?

1. Inlissing via eiland naar Frankrijk
 Korte verbinding naar Frankrijk mogelijk (richting Gravelines)
 Franse netwerk wordt gebruikt om vermogen aan land te brengen
 Niet weerhouden in startnota

Issues:

- Reeds zwaar belaste lijn (nucleaire centrale Gravelines)
 - Verbinding in AC: 380 kV kabels (@3GW) of via 220 kV? ==> beide moeilijk
 - Vereist sterke koppeling op het energie eiland
 - Versterking lijn Stevin – Energie eiland nodig
 - Geen import in België (goedkope) toegang tot offshore wind?
- Geen nieuwe elementen



Inlissing via het energie eiland

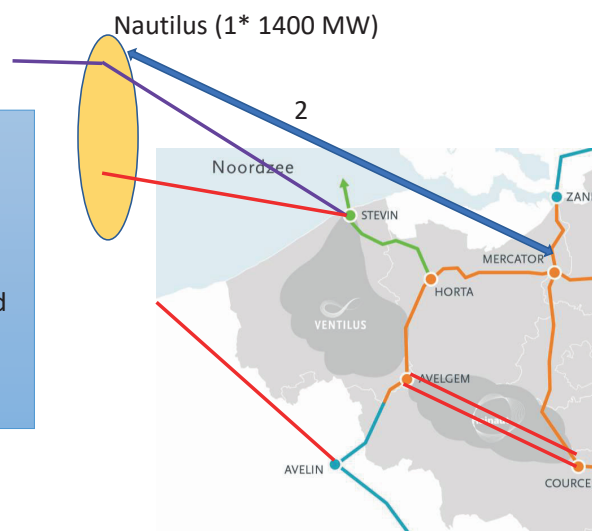
- Biedt het Energie Eiland nieuwe opportuniteiten om het netwerk robuust en futureproof te maken?
 1. Inlissing via eiland naar Frankrijk
 2. Inlissing via eiland naar Antwerpen (in HVDC)
 3. 3 GW Stevin Avelgem in kabel: kan dat meer ondergronds?

2. Inlissing via eiland naar Antwerpen

Vormt Triton (eventueel versterkt) niet voor inlissing?

Issues:

- Initieel, geen koppeling op Energie Eiland tussen Triton en Nautilus
- Verbinding naar Antwerpen is mogelijk (zie ook individuele connecties), maar biedt in HVDC niet de vereiste robuustheid en toekomstgerichtheid
- AC is geen optie
- Vermogen moet min 3 GW zijn
- geen nieuwe elementen



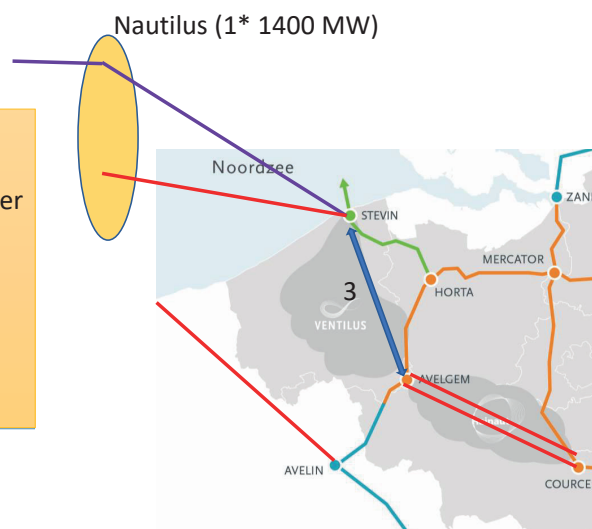
Inlissing via het energie eiland

- Biedt het Energie Eiland nieuwe opportuniteiten om het netwerk robuust en futureproof te maken?
 1. Inlissing via eiland naar Frankrijk
 2. Inlissing via eiland naar Antwerpen (in HVDC)
 3. 3 GW Stevin Avelgem in kabel: kan dat meer ondergronds?

3. Inlissing Stevin -Avelgem (Ventilus trace): meer ondergronds

Indien een Ventilus light wordt uitgevoerd, kan deze verbinding dan voor meer dan 8-12 km uitgevoerd worden? (minder capacitair effect door minder kabels)

- Door N-1 toch nog vrij veel kabel nodig
- De beperking veroorzaakt door mogelijke resonanties verschuift
- Andere beperkingen (gerelateerd tot de spanning) worden dominant vanaf 12 km (limiet ondergronds verschuift van 8-12 km naar 12 km)
- Beperkt voordeel



Verschil door Energie-Eiland: toekomst

- Het energie-eiland kan (later) ook gebruikt worden om andere aansluitingen te maken
 - Rekening houdend met beperkte ruimte die momenteel voorzien wordt
 - Extra interconnectoren naar eiland: zeker niet voor 203??, afhankelijk van de verbinding en de uitbating kan dit een verhoging of verlaging van de stromen over Ventilus met zich meebrengen
 - → Triton (bekendmaking 23/11): 1000 – 2000 MW tussen energie-eiland in Denemarken, en energie-eiland in België
 - Aansluiting naar land: onbekend
 - Offshore PV (zonne-energie): voorlopig nog zeer beperkt, prototypes
 - Waterstof omzetting:
 - Opslag en buffer: verhoging van de gemiddelde stroom door Ventilus
 - Omzetting en transport (door pijpleidingen): mogelijke vermindering van de stroom door Ventilus

Samenvatting extra wind + energie eiland

- Nieuwe situatie verandert niet direct iets aan nood voor de Ventilus verbinding
- De voorgestelde oplossing voldoet ook aan de nieuwe situatie
- Flows op Ventilus (voor breedte 0.4 uT zone) worden niet of in beperkte mate beïnvloed
- Biedt geen directe nieuwe mogelijkheden tot een HVDC variant die vooraf niet onderzocht werd
- → conclusies van de workshop 28/10/2021 blijven geldig

Samenvatting (Jan 2022)

- Ventilus past in groter kader van toenemende capaciteit in België en naar het buitenland → grotere vermogenstromen over grotere afstanden
- Het is mogelijk om de offshore wind en nautilus rechtstreeks te verbinden naar het binnenland, gebruik makende van HVDC, maar dat heeft beperkingen:
 - Tijds kader offshore wordt onrealistisch
 - Versterkingen binnenland vanuit bestaande netwerk
 - Robuustheid en toekomstgerichtheid netwerk
- Omgevingseffecten:
 - AC netwerk
 - heeft een corridor van 110 (tot 180) m boven 0.4 uT limiet (40-tal meter voor kabel stuk)
 - Zichtbare pylonen en lijnen
 - HVDC
 - Geen AC velden
 - Corridor beperkt tot installatie (20 tot 40 m)
 - Grote conversiestations
 - Ondergronds
- **Uitbreiding wind, energie eiland en triton zijn ook onderzocht geven geen aanleiding tot andere conclusies**

COLOFON

project	Intendant Ventillus
projectnummer	21055
opdrachtgever	Minister Zuhail Demir / Vlaamse Regering
opdrachtnemer	OMGEVING cv Uitbreidingstraat 390 2600 Antwerpen-Berchem tel +32 3 448 22 72 Guy Vloebergh, ruimtelijk planner - expert