



Elektrische risico's in Elia installaties

Full versie

Versie 2019

*Opleidingsmodule 1 voor externe werkleiders
Voorziene tijdsduur: 1uur 30*

Dit is het resultaat van een oefening die plaatsvond met onze technici en met onze contractors

- Voor alle werken op hoogte is het verplicht om zich vast te maken, volgens de geldende procedures bij Elia.
- Bij een geborgde installatie mag de kaart alleen verwijderd worden door een gemandateerd persoon (persoon die over de certificaties beschikt en die de toelating heeft).
- In geen enkel geval mag de dubbele rode afbakening overschreden worden..
- In een 'Elektrische Elia Ruimte' mag geen enkel werk uitgevoerd worden zonder werkvergunning of WIK (werkinstructiekaart).
- De werkleider dient altijd aanwezig te zijn op de werf tijdens een werk..
- De veiligheidsschoenen en de PBM's geïdentificeerd in de risicoanalyse of op de pictogrammen moeten gedragen te worden..



Agenda

1. Leerdooelstellingen
2. Invloed op het menselijk lichaam
3. Specifieke Elektrische risico's in de Elia installaties

De leerdoelstellingen van deze cursus zijn ...

- Bijbrengen van de **gevaarlijke effecten** van de elektriciteit in onze installaties en hun impact op het **menselijk lichaam**.
- Leren begrijpen hoe deze (gevaarlijke) effecten kunnen ontstaan en ze in verband kunnen brengen met de **Exclusieve Elektrische Ruimten** die door het personeel van Elia worden beheerd.
- Leren op basis van concrete ongevallen en incidenten.
- Uw kennisniveau testen, door het verband met de praktijk te leggen.

Agenda

1. Leerdooelstellingen
2. Invloed op het menselijk lichaam
3. Specifieke Elektrische risico's in de Elia installaties

Videofragment



Maak uw eigen analyse op basis van de volgende vragen:

- Met wat voor soort fenomeen hebben we hier te maken?
- Wat heb je gemerkt dat significant was? (feiten)
- Wat zouden de mogelijke gevolgen kunnen zijn?
- Hoe kon dit worden vermeden?
- Wat zou uw verantwoordelijkheid als werkleider zijn voor dit werk en wat zou u in zo'n geval doen?

Conclusie: Elektriciteit is onzichtbaar, geurloos en vaak geluidloos, maar toch zeer gevaarlijk als het niet gecontroleerd wordt...



In geval van contact kan het de volgende effecten veroorzaken:

- Spiersamentrekkingen
- Brandwonden (intern en extern)
- Hartfibrillatie
- Schade aan weefsel, bloed en zenuwstelsel.

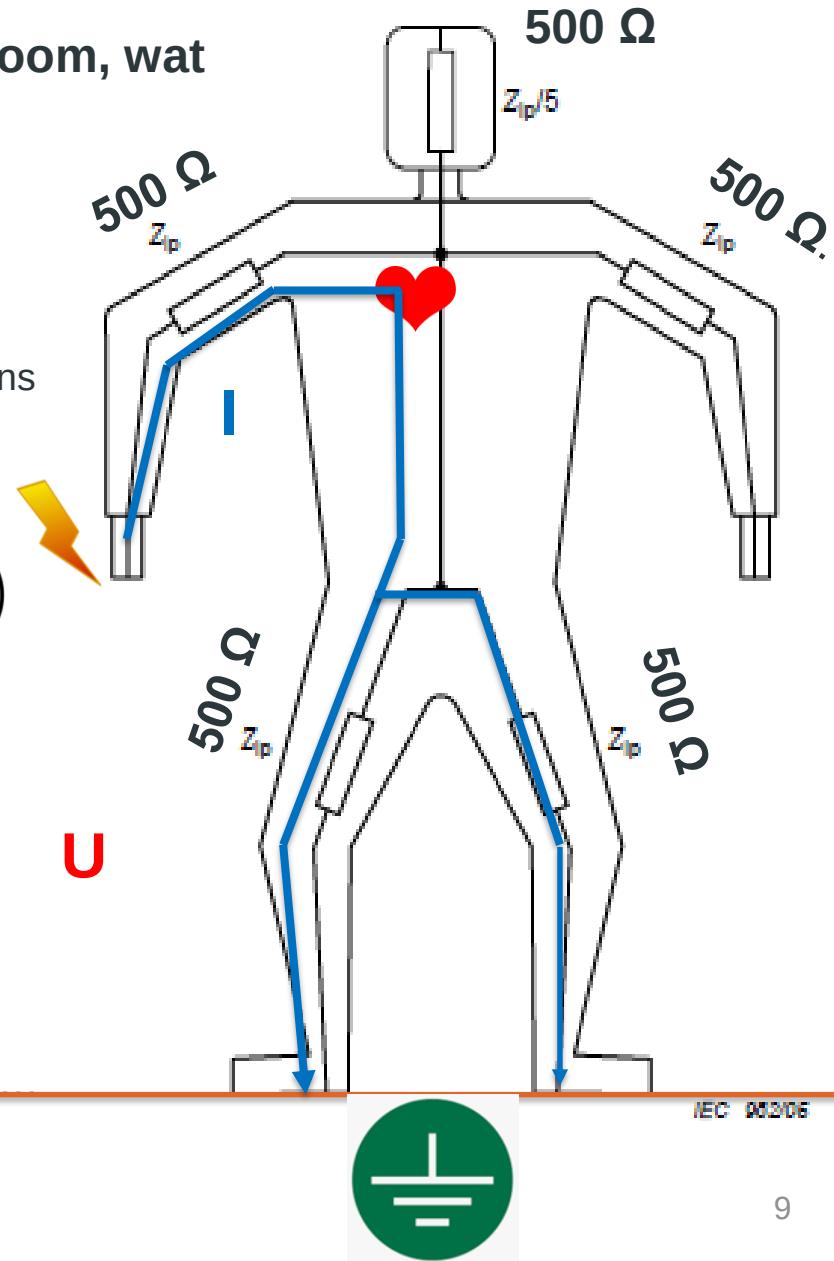
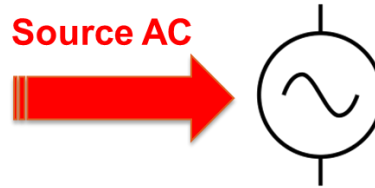
Het menselijk lichaam en de elektrische stroom, wat weten we ervan?

Elk afzonderlijk lichaamsdeel vormt een weerstand (impedantie Z) van **ongeveer 500Ω** .

De parameters die van invloed zijn op de gevolgen tijdens een elektrificatie zijn de volgende:

1. Spanningswaarde van de stroombron
(bv: **220 Volt**)
2. Vochtigheid van de huid (natte handen?)
3. Het contactoppervlak met elektrische onderdelen onder spanning
4. De aard van de grond onder je voeten?
5. En natuurlijk de **duur van de elektrificatie**

Source AC



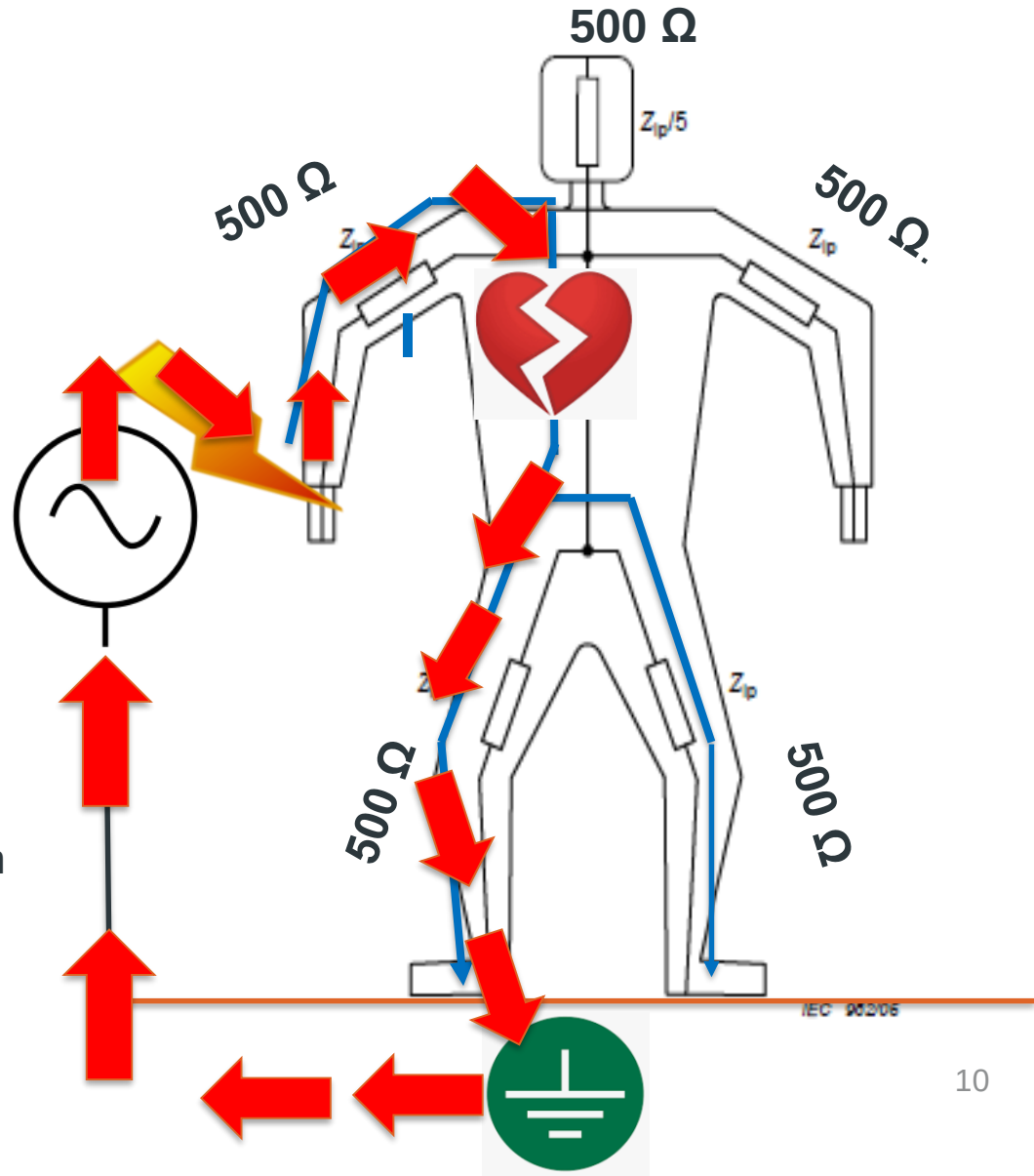
Het menselijk lichaam en de elektrische stroom, wat weten we ervan?

- Als de waarde van de spanning hoog genoeg is, wordt er een stroomlus gemaakt, een gesloten circuit waarvan je deel uitmaakt!
- De gevolgen kunnen dramatisch zijn...

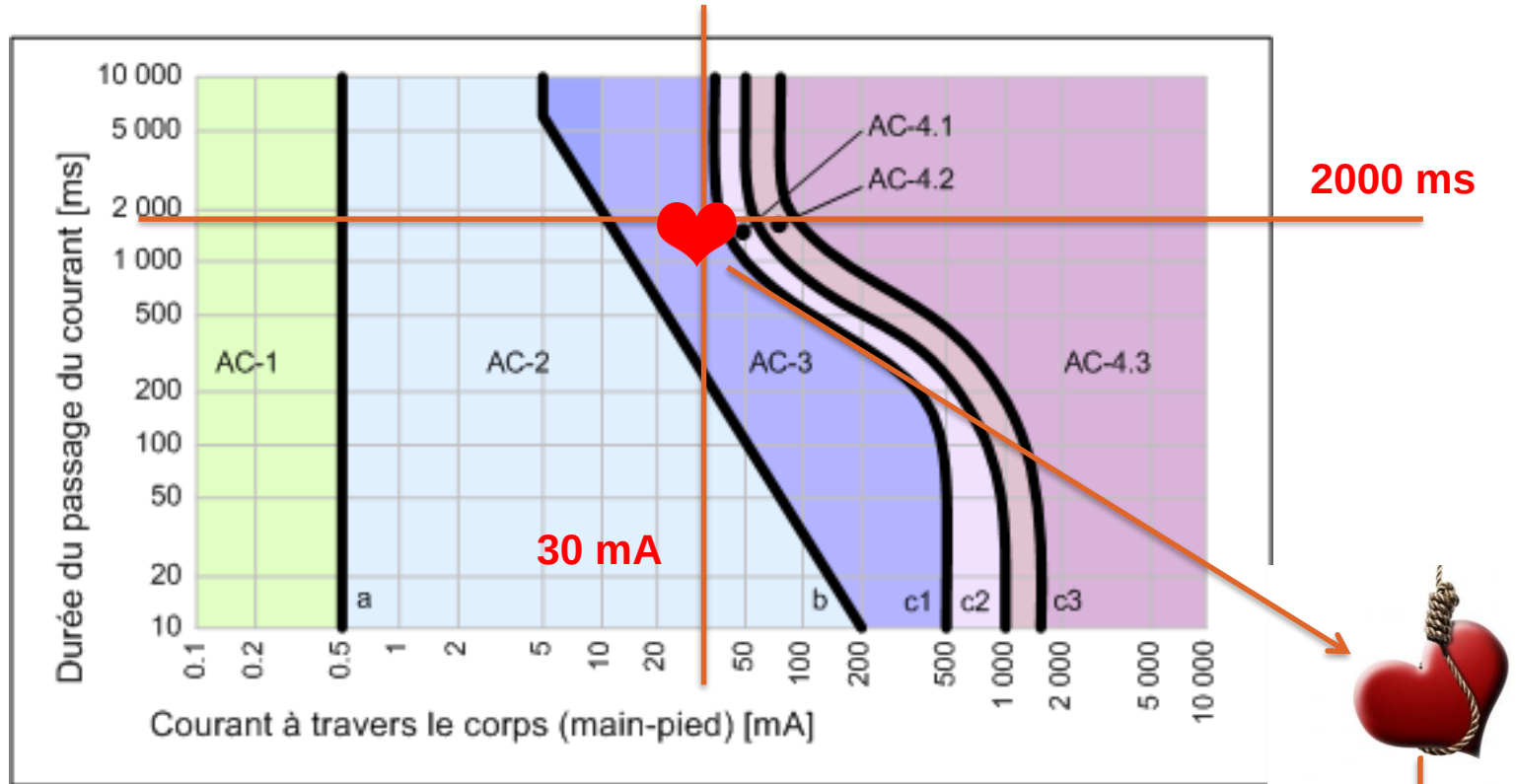


$R < 30 \text{ Ohms}$

De aardweerstand mag niet hoger zijn dan 30 Ohm om de efficiëntie van het 30mA-differentieel te garanderen.



Gevoeligheidszones van het menselijk lichaam– IEC 60479-1



AC-1: Lichte gewaarwording



AC-2: Gewaarwording, mogelijke spiersamentrekkingen, de **verliesstrooschakelaar treed in werking**

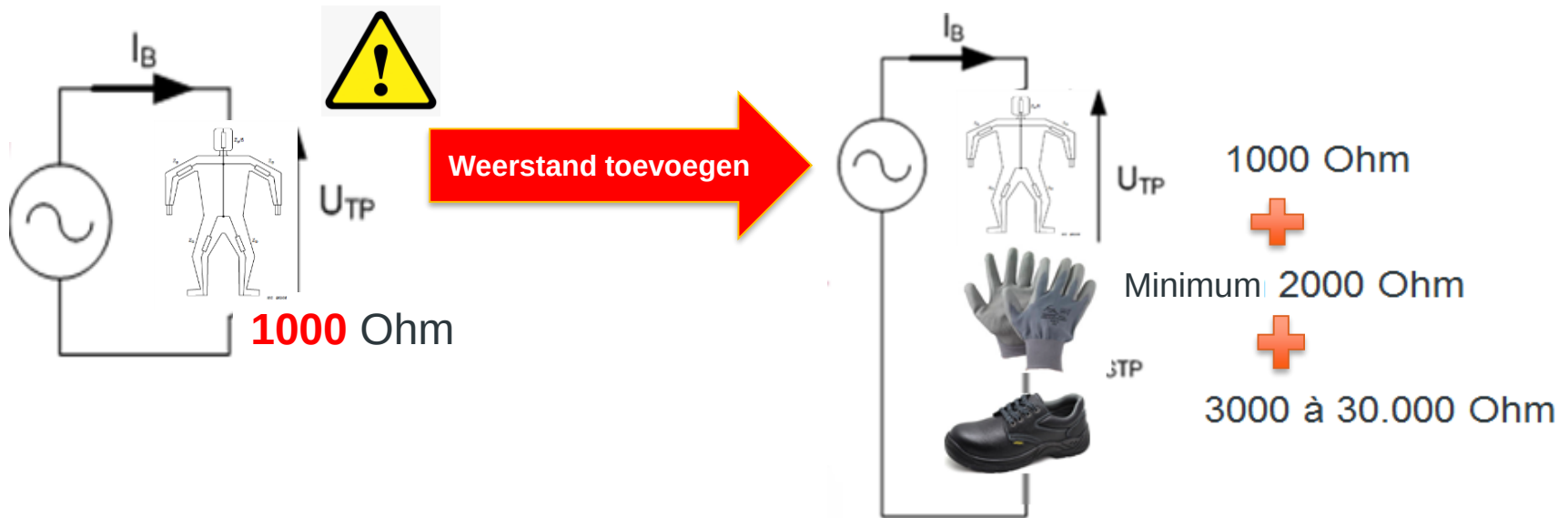
AC-3: Zware spiersamentrekkingen en het wordt onmogelijk om los te laten ...

AC-4 Vanaf 500 mA, **levensgevaarlijk**, ongeacht de duur

**=
kan een leven redden!**

Hoe kunnen de gevolgen van een elektrificatie worden beperkt?

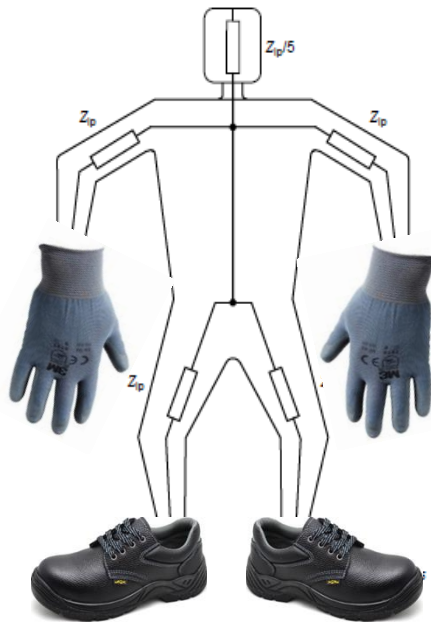
- 1/ Herinnering: we werken altijd aan installaties die zijn uitgeschakeld maw **spanningsloos**.
 - 2/ Bij toevallig contact en om de stroom te beperken, staat het dragen van de juiste PBM's gelijk aan het zoveel mogelijk tegengaan van de stroomdoorgang.
- Vb **PBM**: schoenen, handschoenen, kleding, enz...
 - Vb **CBM**: isolerende vloerbedekking, enz...
 - **NB: het simpele feit van het dragen van veiligheidsschoenen verhoogt de totale weerstand met een factor 4.**



De "naakte" mens vertegenwoordigt een weerstand gelijkwaardig aan ongeveer 1000 Ohm, het **verplicht** dragen van veiligheidsschoenen voegt al minstens 3000 Ohm toe, het dragen van handschoenen minimum 2000 Ohm, het is daarom essentieel om goed uitgerust te zijn!

Beschermende maatregelen bij het werken in de buurt van elektriciteit

- Risicoanalyse - kan de stroom worden uitgeschakeld - spanningsvrij werken
- Bij voorkeur CBM's (fysieke barrière, isolatiematten, bewegwijzering, enz.)
- Draag de PBM's die in uw risicoanalyse zijn geïdentificeerd



Het gebruik van deze PBM's / CBM's is enkel om het risico en de gevolgen bij accidentele aanraking te verminderen!



$R > 2000 \text{ Ohm}$



$R > 3000 \text{ Ohm}$ (natte ondergrond)
 $R > 30.000 \text{ Ohm}$ (droge ondergrond)

Toegevoegde weerstanden

- **Opgelet:** Iemand die **geknield** werkt, geniet natuurlijk **niet** van de toegevoegde weerstanden van zijn **veiligheidsschoenen** (alleen van zijn werkkledij en dit enkel bij droge ondergrond).



Dodelijk ongeval te Ieper op 5/2/2016:

Bij het toevoegen van een meetlus aan een stoepkast werd de agent geëlectrocuteerd na direct contact met een bron van 230V.

De medewerker zat geknield in nat gras, bijgevolg profiteerde hij niet van de weerstand van zijn geïsoleerde veiligheidsschoenen en hij droeg ook geen handschoenen. De stroom kwam binnen door zijn hand en ging weg langs de knie. Het werd hem fataal omdat de bereikte waarde enkele malen hoger was dan de grenswaarde van 30 milli-Ampère.

Toegevoegde weerstanden (contact hand-voet): **Ongeval Beerse 2014**

- Veiligheidsschoenen zijn functioneel toegevoegde weerstanden.
- **Opgelet ... dit geldt enkel voor laagspanning**, wanneer de **spanning te hoog** oploopt, zal er toch een **doorslag** plaatsvinden in het isolatiemateriaal.
- Ongeval te Beerse: (elektrocutie met een potentiaal tussen **8000 en 10.000 Volt**)



Agenda

1. Leerdooelstellingen
2. Invloed op het menselijk lichaam
3. Specifieke Elektrische risico's in de Elia installaties

Videofragment



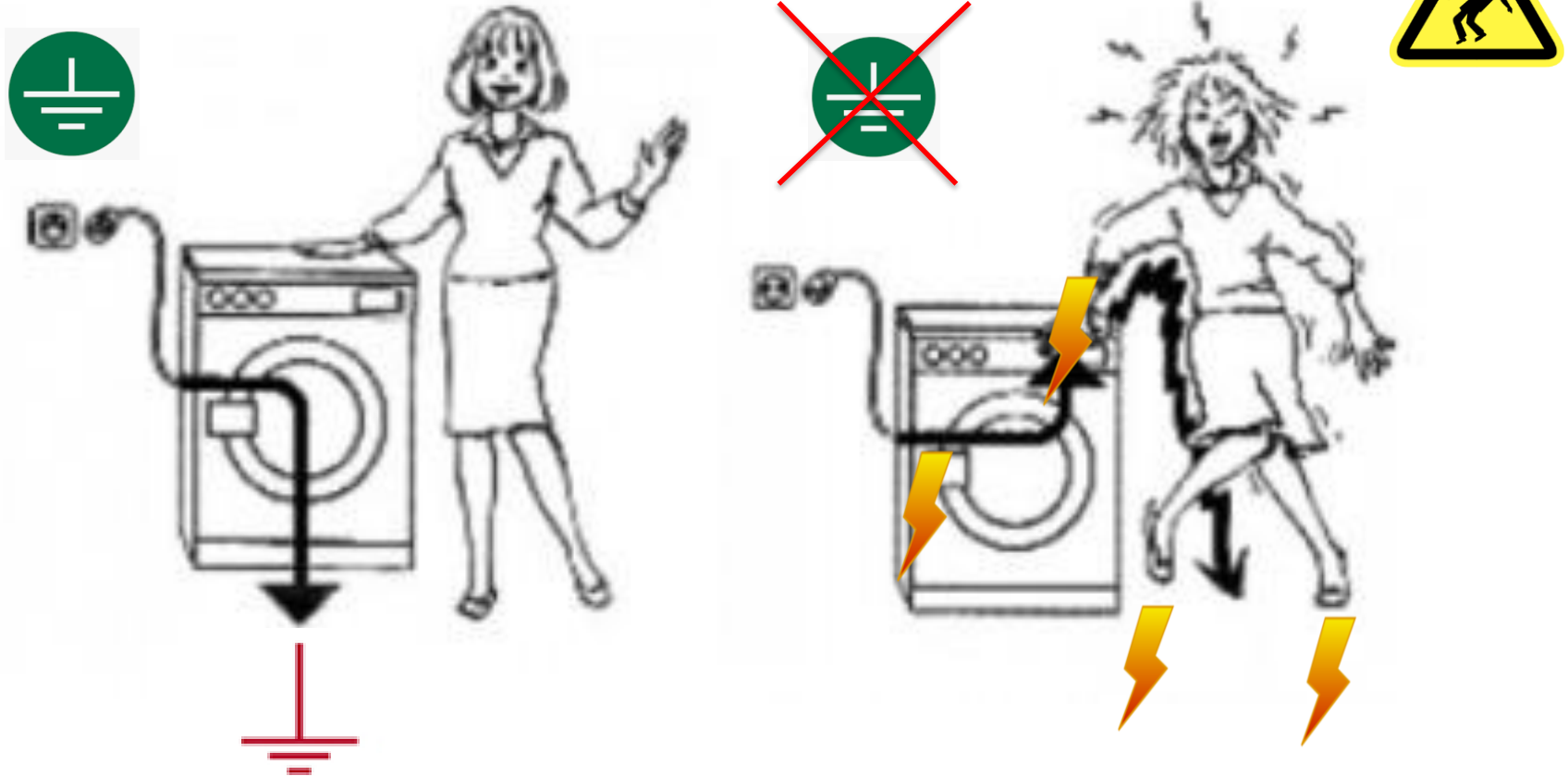
Maak uw eigen analyse op basis van de volgende vragen:

- Met wat voor soort fenomeen hebben we hier te maken?
- Wat heb je gemerkt dat significant was? (feiten)
- Hoe zou u het verband tussen hoogspanning en afstand definiëren?
- Welke maatregelen zou u nemen om een gelijkaardige situatie te voorkomen?
- Stel u voor dat de bestuurder één van uw onderaannemers is...bent u dan mee verantwoordelijk voor dit ongeval?

Agenda

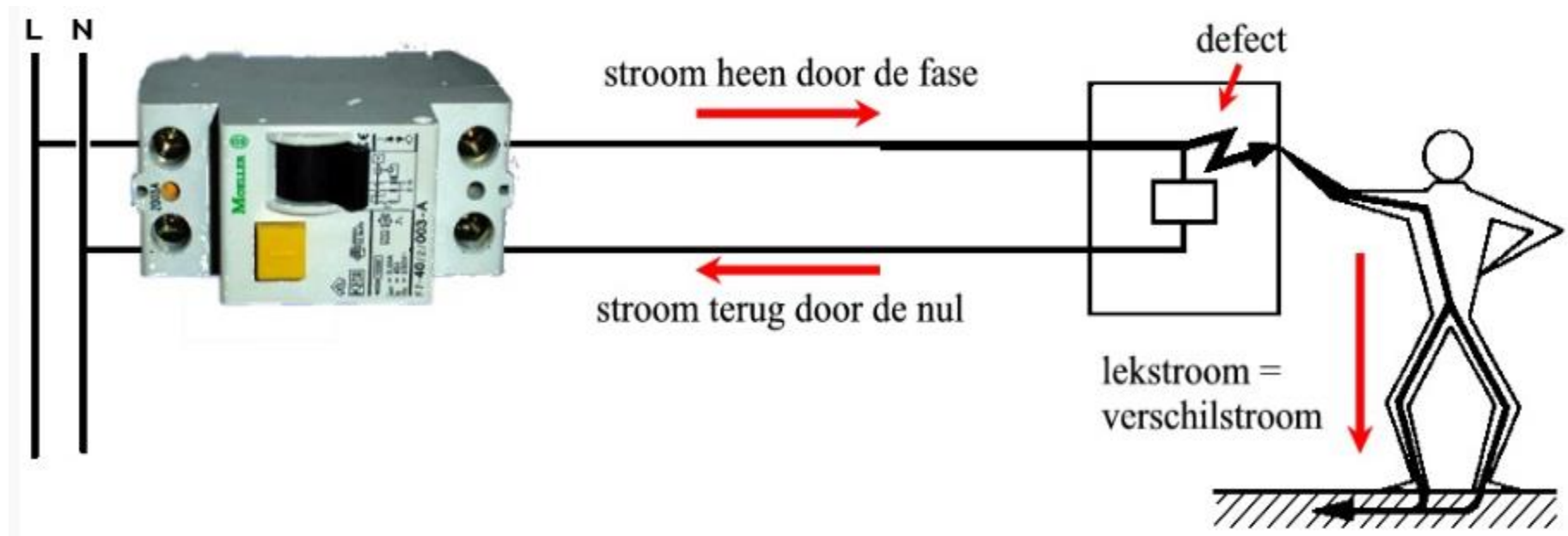
1. Leerdooelstellingen
2. Invloed op het menselijk lichaam
3. Specifieke Elektrische risico's
 - Door geleiding
 - Via inductie
 - Via capacatieve koppeling

Elektrificatie door geleiding ... (vb: defecte apparatuur/ isolatiefout...)



Het aarden van de metalen behuizingen is essentieel voor het afleiden van de lekstromen in geval van defecte apparatuur en isolatiefouten.

Werkingsprincipe van de verliesstroomschakelaar



Indien het **verschil (lekstroom)** tussen de 'stroom heen' en de 'stroom terug' $\geq 30 \text{ mA}$ (of $\geq 300 \text{ mA}$) zal de verliesstroomschakelaar uitschakelen!

Om te onthouden: Contactspanningen

CBM's = collectieve beschermingsmiddelen / PBM's = persoonlijke beschermingsmiddelen

- Bij een elektrificatie zijn het de stroom en de duur ervan die het gevaar vormen!
- Een kleine **stroom van 30 mA** is al gevaarlijk voor de mens
- Bij laagspanning speelt het gebruik van extra weerstanden via CBM/PBM (vloerbedekking, veiligheidsschoenen, handschoenen) een grote rol bij het verminderen van het risico op onopzettelijk contact.

Opgelet:



Deze toegevoegde weerstanden zijn niet voldoende in het geval van **Hoogspanning** (Spanning boven 1000 Volt)



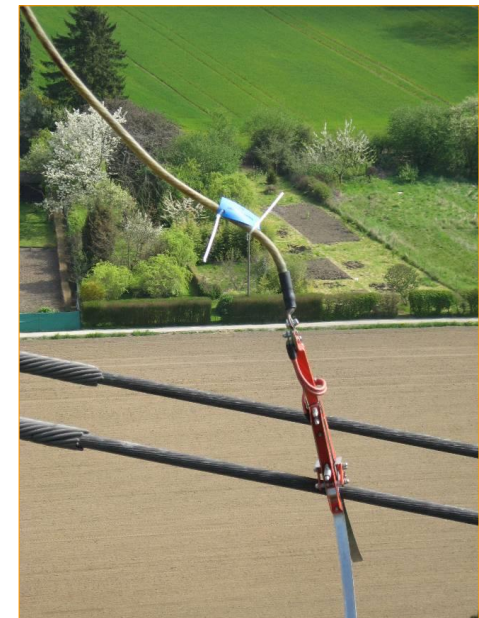
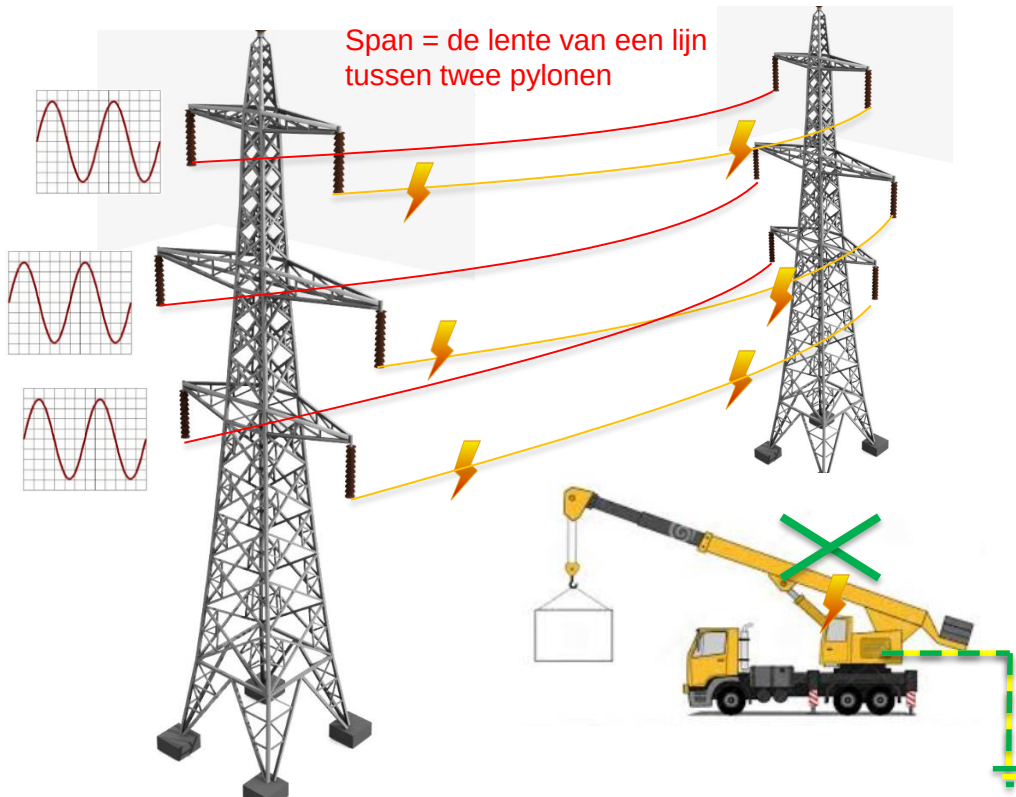
Agenda

1. Leerdooelstellingen
2. Invloed op het menselijk lichaam
3. Specifieke Elektrische risico's
 - Door geleiding
 - Via inductie
 - Via capacatieve koppeling

De energie die door een elektrische HS-geleider stroomt, heeft ook een impact op zijn omgeving en is in staat alle nabijgelegen metalen onderdelen tot een bepaald spanningsniveau op te laden. Men moet zich beschermen tegen dit fenomeen, dat **INDUCTIE** wordt genoemd, door het **AARDEN** van deze metalen voorwerpen.



- De lengte van **1 span** is voldoende om een **dodelijke spanning** te veroorzaken.
- Het gaat met name om lijnstructuren met dubbele masten (2 x 3 geleiders), zoals op de onderstaande tekening is aangegeven.
- **Veiligheidsmaatregel:** Altijd de aardverbindingen voorzien in de directe omgeving van de werkplek.



$U = 0$ Volt dichtbij de aarding

De inductiespanning wordt genutraliseerd door de aarding van de machine. 24



HS-Lijn buiten
dienst :
Gevaarlijke
inductiespanning



HS-Lijn onder
Spanning
(bv 380 kV)

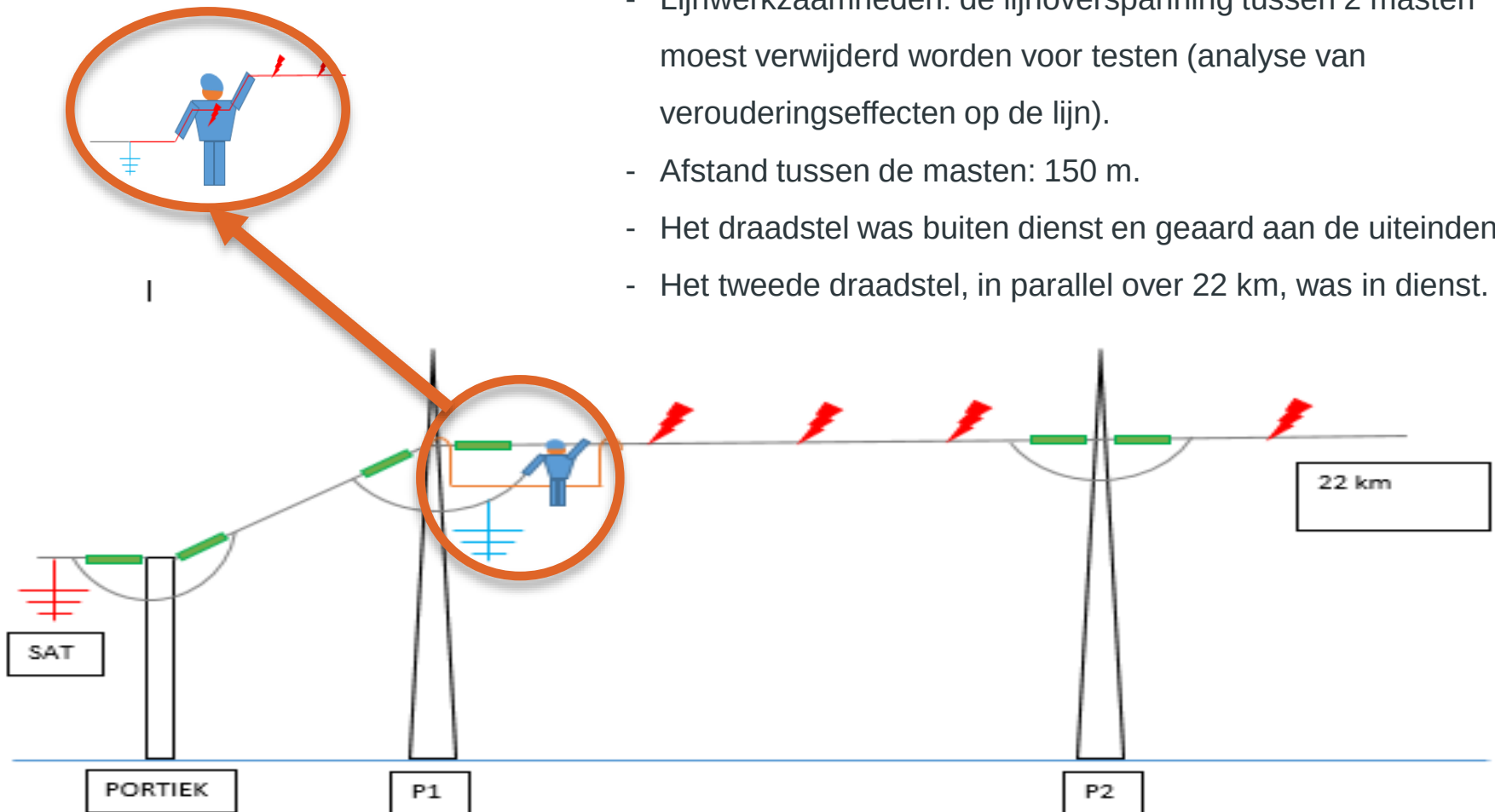


1 span = dodelijke spanning

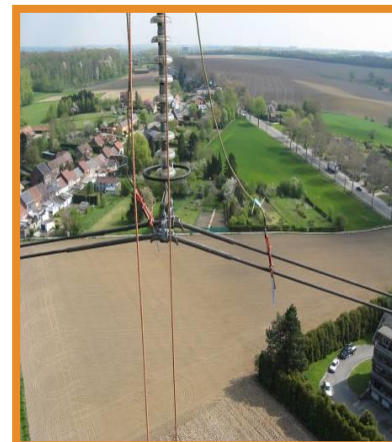
Veiligheidsmaatregel: Altijd twee zichtbare aardingen voorzien in de directe nabijheid van waar er wordt gewerkt (vóór en na de werkplaats)!

DODELIJK ONGEVAL OP 11/12/2018

Bij lijnwerkzaamheden, meer bepaald het loskoppelen van een geleider, heeft de medewerker een verbinding gemaakt tussen de geleider en de aarde en is er een stroom door het lichaam gevloeid, als gevolg van de aanwezige inductiespanning.



INDUCTIEVE KOPPELING



Vaste aardmessen
(SAT)



Losse aarding



Staafaarding



Werk enkel tussen twee zichtbare aardingen !

Raak enkel installaties aan die ter plekke correct geaard zijn!

Risico van inductiespanning tot nul herleiden

+

Afleiden van incidentele foutstromen

Om te onthouden - Inductie

- In de omgeving van HS- lijnen en posten is de inductieve koppeling (veroorzaakt door stroom) via de lucht gevaarlijk.
- De geïnduceerde spanning door **inductieve koppeling** hangt af van de **lengte** waarover een lijn beïnvloed wordt door een parallelle lijn. Bij een luchtlijn (in dienst) kan het fenomeen van inductiespanning al optreden vanaf 1 span of +/- 100m.
- Om de risico's van inductiespanning te vermijden, **altijd een of twee zichtbare aarding(en)**  plaatsen in de zone waar gewerkt wordt.
- Beschouw **lijnen en HS-uitrustingen die niet geaard zijn** altijd als **onder spanning** staand.

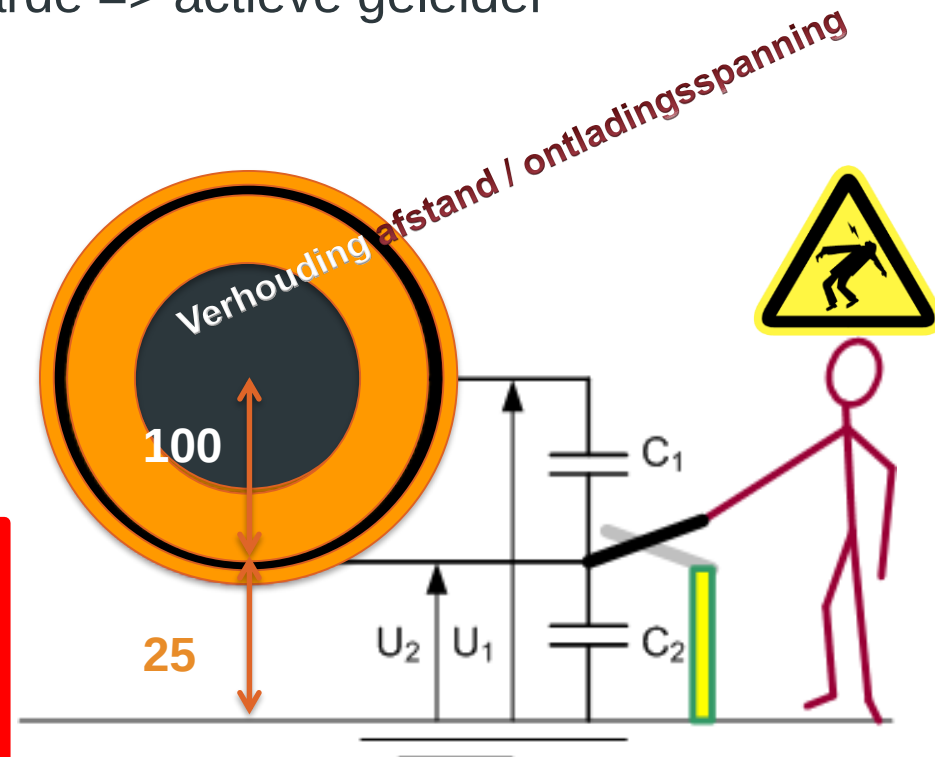
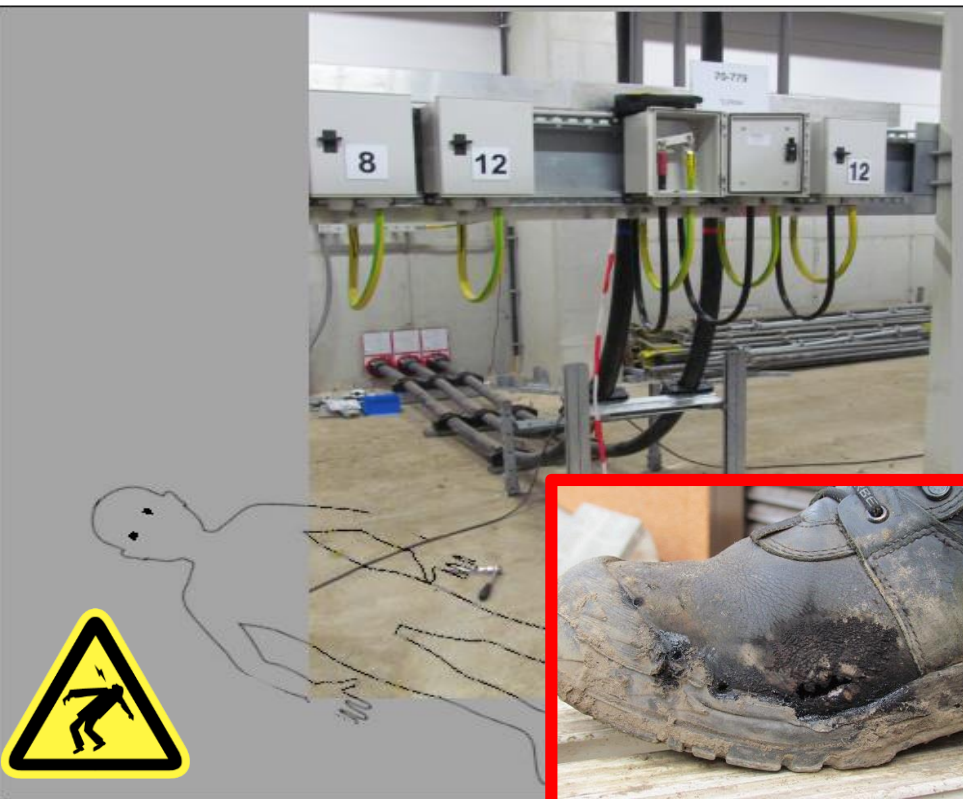


Agenda

1. Leerdooelstellingen
2. Invloed op het menselijk lichaam
3. Specifieke Elektrische risico's
 - Door geleiding
 - Via inductie
 - Via capacitieve koppeling

CAPACITIEVE KOPPELING: ONGEVAL BEERSE 2014

- Rechtstreekse aanraking van het aardscherm van een kabel onder spanning.
- Ontlading bij het openen van de aardmes-scheider van de kabelschermen.
Elektrocutie (ca. **600 mA / 18 kV** voor een 70kV-kabel van 150 m lang)
- Capacitieve werking kern/scherm/aarde => actieve geleider

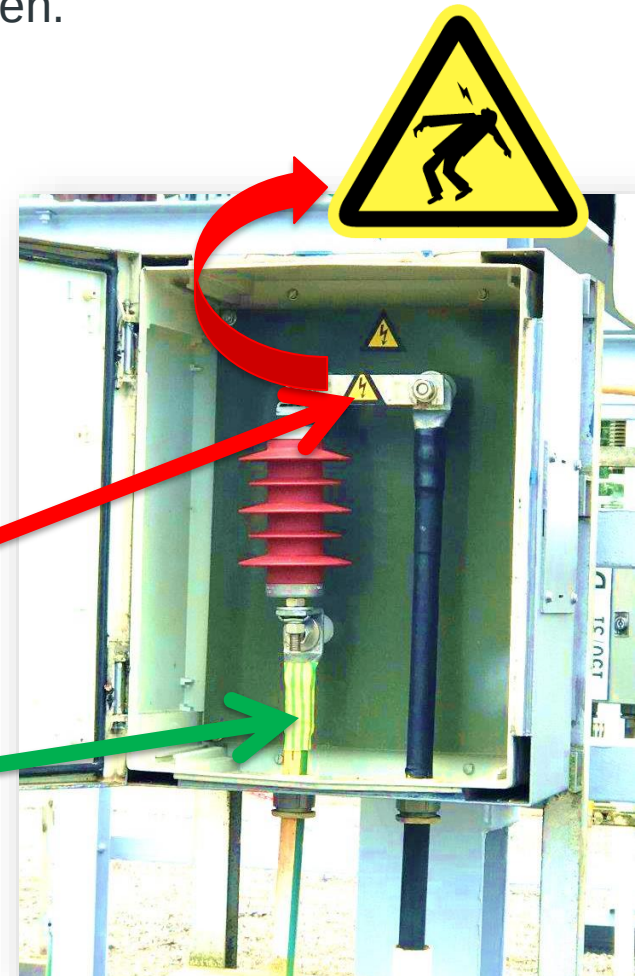
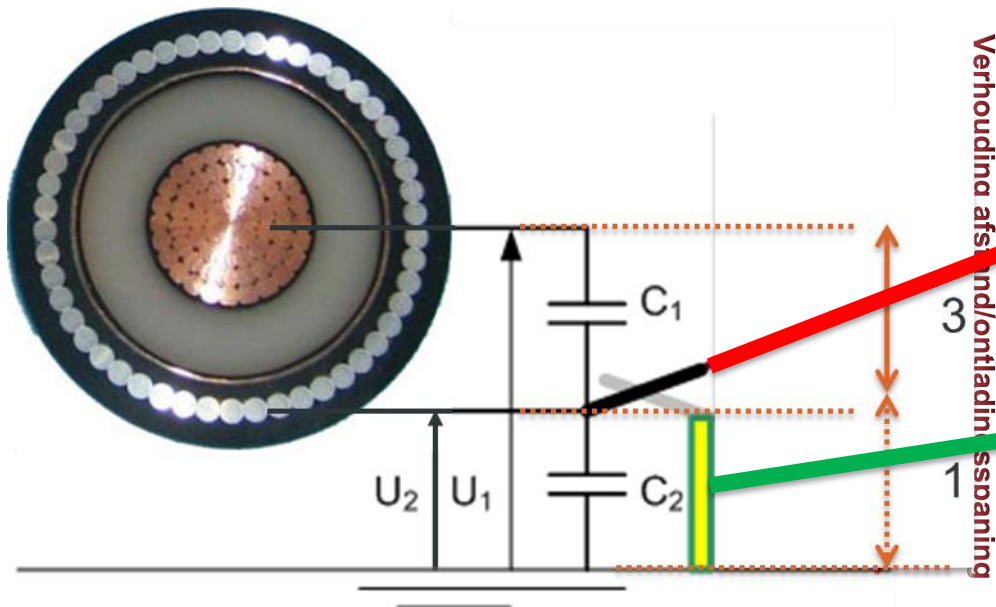


CAPACITIEVE KOPPELING BIJ KABELS

- Voor kabels, C1 tussen geleider en mantel, C2 tussen mantel en aarde.
- $C2 \cong 3 \times C1$
- Mantel onder spanning $\rightarrow$ moet geaard worden.
- Nooit de aarding openen zonder voorzorgsmaatregelen.

Vasthouden van de elektrische lading:

- Capaciteit = vasthouden van de elektrische lading
- Aarden is noodzakelijk!!!



Om te onthouden - Capacitieve koppeling

- Contact met het scherm van een kabel is gevaarlijk als de kabel niet uit dienst en geaard is.
- Na het uitschakelen van de stroomvoorziening (onderbreken van het vermogen en realiseren van een fysieke scheiding met het net) moeten de kabels worden ontladen en vervolgens geaard en kortgesloten.
- **Kabelschermen zijn gevaarlijke geleiders!**



Speciaal voor externe werkleiders



- Volg steeds de richtlijnen van het Elia-personeel.
- Alle installaties zijn zo ontworpen dat aan alle veiligheidsvoorschriften wordt voldaan.
- Neem geen persoonlijk initiatief bij ongekende situaties!
Nooit!



S = Stop
T = Think
A = Act
R = Review

Agenda

1. Leerdooelstellingen
2. Invloed op het menselijk lichaam
3. Specifieke Elektrische risico's

- Indoor hoogspanningscabines
- Laagspanningsinstallaties

Voorbeelden van werkzaamheden in overdekte hoogspanningscabines



Indoor HS-cabines zijn minstens even gevaarlijk als HS-installaties buiten, ook al hebben medewerkers er spontaan een ander gevoel bij.

Specifieke risico's bij (industriële) laagspanningsinstallaties



Recente installatie



Oude installatie

Door de diversiteit van de installaties is het beschermingsniveau tegen direct contact soms zeer verschillend van de ene installatie tot de andere! Door de nabijheid van de toegankelijke delen onder spanning is de kans op kortsluiting (boog = 8000° Celsius) bij het laten vallen van een geleidend voorwerp ook veel groter. Dus is het raadzaam om alle mogelijke maatregelen te treffen om te voorkomen dat een geleidend voorwerp in contact komt met de delen onder spanning.

Conclusie:

- **Indoor HS-cabines en LS-installaties kunnen even gevaarlijk zijn als HS-installaties in open lucht, dit wordt soms anders ervaren, maar de risico's verbonden aan de werken in deze installaties zijn zeer reëel.**
- De **Kans** op rechtstreekse aanraking bij LS-installaties is veel groter dan bij HS-installaties (“schroevendraaier-ongelukken”)
- De gevolgen worden wel beperkt als:
 - Voldoende isolatie en afscherming wordt geplaatst bij delen onder spanning
 - Toegevoegde weerstanden (schoenen, handschoenen, ondergrond) worden gebruikt
 - Hand-hand-contact wordt vermeden (zoek geen steun door metalen delen vast te nemen wanneer spanning aanwezig is!)



Vragen ?

Many thanks for your attention!

ELIA SYSTEM OPERATOR
Boulevard de l'Empereur 20
1000 Brussels

+32 2 546 70 11
[info@ elia.be](mailto:info@elia.be)

www.elia.be
An Elia Group company