



cigre
Nederland



23 maart

Themadag CIGRE B2 **LIJNEN** een kwestie van **VERBINDEN**



23 maart

Themadag CIGRE B2 **LIJNEN** een kwestie van **VERBINDEN**

Tutorial Live Line Working
Rob Meijers, Qirion





Huidige situatie Nederland

- Nederland kent een bovengronds hoogspanningsnetwerk van ca. 4.110 kilometer aan hoogspanningslijnen 50/110/150/220/380kV;
- In totaal staan er in Nederland 13.578 hoogspanningsmasten (08/2022);

Voltage (kV)	Tracé Lengte (km)	Aantal Masten
50	139	585
110	895	2.938
150	1.638	5.794
220	320	936
380	1.118	3.325

Cigré Paper 10546 (Session 2022)

Safe Management of Work in High-Voltage Overhead Lines in The Netherlands



Werken aan hoogspanningslijnen

- Het hoogspanningsnetwerk in Nederland is n-1 uitgevoerd, zodat werkzaamheden aan het hoogspanningsnetwerk altijd spanningsloos uitgevoerd kunnen worden;
- Om spanningsloos te kunnen werken wordt minimaal 1 circuit spanningsloos geschakeld. Het circuit is dan niet voor energie transport beschikbaar, wat VNB (Voorziene Niet Beschikbaar) wordt genoemd;
- Voor werken aan en nabij hoogspanningsaanleg is een – strenge – regelgeving opgesteld. Van toepassing zijn de BEI-BHS (Bedrijfsvoering van Elektrische Installaties - Branche Hoogspanning) en KEB (Kaderdocument Elektrische Bedrijfsvoering)



Waarom op zoek naar alternatieve oplossingen (1)

Probleemstelling

- De versnellende energietransitie leidt tot grotere energietransporten, die bovendien onvoorspelbaarder (grilliger) worden. Het verkrijgen van VNB waarbij de bedrijfszekerheid kan worden gehandhaafd, zal daarmee steeds uitdagender worden;
- De uitvoering van de energietransitie verloopt minder snel dan noodzakelijk is. Daardoor komt het n-1 ontwerp van het hoogspanningsnet in Nederland onder druk te staan;
- Door de keuze voor ‘vluchtstrook’ gebruik van het net kan n-1 ontwerp alleen met contracten in stand blijven;
- Momenteel is het uitvoeren van onderhoud aan het hoogspanningslijnen netwerk niet altijd mogelijk.



Waarom op zoek naar alternatieve oplossingen (2)

Risico's

- Het beperkt verkrijgen van VNB kan leiden tot opknippen van werkzaamheden, cq het inkorten van werkzaamheden. Dit betekent inefficiënt werken, maar kan ook veiligheidsrisico's met zich meebrengen
- Geen VNB betekent ook dat de kwaliteit van je hoogspanningsnet in gedrang komt, omdat er druk ontstaat op gepland onderhoud aan het hoogspanningsnet.

Oplossing

- De inzet van een extra tool die beter is toegerust om met grote VNB beperkingen het werk toch uit te kunnen voeren, met als randvoorwaarde op z'n minst gelijke veiligheidsperformance en minimaal beslag op kritische resources.



Wat is Live Work?

- Onder spanning werken (Live Work) op bovengrondse hoogspanningslijnen is de uitvoering van onderhoud, aanpassingen en inspectie van onderdelen (masten, componenten, isolatoren) en circuits die onder spanning staan of onder spanning kunnen komen te staan;
- Live Work kan ook in hoogspanningsstations worden toegepast;
- Live Work wordt gereguleerd door de internationale normen IEC en de Europese normen CENELEC. Deze techniek is het onderwerp van lopende studies via de Cigre-werkgroepen



International
Electrotechnical
Commission



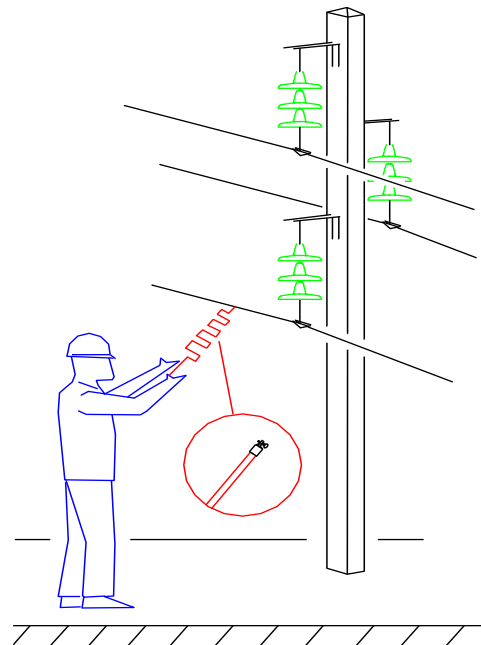
EUROPEAN COMMITTEE
FOR ELECTROTECHNICAL STANDARDIZATION



Methodes Live Work (1)

- **Hot Stick of Live Line Tool**

Hot sticks worden gebruikt bij werk onder spanning door de werknemer op een bepaalde afstand van de onder spanning staande delen te laten blijven en het werk uit te voeren door middel van een isolerende stok. Aan de stok kan gereedschap worden bevestigd, waardoor het werk met de arbeider zelf veilig uit de buurt van de stroomvoerende geleiders kan worden uitgevoerd;

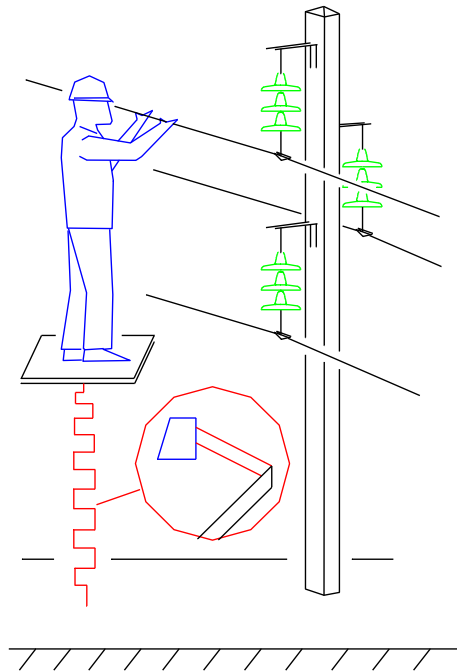




Methodes Live Work (2)

- **Barehand**

Bij de aanpak met Barehand voert een onder spanning staande lijnwerker het werk uit in direct elektrisch contact met onder spanning staande delen. Vóór contact wordt het lichaam van de medewerker op hetzelfde elektrische potentiaal gebracht als de delen onder spanning, en daar vervolgens vastgehouden door een elektrische verbinding, terwijl een geschikte isolatie wordt gehandhaafd van de omgeving die zich op verschillende potentiaal bevindt, zoals de grond, andere mensen of bomen. Omdat de medewerker en het werk hetzelfde potentiaal hebben, stroomt er geen stroom door de medewerker.





Drie Redenen om Live Work te onderzoeken

1

Veiligheid

- Een veeleisende methodiek gebaseerd op risicoanalyse en werkvoorbereiding
- Een vooruitstrevende en concrete aanpak om vertrouwen op te bouwen
- Geen compromissen op het gebied van gereedschappen en apparatuur

2

Flexibiliteit

- Klanten aangesloten op het netwerk hoeven niet meer af te sluiten om onderhoud te plegen
- Het werk niet hoeft niet langer te concentreren op een korte uitvoeringsperiode
- De planning van de onderhoudswerkzaamheden aan de hoogspanningslijn is flexibeler

3

Voordelen

- Live Work maximaliseert de beschikbaarheid van het net en de kwaliteit van de dienstverlening
- Live Work is dé oplossing voor de steeds hogere klantverwachtingen



Uitrusting lijnwerker

Speciale LW veiligheidsbril

Valbeveiliging harnas

Connection for potential clamp

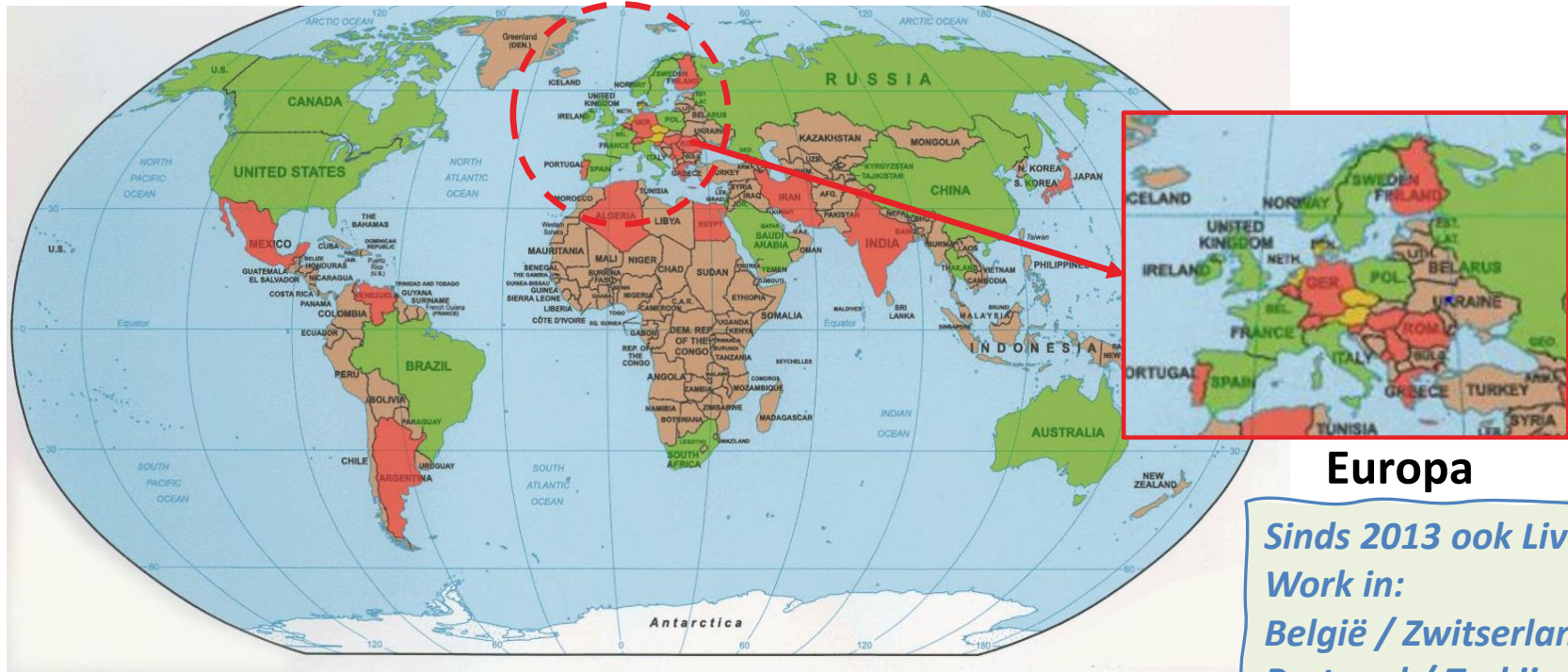
Geleidende handschoenen

Volledig geleidend pak met capuchon

Geleidende laarzen en sokken



Waar in de wereld wordt Live Work al ingezet (Cigré JWG 27) - 2013



Europa

*Sinds 2013 ook Live Work in:
België / Zwitserland /
Portugal / Turkije /
Algerije / Marokko,
Tunisië / etc.*

- | | | | |
|--|-------------------------------------|--|--------------------------------------|
|  | <i>Landen met Live Work</i> |  | <i>Landen geen reactie ontvangen</i> |
|  | <i>Landen <u>geen</u> Live Work</i> |  | <i>Landen niet uitgevraagd</i> |

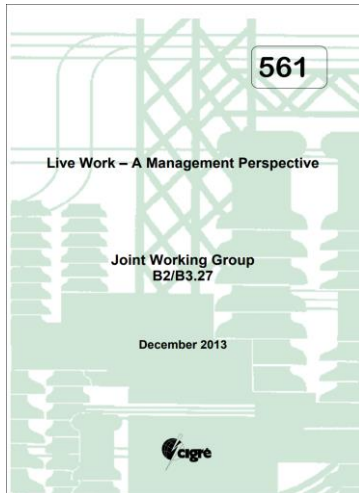
Aandacht Live Work binnen Cigré

3 Werkgroepen ingericht binnen Cigré tbv Live Work

JWG B2/B3.27

Technical Brochure 561:

Live Work –
A Management Perspective
December 2013



WG B2.64

Technical Brochure 865:

Inspection and Testing of Tools,
Equipment and Training for Live-Line
Work on Overhead lines
Februari 2022



WG B2.87

Technical Brochure: work in progress
for 2024

Live Line and Vicinity Working on
Overhead Lines:
Safe Management Guidelines



23 maart

Themadag CIGRE B2 **LIJNEN** een kwestie van **VERBINDEN**

Raphaël Galisson, RTEi



Live working at RTE

30

Regional units

For maintenance works

40

Live Working teams

20 for overhead lines
20 for substations

4500

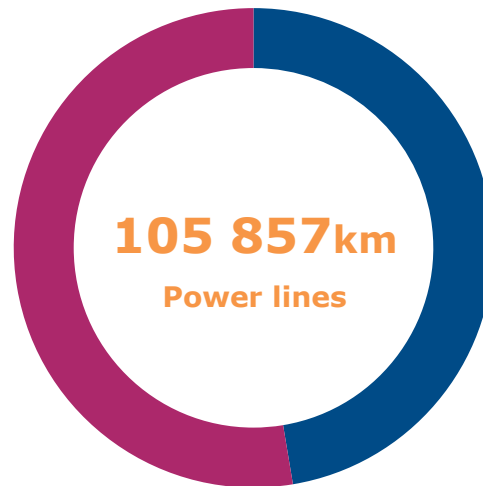
Employees

Covering the whole country



54%

63kV
90kV



105 857km
Power lines

46%

225kV
400kV



Live working at RTE





Safety at all levels of Live Working (1)

- **Methodology & electromechanical phenomenon**

The methodology of the live work is based on an international standard IEC 61472 where the electromechanical phenomena have been tested in the CRIEPI laboratory.

These physical phenomena have been modelled in a mathematical model and allow us to define distances for working under voltage in complete safety.



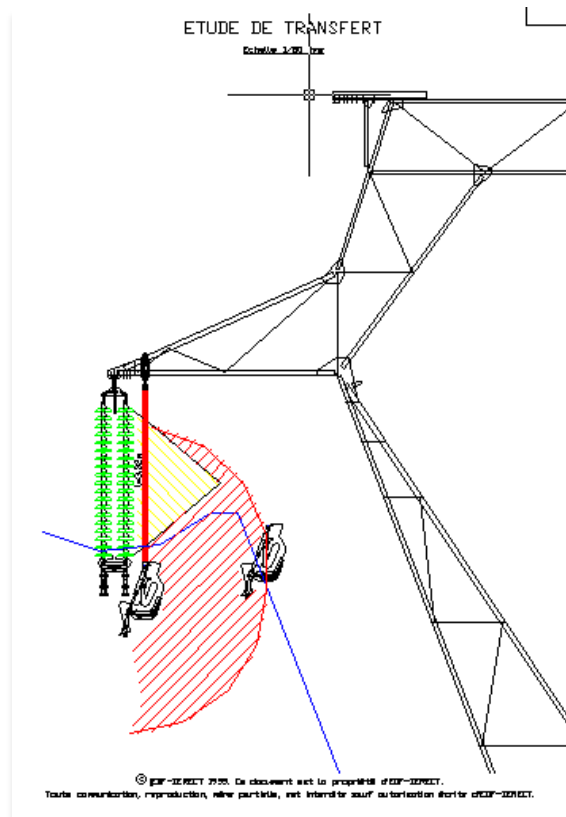


Safety at all levels of Live Working (2)

- **Work Preparation & Operating Procedure**

Each project is the subject of a work preparation. During this work preparation, the works manager will draw up the operating instructions.

This procedure defines all the stages of the project. For each key stage of the project, drawings in AutoCAD will be made. It is on these drawings that we integrate the LW distances from the IEC 61472 standard.





Safety at all levels of Live Working (3)

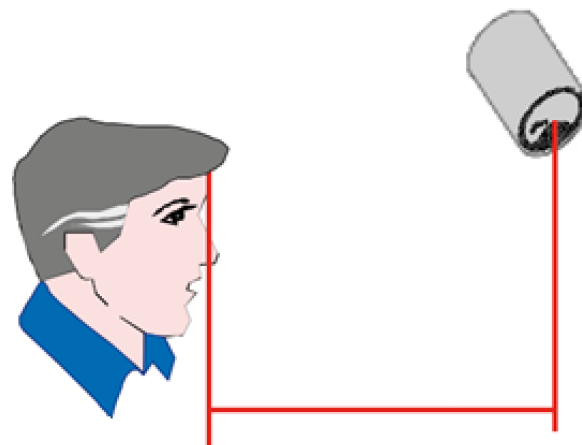
- **Influence of the electromagnetic fields**

The European Directive 2013/35/EU, defines the recommendations to be followed for protection from electromagnetic fields.

This Directive translates into the respect of a distance between the driver and the head of an operator.

This distance varies between 2 and 20 cm for an intensity ranging from 0 to 3 100 A.

Several Cigre groups have worked on the influence of electromagnetic fields over time, and the conclusion has always been that they have no particular impact.





Safety at all levels of Live Working (4)

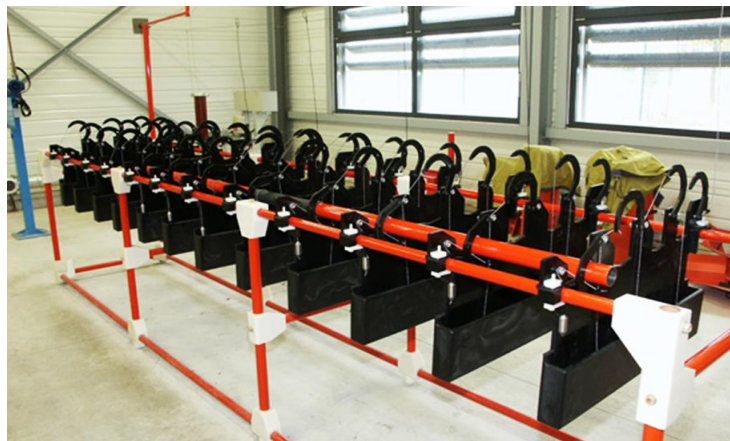
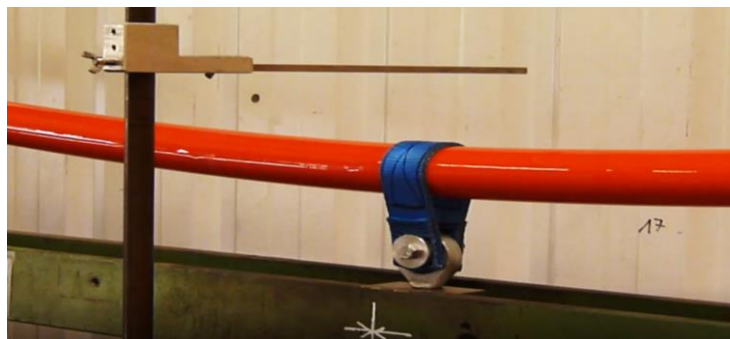
- **The Live Working material**

All tools used during live working operations are certified by international standards such as IEC 60855, which sets out the requirements for creating a hot stick.

These tools are visually checked before each TST operation.

Finally, they are checked electrically and mechanically on an annual basis.

The electrical inspection is also internationally standardised. It requires an insulation of 30cm/100kV.





Safety at all levels of Live Working (5)

- **Technical skills**

In order to perform Live Work, an operator must first be familiar with de-energized work.

Then he will follow an 8-week training course specific to live working. After which he will join a LW team that has already been practising LW for several decades.

Finally, every 3 years this LW team will be audited by an accredited organisation in order to verify that the operators respect what they have learned in training.





Safety at all levels of Live Working (6)

0
FATAL
ACCIDENTS

SINCE 1965,

WITH 270 LIVE WORKERS,

AND 120 000 HOURS OF LW PER YEAR.



Different possibilities for live working



Live Line Working with a Helicopter



Live Working in Substation with an insulated Elevating platform



Live Line Working with cranes



cigre
Nederland

23 maart



Themadag CIGRE B2 **LIJNEN** een kwestie van **VERBINDEN**



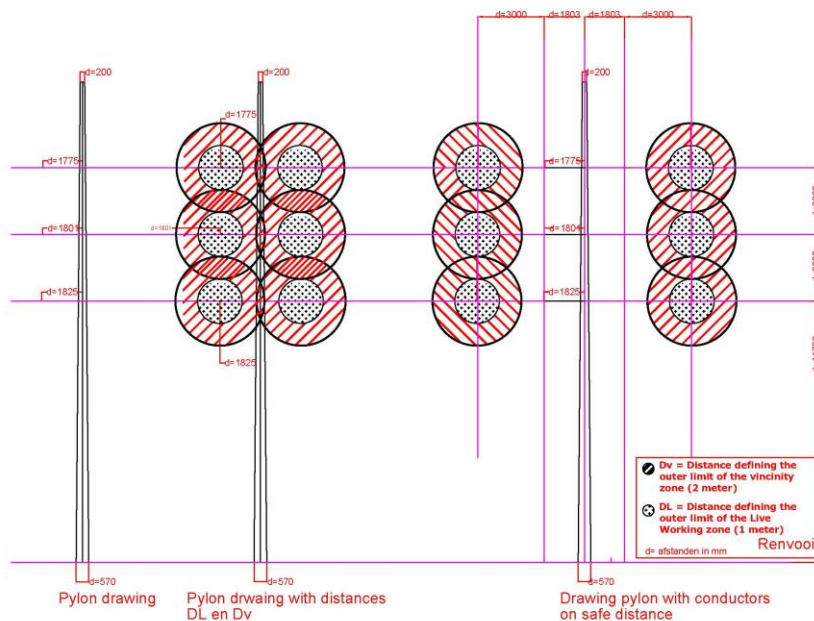
23 maart

Themadag CIGRE B2 **LIJNEN** een kwestie van **VERBINDEN**

Ervaringen project Dedemsvaart
Dennis Geerts, RTEi

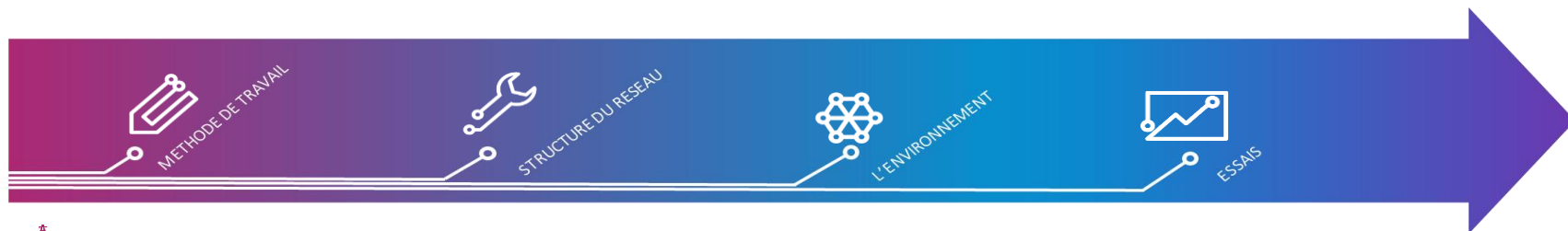






Afstanden tussen fasen en aarde





Chronologische volgorde



-  The study is based on the **French Live Working method** to adapted to the site,
-  To do the studies, it is necessary to know the **Structure of the high voltage grid** on which we are going to ,
-  **The environment** has a direct influence on the configuration of the work site,
-  Finally, we carry out **tests** to ensure that all the elements have been considered.



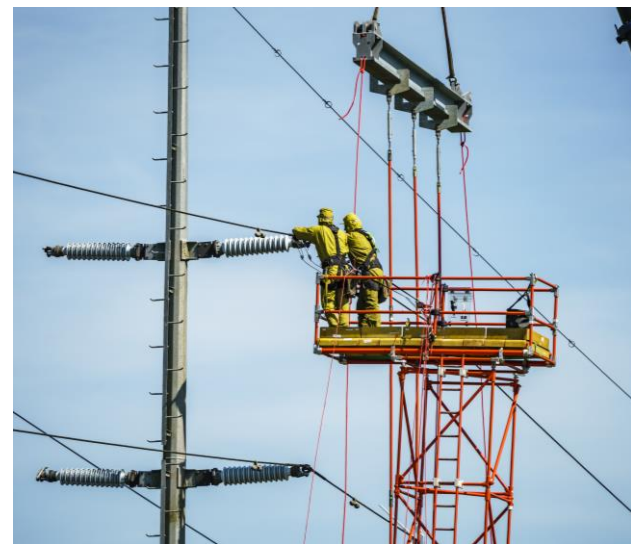
Uitvoerings methode



Methode : Bare hand Live Working

De Line werker heeft het zelfde potentiaal als de fase, hij is gesoleerd van aardpotentiaal en van de andere fasen door het geïsoleerde platform.

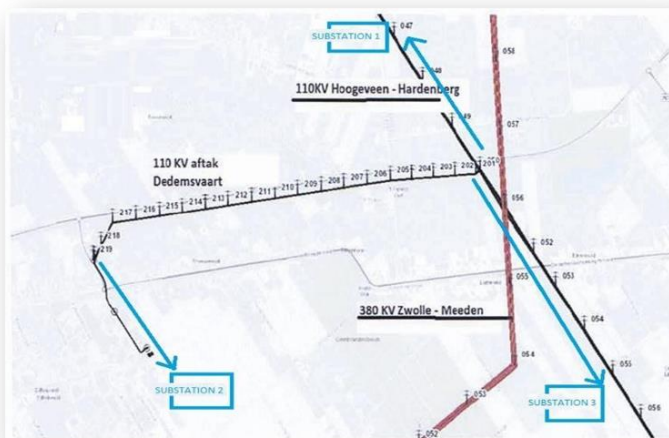
De lijnwerker voert het werk uit vanuit een geïsoleerde positie





Netstructuur van het hoogspanningsnet

The study of the Special Operating Regime



De autorisatie voor uitvoering is bij aanvang gegeven aan RTE voor uitvoering en terug gegeven na uitvoering (6 weken later)

Elke ochtend en einde van de dag is een geplande overdracht



Testen

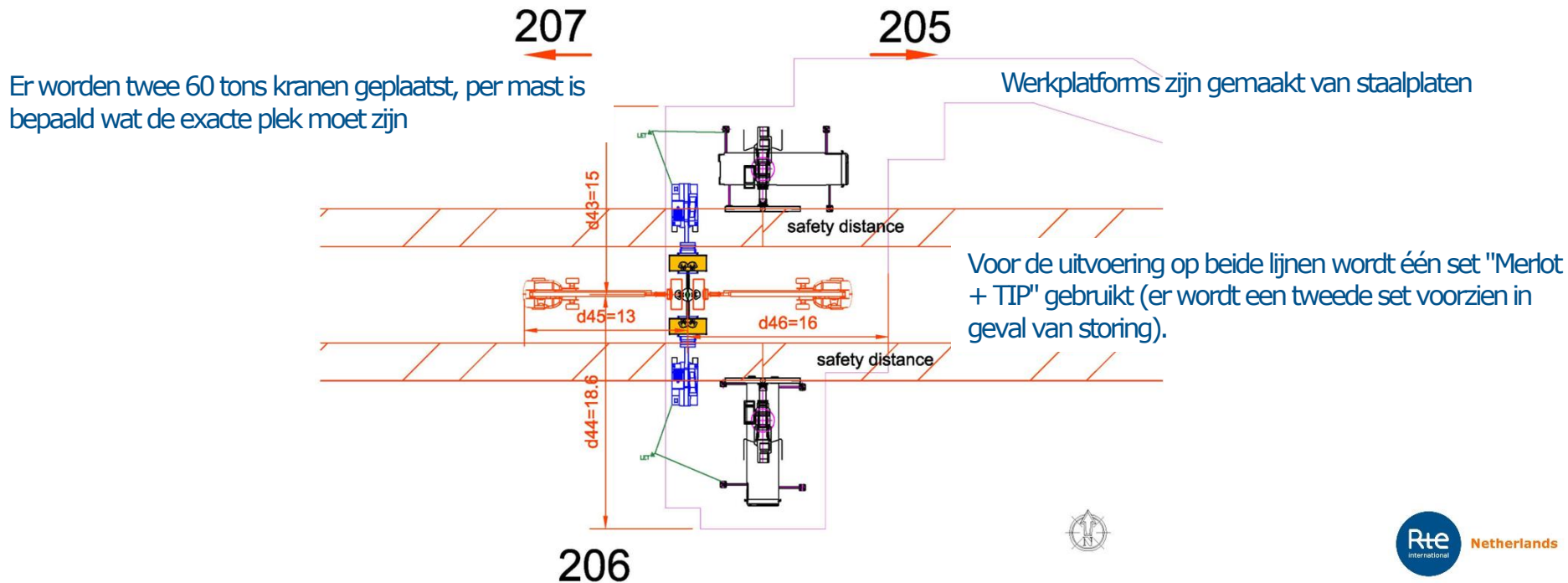


Er is een belastingstest uitgevoerd op een reserve-isolator met een coëfficiënt die 5 keer groter is dan vereist.





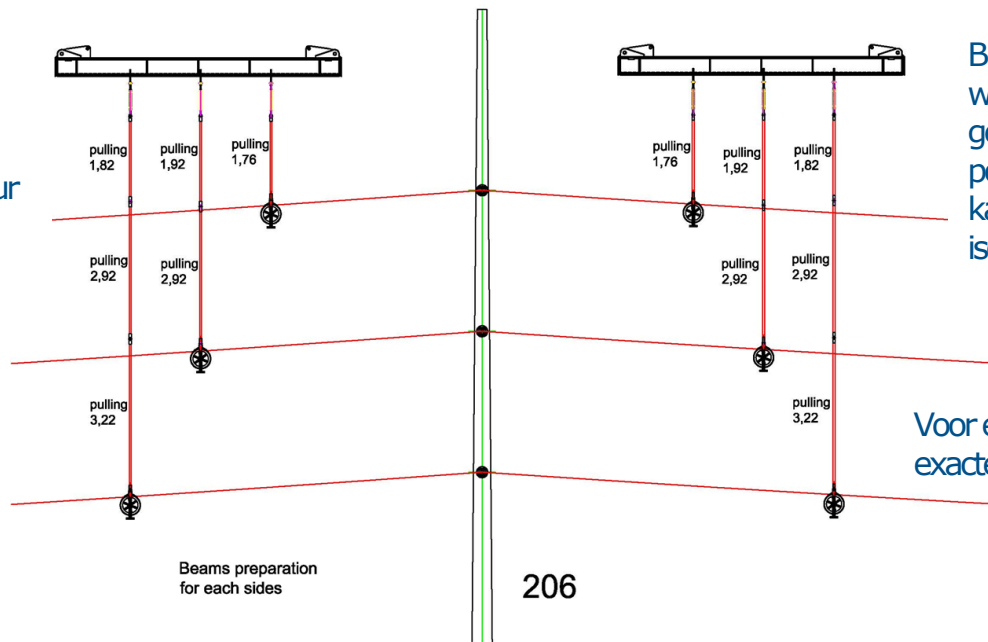
Omgeving en kraanopstelling





Evenaar

Afhankelijk van de temperatuur zal de lengte van de geleider variëren



Bij wisselende weersomstandigheden kunnen de geleiders snel in hun oorspronkelijke positie ophangen worden dankzij de katrollen welke op het einde van de isolator zijn gemonteerd

Voor elke mast en fase is de exacte afstand berekend



Uitvoering

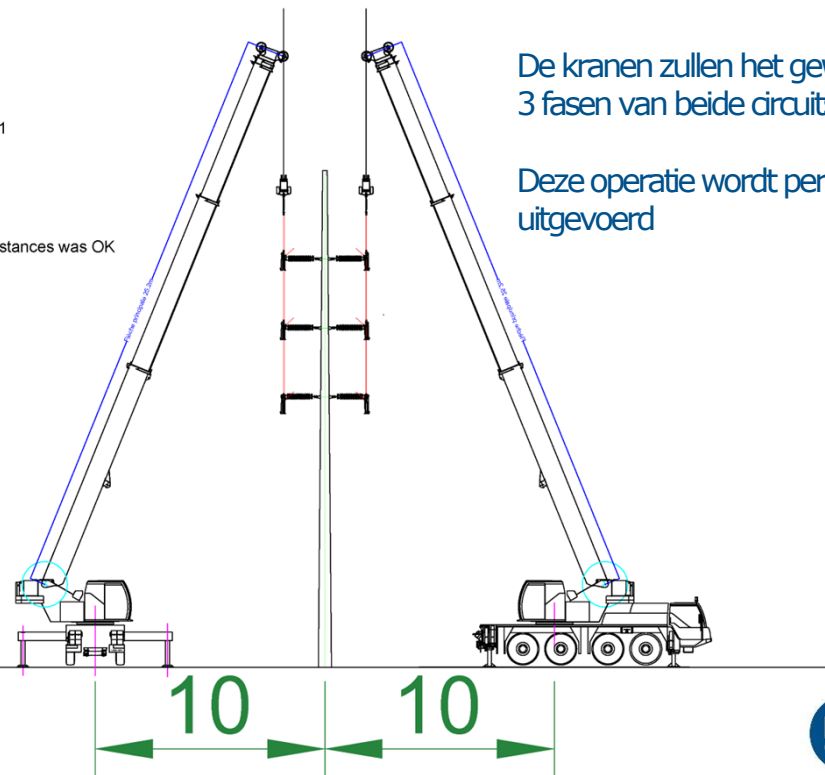
WORK PROCEDURES 1

Take in weight the cables

Previously, the checking distances was OK

De kranen zullen het gewicht van de 3 fasen van beide circuits overnemen

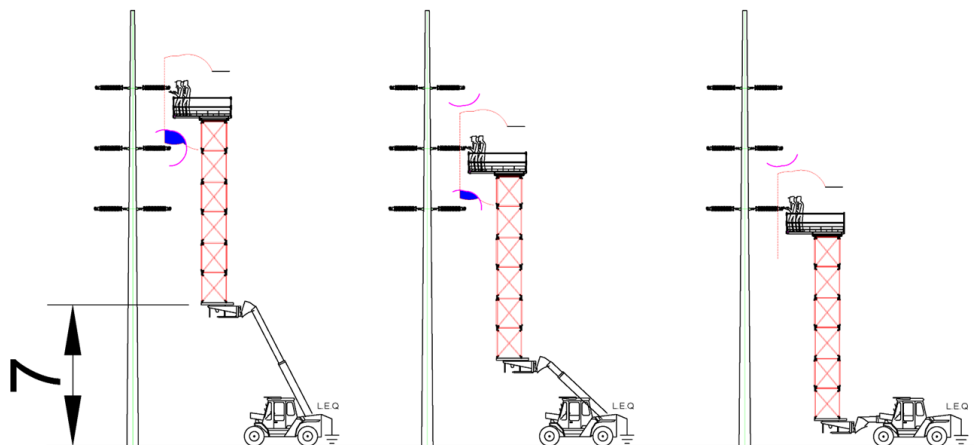
Deze operatie wordt per circuit uitgevoerd





Overgang naar 110kV potentiaal

WORK PROCEDURES 2



- T = 0,80 m
- T+g = 1,30 m
- splitting zone: no PCGD in this zone

De Lijnwerkers zullen de klemmen demonteren en de katrollen op hun plaats zetten tijdens de eerste uitvoering (1e verflag),

Na het aanbrengen van de 1e laag worden de geleiders tijdelijk teruggeplaatst in de op de steun gemonteerde katrollen,

Voor de 2e laklaag kunnen de geleiders zonder tussenkomst op de poten verwijderd worden,

Ten slotte zullen de lijnwerkers voor de definitieve herpositionering van de fasen de katrollen verwijderen en de klemmen opnieuw installeren.

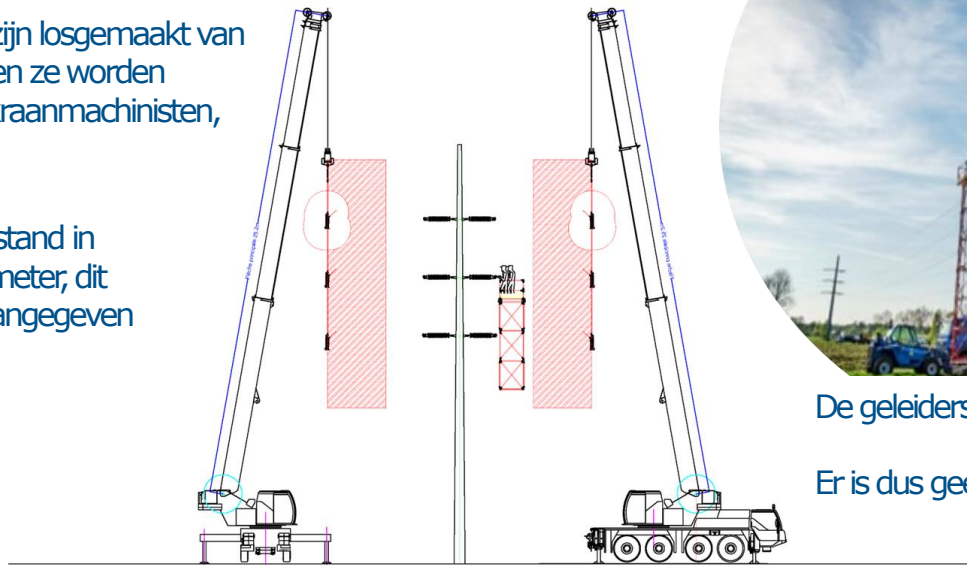


Veilige afstand

Zodra de geleiders zijn losgemaakt van de klemmen, kunnen ze worden verplaatst door de kraanmachinisten,

De veiligheidsafstand in Nederland is 3 meter, dit wordt in rood aangegeven en wordt alom gerespecteerd,

WORK PROCEDURES 3



De geleiders worden 5 meter van de mast gescheiden,

Er is dus geen elektrisch risico voor schilders.





Live working Dedemsvaart

- Film Dedemsvaart



cigre
Nederland

23 maart



Themadag CIGRE B2 **LIJNEN** een kwestie van **VERBINDEN**



23 maart

Themadag CIGRE B2 **LIJNEN** een kwestie van **VERBINDEN**

Wet- en regelgeving "Live line work"
Derk Folkers, TenneT





Wetgeving - arbobesluit

Artikel 3.5. Elektrotechnische, bedienings- en andere werkzaamheden aan of nabij een elektrische installatie

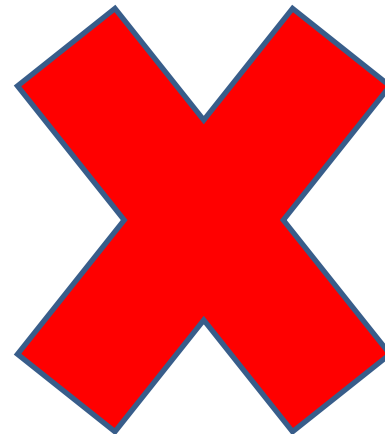
47      

- 1 Elektrotechnische werkzaamheden en bedieningswerkzaamheden die gevaren kunnen opleveren, worden door deskundige, voldoende onderrichte en daartoe bevoegde werknemers uitgevoerd.
- 2 Een ruimte waarin zich een elektrische installatie voor hoogspanning bevindt waarvan de delen niet of onvoldoende zijn beschermd tegen directe of indirecte aanraking dan wel te dichte nadering, wordt slechts betreden in aanwezigheid van een tweede daartoe bevoegd persoon.
- 3 Werkzaamheden aan of in de nabijheid van een elektrische installatie worden slechts uitgevoerd, indien de installatie of het gedeelte waaraan of in de nabijheid waarvan wordt gewerkt, spanningsloos is.



Wetgeving – uitzonderingen arbobesluit

- 5 Het derde lid is niet van toepassing op werkzaamheden die worden verricht aan of in de nabijheid van een elektrische laagspanningsinstallatie, indien:
- a. de dringende noodzaak van het onder spanning uitvoeren van die werkzaamheden is aangetoond;
 - b. tot het uitvoeren van die werkzaamheden door de daartoe bevoegde werknemer uitdrukkelijk opdracht is gegeven, en
 - c. de installatie tevens geschikt is voor het onder spanning uitvoeren van die werkzaamheden en door de daartoe bevoegde werknemer doeltreffende maatregelen zijn genomen om de aan die werkzaamheden verbonden gevaren te voorkomen.
- 6 Het derde lid is niet van toepassing op werkzaamheden die worden uitgevoerd aan of in de nabijheid van een elektrische installatie voor hoogspanning, bestaande uit:
- a. het nemen en opheffen van veiligheidsmaatregelen, waaronder begrepen het met geschikt materieel knippen of schieten van kabels;
 - b. het uitvoeren van metingen en beproevingen, of
 - c. het reinigen van elektrisch materieel.
- 7 Werkzaamheden bestaande uit het reinigen van elektrisch materieel in een elektrische installatie voor hoogspanning als bedoeld in het zesde lid, onder c, worden slechts uitgevoerd, indien:
- a. tot het uitvoeren van die werkzaamheden door de daartoe bevoegde werknemer uitdrukkelijk opdracht is gegeven;
 - b. gebruik wordt gemaakt van de voor deze werkzaamheden geschikte arbeidsmiddelen, reinigingsmiddelen en persoonlijke beschermingsmiddelen, en
 - c. de werknemers zich met de arbeidsmiddelen waarmee zij fysiek in contact staan, niet behoeven te begeven in de gevarezone van de installatie of delen daarvan die onder spanning staan.





Regelgeving – Europese regelgeving EN-50110-1:2013

6.3 Live working

6.3.1 General

6.3.1.1 Live working shall only be carried out according to national requirements and practices. The requirements of 6.3 may not apply to activities such as voltage detection and the application of earthing and short-circuiting devices, etc.

6.3.1.2 During live working procedures, workers make contact with bare live parts or reach into the live working zone, either with parts of their body or with tools, equipment or devices being handled.

Recommended values of the minimum acceptable distance in air defining the outer limit of the live working zone D_a can be found in Table A.1.

6.3.1.3 Live working procedures shall only be carried out after having suppressed fire and explosion risks (see B.4 and B.5).

6.3.1.4 Care shall be taken to ensure that a stable location is provided which leaves the worker with both hands free.

6.3.1.5 Personnel shall wear suitable and adequate personal protective equipment. They should wear no metallic items for example personal jewellery if this is likely to cause a hazard.

6.3.1.6 For live working protective measures to prevent electric shock and short circuit shall be used. All different potentials (voltages) in the surroundings of the work location shall be considered.

6.3.1 Live working shall only be carried out according to national requirements and practices. The requirements of 6.3 may not apply to activities such as voltage detection and the application of earthing and short-circuiting devices, etc.

Dit document is door NEN onder licentie verstrekt aan: / This document has been supplied under license by NEN to:
TenneT TSO B.V. Derk.Folkers@tennet.eu 2023-03-06 09:32:39

NEN-EN 50110-1:2013

– 23 –

EN 50110-1:2013

Depending on the kind of work, the personnel working in such conditions shall be instructed or skilled, and specifically trained for this task.

Live working requires the use of specific procedures as set out in 6.3.4. Instructions shall be given on how to maintain tools, equipment and devices in good working state and on how to verify them before working



Regelgeving - BEI-BHS-2022-04-15-def

6.4 Onder spanning werken

Onder spanning werken is niet toegestaan volgens het Arbeidsomstandighedenbesluit artikel 3.5 lid 3.

Deze artikelen staan beschreven in bijlage 16.

- *Uitzonderingen hierop:*

- a. het nemen en opheffen van veiligheidsmaatregelen, waaronder begrepen het met geschikt materieel knippen van kabels.
- b. het uitvoeren van metingen en beproevingen, of
- c. het reinigen van elektrisch materieel.

(Verwijzing NEN 3840: artikel 6.1)

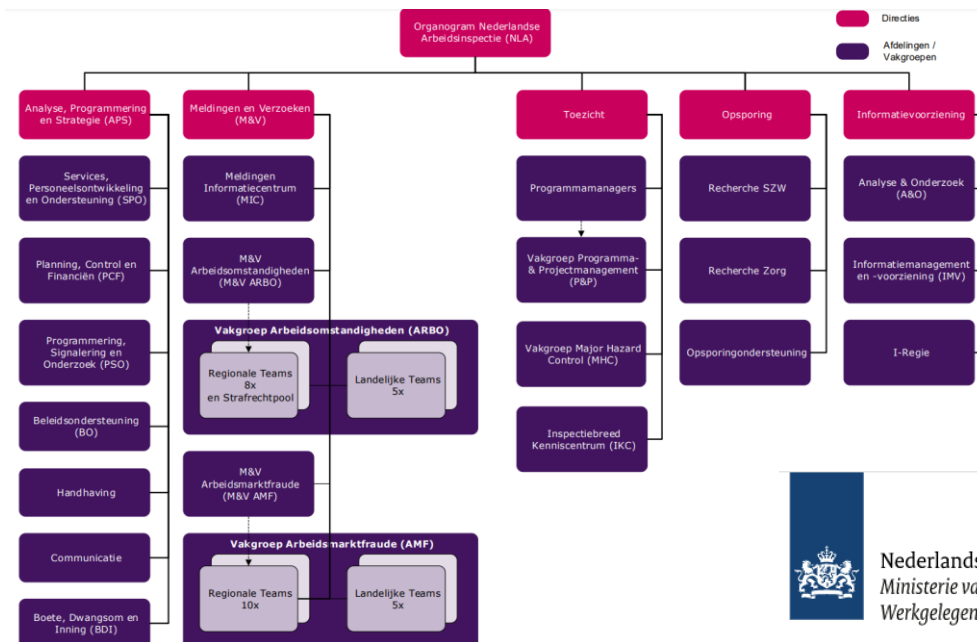
6.3 Onder spanning werken

[niet overgenomen]

OPMERKING Op grond van artikel 3.5 van het Arbeidsomstandighedenbesluit is werken onder spanning niet toegestaan in hoogspanningsinstallaties. Zie bijlage F.

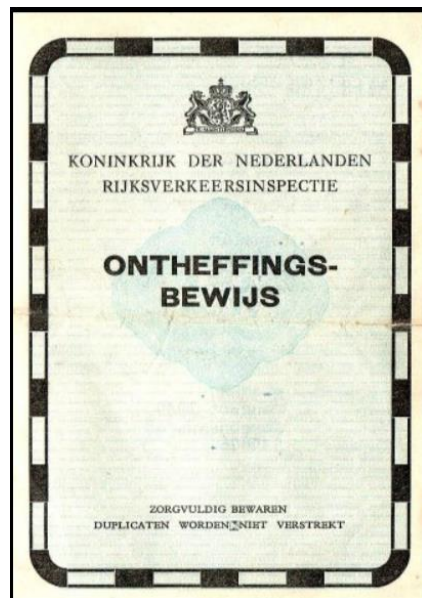


Regelgeving - Mogelijkheden



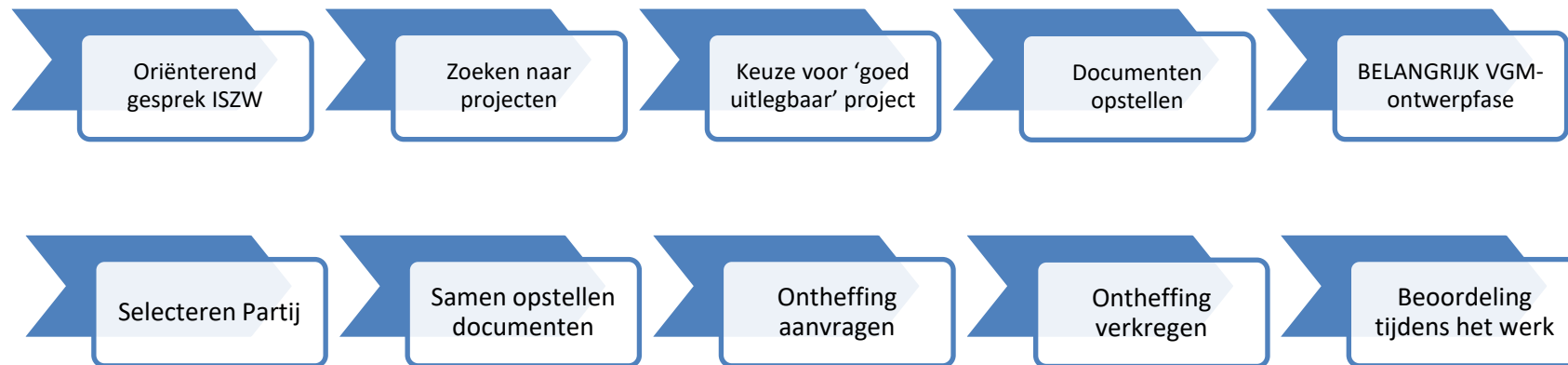


Regelgeving - Mogelijkheden





Regelgeving - Mogelijkheden





Regelgeving - Ontheffingsaanvraag

- Bijlage 1 VenG plan
- Bijlage 2 Onderbouwing werken onder spanning
- Bijlage 4 Planning
- Bijlage 5 Energized Work uitvoeringsplan RTE
- Bijlage 6 Detail uitvoering mast 201, 205, 217 en 218
- Bijlage 7 Toegangswegen mastlocaties
- Bijlage 9 Berekeningen
- Bijlage 10 Specificaties Kraan en kraantabellen
- Bijlage 11 Sonderingen
- Bijlage 12 Product en veiligheidsbladen toe te passen verf
- Bijlage 13 Certificaten Medewerkers
- Bijlage 15
- Bijlage 16 Hoogwerkers
- Bijlage 18 Werkvoorschriften
- Bijlage 19 Toelichting op wijze van aarden
- Bijlage 21 Overdrachtsformulier



cigre
Nederland



23 maart

Themadag CIGRE B2 **LIJNEN** een kwestie van **VERBINDEN**