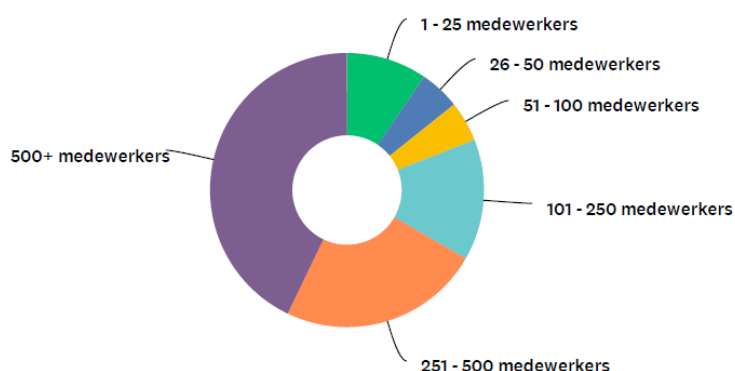


Resultaten Enquête Gebruik van Infrarood Thermografie voor Inspectie van Elektrische Borden

BEMAS organiseerde in januari 2025 een kleinschalige enquête rond het gebruik van Infrarood Thermografie voor Inspectie van Elektrische Borden. In totaal hebben 21 respondenten deelgenomen aan de enquête over infrarood thermografie voor elektrische borden. Hieruit blijkt dat infraroodinspectie al wijdverbreid wordt toegepast: ruim 90% van de ondervraagden gebruikt deze techniek. Technisch managers geven aan dat ze vooral borden met hoge stroom of kritieke functie in hun inspectieprogramma opnemen, vaak op regelmatige basis (meestal jaarlijks, soms frequenter). De weinige respondenten die nog geen IR-inspecties uitvoeren, noemen als reden beperkte middelen of dat implementatie nog in voorbereiding is. Belangrijke aandachtspunten bij infraroodinspecties zijn de veiligheid en toegankelijkheid van installaties. Respondenten hanteren diverse beschermingsmaatregelen (werkvergunningen, persoonlijke beschermingsmiddelen, training) om de risico's te beheersen, zeker bij hoogspanningsborden. Uit de resultaten komen duidelijke aanbevelingen naar voren: infrarood thermografie wordt gezien als een waardevol preventief onderhoudsinstrument, mits uitgevoerd onder de juiste voorwaarden (voldoende belasting, veilige werkomgeving en geschoold personeel).

Beschrijving van de respondenten

Aan de enquête namen **21 technische professionals** deel, voornamelijk afkomstig uit industriële bedrijven. Een groot deel van de respondenten werkt in de **verwerkende industrie** – zo is de **chemische sector (NACE C20)** met 5 respondenten het sterkst vertegenwoordigd, gevolgd door de **voedingsmiddelenindustrie (C10)** met 3 respondenten. Ook andere sectoren kwamen aan bod, waaronder metaalsector (C24), papierindustrie (C17) en diverse overige industriële takken (C32). Enkele respondenten werken in **dienstverlenende bedrijven** rond maintenance, zoals **engineering/consultancy (M07)**, **onderhoudsdiensten (M01)** of **opleiding & onderzoek (M12)**.



Qua **bedrijfsomvang** zijn vooral grote organisaties vertegenwoordigd. Ruim twee derde van de respondenten werkt bij een bedrijf met **meer dan 250 medewerkers** (waarvan 9 zelfs 500+). Middelgrote bedrijven (100–250 medewerkers) maken ~15% uit van de respondenten. Slechts een handvol komt uit kleinere KMO's – twee respondenten werken bij een microbedrijf (<25 werknemers) en twee bij bedrijven van 26–100 werknemers. Dat betekent dat de bevindingen vooral het gebruik in een **grote industriële context**

weerspiegelen. Toch blijkt dat ook kleinere organisaties infrarood thermografie toepassen, terwijl omgekeerd één à twee middelgrote bedrijven het (nog) niet inzetten. Dit suggereert dat bedrijfsomvang op zich geen harde voorwaarde is voor het al dan niet gebruiken van IR-inspecties, al hebben grotere bedrijven vaak meer middelen om nieuwe technieken te implementeren.

Bespreking van de resultaten per vraag

Gebruik van infrarood thermografie

“Gebruik je infrarood thermografie voor inspectie van elektrische borden?”

Bijna alle respondenten **gebruiken IR-thermografie** voor hun elektrische borden. Van de 21 deelnemers antwoordden **19 “Ja”** (≈90%). Slechts **2 respondenten (≈10%)** gaven aan **geen gebruik** te maken van infraroodinspecties. De redenen hiervoor hebben te maken met beperkte capaciteit of planningsaspecten: één bedrijf gaf aan dat ze **nog niet aan de uitvoering toegekomen** zijn (het staat wel op de planning), en de ander noemde **gebrek aan beschikbare manuren** als belemmering. Met andere woorden, **geen inhoudelijke twijfels** over de techniek, maar praktische redenen lagen aan de basis van niet-gebruik. Dit hoge adoptieregioniveau geeft aan dat infrarood thermografie inmiddels als een **standaard praktijk** wordt gezien binnen onderhoud van elektrische installaties, althans bij de technische managers die aan deze enquête deelnamen.

Selectiecriteria voor te inspecteren borden

“Zo ja, wat zijn de selectiecriteria om te bepalen welke borden geïnspecteerd worden? (Selecteer alle van toepassing)”

Aan de IR-gebruikers is gevraagd op basis waarvan men beslist welke borden infrarood worden geïnspecteerd. Uit de antwoorden blijkt dat veel bedrijven een **gefocuste aanpak** hanteren en bepaalde criteria toepassen:

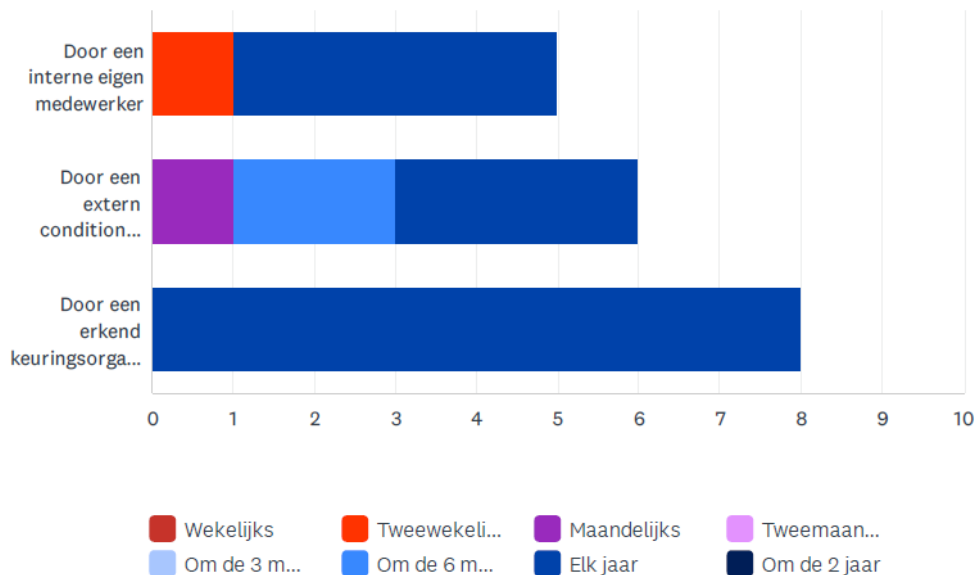
- Het **inbegrepen van stuur- en regelborden** bleek het **meest voorkomende criterium**: 10 van de respondenten (van de 19 IR-gebruikers) geven aan dat **ook sturingsborden** opgenomen worden in de IR-inspectie. Dit suggereert dat men niet alleen krachtverdelers, maar ook controlepanelen en besturingskasten wil monitoren op hotspots.
- Bij 9 respondenten speelt het **vermogen van de installatie** een rol: zij inspecteren met name borden **vanaf een bepaalde stroomsterkte (Ampère)**. Hoge stroomdoorvoer betekent hogere belasting en potentieel risico, vandaar dat deze groep gericht de zwaarst belaste borden thermografisch screent.
- **Bedrijfskritieke borden** vormen bij 5 respondenten een aparte selectie: zij focussen enkel op panelen die cruciaal zijn voor de productiecontinuïteit. Eveneens 5 respondenten zeiden **enkel veiligheidskritische borden** (bv. panelen gerelateerd aan veiligheidssystemen) te controleren. Deze twee groepen overlappen deels – beide zijn vormen van kritikaliteitsbenadering (operationeel vs. veiligheid). Ongeveer een derde van de gebruikers beperkt zich dus uitsluitend tot kritieke installaties.
- **Andere criteria**: Opvallend is dat **geen** van de respondenten een geheel afwijkend ander selectie criterium invulde bij “Andere”. De gegeven opties leken dus volledig de keuzes te dekken.

Het is vermeldenswaard dat **enkele gebruikers (ca. 5 van de 19)** geen specifieke criteria aanduiden. Dit kan betekenen dat zij *alle* elektrische borden thermografisch controleren (dus geen onderscheid maken –

een **volledige dekking** van installaties). Het kan ook komen doordat die vraag door hen niet beantwoord is, maar afgaand op de context is het aannemelijk dat sommigen ervoor kiezen **geen selectie te maken en elk bord periodiek te scannen** om niets over het hoofd te zien.

Frequentie van inspectie en uitvoerders

“Met welke frequentie wordt de infraroodinspectie van de elektrische borden uitgevoerd?” (en uitvoerders)



Uit de antwoorden blijkt dat er **grote variatie** zit in hoe vaak IR-inspecties plaatsvinden. Wel is duidelijk dat vrijwel **iedereen een zekere periodiek** heeft ingebouwd:

- De **meeste respondenten voeren ten minste jaarlijks** een IR-inspectie uit op hun borden. **Jaarlijks** was dan ook het meest genoemde interval.
- Enkele organisaties inspecteren **vaker** dan jaarlijks: zo gaf een paar respondenten aan **halfjaarlijkse** controles te doen, en één respondent doet zelfs **maandelijks** thermografische scans op bepaalde apparatuur. Een extreme case is een bedrijf dat **om de twee weken (biweekly)** inspecteert, wat duidt op zeer kritische processen waar continue monitoring gewenst is.
- Deze hogere frequenties worden meestal toegepast door bedrijven die **interne teams of gespecialiseerde dienstverleners** inzetten voor de IR-inspecties (zie verder). Wanneer men eigen personeel of een externe conditiebewakingsfirma inschakelt, kan men flexibeler en vaker meten.

Tevens is gekeken **wie de inspectie uitvoert**: intern personeel of extern (of beide). Hier zien we diverse aanpakken:

- **Interne uitvoering**: 5 van de 19 gebruikers geven aan dat **een interne medewerker** de thermografische inspecties uitvoert. Vaak betreft dit een opgeleide technicus binnen de onderhoudsafdeling. Deze interne aanpak gaat hand in hand met de mogelijkheid tot hogere frequentie (interne mensen kunnen bijvoorbeeld elke maand iets meten als dat nodig is).

- **Externe specialist (condition monitoring):** 6 respondenten werken samen met een **extern bedrijf gespecialiseerd in conditiebewaking** voor de IR-inspecties. Zo'n partij komt periodiek langs (in de data zien we bij deze optie frequenties als "om de 6 maanden" of "maandelijks" terugkomen, afhankelijk van contract of nood).
- **Erkend keuringsorganisme:** 8 respondenten laten hun infraroodinspectie uitvoeren door een **erkende externe keuringsfirma** (bijvoorbeeld in het kader van verzekeringsinspecties of wettelijke keuringen). Bij deze groep is de frequentie steevast **jaarlijks**. Dit past bij het beeld van een **jaarlijkse audit of check** door een gecertificeerde instantie, vaak vereist door verzekeraars of regelgeving.

Enkele organisaties combineren meerdere uitvoeringsvormen. Zo zijn er bedrijven die **zowel intern als extern** metingen doen – bijvoorbeeld intern vaker tussentijds controleren en jaarlijks een externe keuringsrapportage laten opmaken. Over het geheel zien we dus een **hybride benadering**: ongeveer de helft vertrouwt puur op interne middelen, terwijl de andere helft (al dan niet aanvullend) externen inschakelt. De keuze hangt waarschijnlijk af van interne expertise beschikbaar, gewenste onafhankelijkheid van rapportage, en de schaal van de inspectie.

Samenvattend wordt infrarood thermografie door de meesten **planmatig, doorgaans jaarlijks** ingezet, met **uitschieters naar hogere frequentie** voor kritieke assets. **Interne teams** bieden flexibiliteit voor frequente metingen, terwijl **externe partijen** vaak voor de verplichte jaarlijkse inspectie of specialistische inzichten zorgen.

Hindernissen en risico's bij IR-inspectie

"Wat zijn mogelijke hindernissen of risico's bij een dergelijke inspectie?" (open vraag)

Aan de deelnemers is gevraagd welke knelpunten of risico's zij zien bij het uitvoeren van infraroodinspecties van elektrische borden. Hieruit kwamen een aantal **duidelijke terugkerende thema's**:

- **Toegankelijkheid van componenten:** Veel respondenten gaven aan dat het **moeilijk is om alle relevante onderdelen in beeld te krijgen**. **Moderne elektrische borden zijn vaak sterk gecompartmenteerd of afgeschermd** (bv. met plexiglas platen, interne schotten), waardoor **hotspots niet rechtstreeks zichtbaar** zijn. Men moet soms **barrières wegnemen** om te kunnen meten, wat tijdrovend is en extra risico kan introduceren. Eén respondent formuleerde het als: "Nieuwe kasten zijn (te) goed afgeschermd om goede thermografische controle te doen." Een ander noemde de *toegankelijkheid van de componenten in de borden* als uitdaging. Dit wijst erop dat de **ontwerpkeuzes in moderne borden** (gericht op veiligheid en arc-fault containment) paradoxaal genoeg de thermografische inspectie bemoeilijken.
- **Veiligheid en live metingen:** Infraroodmetingen moeten plaatsvinden **terwijl de installatie in bedrijf is (onder spanning en belast)**, anders zijn er geen temperatuurverschillen te zien. Dit is door meerdere respondenten aangehaald als risico: de installatie moet "in dienst zijn op moment van de thermografie", wat betekent dat een technicus een geopend paneel met spanning voor zich heeft. De **kans op een elektrische schok of arc flash** is aanwezig indien niet uiterst voorzichtig gehandeld wordt. Eén respondent merkte op dat men *geen IR-vensters heeft, waardoor de kast spanningsloos moet voor inspectie* – wat uiteraard de meting onmogelijk maakt. Dit illustreert een dilemma: **zonder speciale voorzieningen moet de deur open voor IR, maar dat**

verhoogt het risico aanzienlijk. Het **hoge kortsluitvermogen** van bepaalde borden werd ook genoemd als aandachtspunt: bij kritieke verdeelborden met hoge stroom is de impact van een fout groot (enkele respondenten noemden dit expliciet als risico).

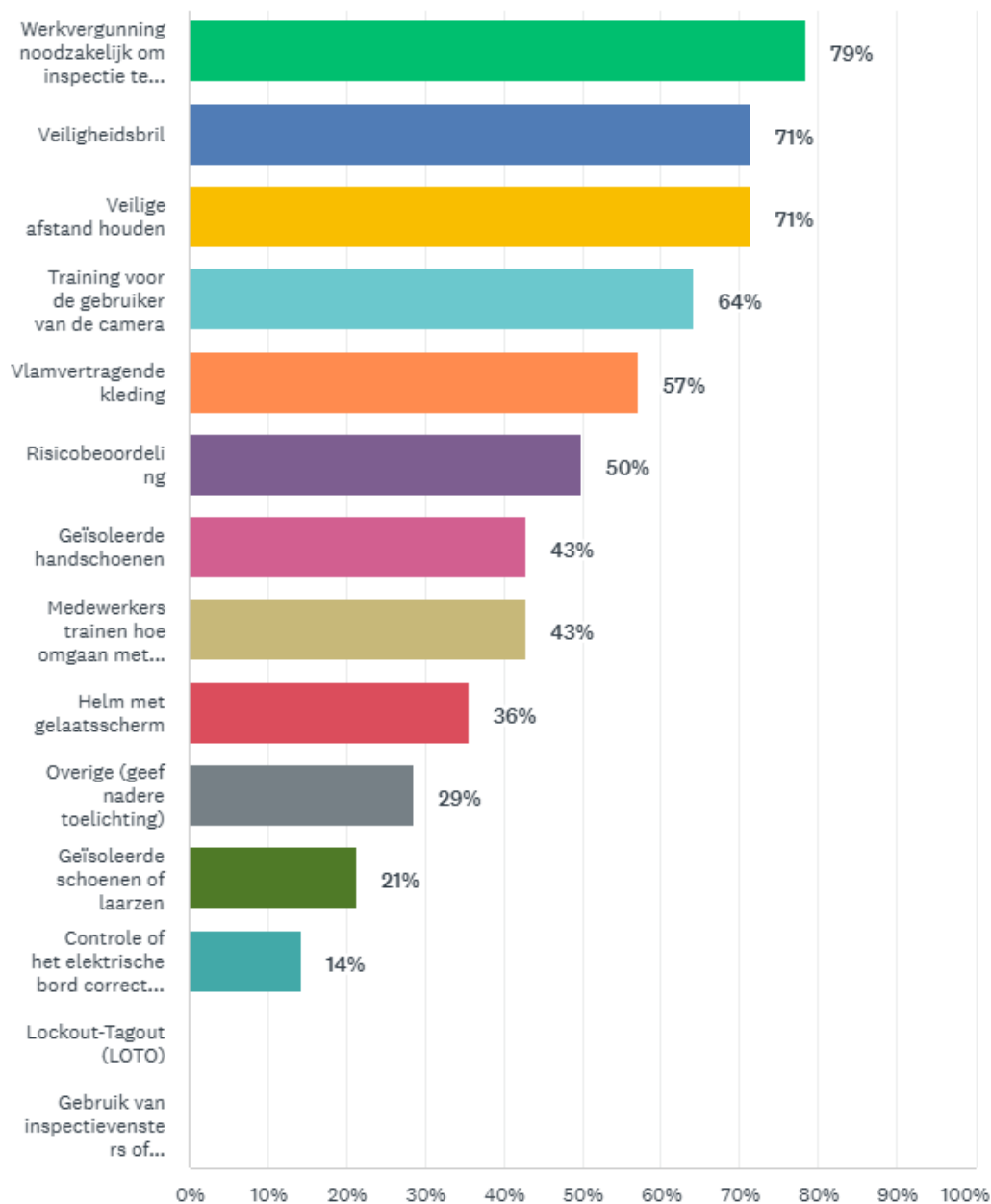
- **Operationele beperkingen:** Enkele respondenten wijzen erop dat de **productieomstandigheden** de uitvoering bemoeilijken. Zo moet een *productielijn actief zijn zodat een nuttige meting kan worden uitgevoerd* – men kan dus niet plannen tijdens stilstand. In sommige gevallen betekent dit dat inspecties moeten gebeuren **op ongelukkige momenten**: één respondent noemde bijvoorbeeld dat metingen worden uitgevoerd *“tijdens de vaart van de schepen bij maximale belasting van de e-propulsiemotoren”*. Dit impliceert werken in een minder gecontroleerde omgeving (aan boord, tijdens bedrijf). Ook iemand met batchprocessen merkte op dat *niet alle vermogens altijd zichtbaar zijn*, waardoor timing van de meting cruciaal is (je wil meten tijdens een piekbelasting, niet een lage). Dit alles vergt **zorgvuldige planning** om zowel representatieve resultaten te krijgen als de productie niet te verstoren.
- **Geen hindernissen / overige:** Een paar respondenten gaven aan **geen specifieke hindernissen** te ondervinden (“geen bemerkingen” of enkel “veiligheid” als generieke opmerking). Dit kan erop wijzen dat met de juiste maatregelen de risico’s beheersbaar zijn. Tevens leren we uit de antwoorden dat men soms **aanvullende technieken** inzet om beperkingen van IR op te vangen: zo werd genoemd dat bij hoogspanningscellen (die meestal gesloten zijn) men thermografie aanvult met **ultrasoonmetingen** om problemen op te sporen die met IR niet zichtbaar zijn. Ook de opmerking *“hoe kan je thermisch meten als de installatie LOTO zou moeten staan? dan gaat er geen vermogen meer door.”* geeft aan dat men zich bewust is van de noodzaak tot live metingen en dat traditionele veiligheidsprocedures (zoals LOTO) daarvoor juist niet toegepast kunnen worden.

Kortom, de voornaamste **knelpunten** bij infraroodinspecties zijn **fysieke toegankelijkheid** van te meten onderdelen en de **veiligheidsrisico’s** van het werken aan een open, onder spanning staand bord.

Procedurele en technische oplossingen (zoals IR-vensters, aanvullende meetmethoden, strikte veiligheidsplannen) worden belangrijk geacht om deze hindernissen te mitigeren. Technisch managers moeten dus rekening houden met dergelijke beperkingen bij het opzetten van een IR-inspectieprogramma.

Beschermingsmaatregelen en procedures – Laagspanningsborden

“Duid aan welke beschermingsmaatregelen of -procedures er zijn voorzien bij het gebruik van een infraroodcamera voor het inspecteren van elektrische LAAGSPANNINGS-borden.”



Aan de respondenten die IR-inspecties doen, is gevraagd welke veiligheidsmaatregelen zij treffen bij laagspanningsinstallaties (typisch <1000 V). Hieronder een overzicht van de genoemde maatregelen en hoe vaak deze door de 19 IR-gebruikers zijn aangevinkt:

- **Werkvergunning noodzakelijk** – 11 van 19 (≈58%). Een formele werkvergunning of toelating voordat de inspectie start, zodat iedereen op de hoogte is en voorwaarden zijn vastgelegd. Dit is de meest genoemde maatregel, wat het belang onderstreept van een duidelijke procedure vooraf.

- **Veilige afstand houden** – 10 van 19 (≈53%). *Tijdens de meting houdt men voldoende afstand tot onder spanning staande delen (met behulp van afstandsstokken, telelens op camera, afscherming van niet-betrokken personen, etc.).*
- **Veiligheidsbril** – 10 van 19 (≈53%). *Het dragen van een veiligheidsbril ter bescherming van de ogen tegen eventuele vonken of rondvliegende deeltjes.* Vaak maakt dit deel uit van de persoonlijke beschermingsmiddelen (PBM) set.
- **Training voor de gebruiker van de camera** – 9 van 19 (≈47%). *De persoon die de IR-camera hanteert, heeft een specifieke opleiding of training gehad in het veilig uitvoeren van thermografische inspecties.* Dit omvat zowel kennis van de camera als van elektrische veiligheid.
- **Vlamvertragende kleding** – 8 van 19 (≈42%). *Het dragen van arc-flash bestendige, vlamvertragende kledij tijdens de inspectie.* Dit beperkt de gevolgen mocht er een vlamboog of flits optreden.
- **Risicobeoordeling** – 7 van 19 (≈37%). *Vooraf wordt een risico-analyse uitgevoerd.* Bijvoorbeeld via een TRA (Taak Risico Analyse) of LMRA (Last Minute Risk Assessment) om gevaren in te schatten en maatregelen te bepalen.
- **Geïsoleerde handschoenen** – 6 van 19 (≈32%). *Draagbare geïsoleerde rubberen handschoenen, geschikt voor de betreffende spanningsklasse.* Deze beschermen tegen elektrische schokken bij onbedoeld contact.
- **Medewerkers trainen hoe om te gaan met elektrische schokken** – 6 van 19 (≈32%). *Aanwezigheid van personeel dat getraind is in het verlenen van eerste hulp bij elektrocutie of elektrische ongevallen.* Dit voorzorgsmaatje betekent dat men voorbereid is mocht er toch iets misgaan.
- **Helm met gelaatsscherp** – 5 van 19 (≈26%). *Een elektrisch gekeurde veiligheidshelm voorzien van een arc-flash vizier (gelaatsscherp).* Dit beschermt hoofd en gezicht tegen hitte en rondvliegende delen bij een eventuele arc-flash. (NB: Mogelijk hebben anderen dit impliciet bij FR-kledij inbegrepen, maar expliciet vermelden deed ~26%.)
- **Geïsoleerde schoenen of laarzen** – 3 van 19 (≈16%). *Isolerende schoenen of laarzen dragen.* Dit voorkomt dat iemand geaard staat en vermindert de kans op stroom door het lichaam bij contact. Relatief weinig respondenten noemden dit, mogelijk omdat dit al standaard PBM is in bepaalde bedrijven of omdat andere maatregelen prioriteit hebben.
- **Controle of het bord correct is geaard** – 2 van 19 (≈11%). *Vooraf checken of de installatie/aarding intact is.* Slechts enkelen vermeldden dit expliciet; wellicht wordt het als vanzelfsprekend beschouwd of niet apart uitgevoerd.
- **Lockout-Tagout (LOTO)** – 0 van 19 (0%). *Het spanningsloos maken en vergrendelen van het bord.* Geen enkele respondent past LOTO toe tijdens IR-inspectie, wat logisch is aangezien de meting onder stroom moet gebeuren om warmtespots te zien. Deze uitslag bevestigt dat LOTO niet verenigbaar is met dit type meting – iets wat in de opmerkingen ook werd benadrukt.

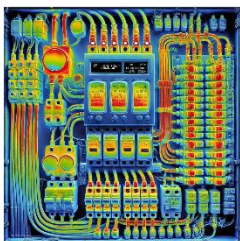
- **Gebruik van inspectievensters (IR-vensters)** – 0 van 19 (0%). *Thermografie uitvoeren met gesloten paneel door middel van infrarood-doorlaatvensters.* In de context van standaard laagspanningsborden gaf niemand aan dergelijke vensters te gebruiken. Dit is niet verrassend, aangezien IR-vensters vaker in specifieke toepassingen (zoals kritieke HV-panelen of gesloten kasten) worden geïnstalleerd en bij reguliere verdeelborden minder gangbaar zijn.
- **Overige (andere maatregelen)** – 4 van 19 (≈21%). *Enkele aanvullende maatregelen werden genoemd:* zo geeft een respondent aan dat altijd **begeleiding door een bedrijfseigen techniker** voorzien is bij de meting. Twee respondenten noemden het hebben van **gekwalificeerd personeel (BA4/BA5)** als voorwaarde – wat erop neerkomt dat enkel personen met een bepaalde bevoegdheid de meting mogen uitvoeren. Een andere opmerkelijke suggestie was: *eerst ultrasoon detectie toepassen voor de kast geopend wordt*, om eventuele corona- of lekkageverschijnselen te spotten als extra voorzorg.

Over het algemeen tonen deze resultaten dat bij laagspanningsborden **voornamelijk organisatorische en persoonlijke beschermingsmaatregelen** genomen worden. Een formele werkvergunning en PBM (bril, kleding, handschoenen) staan bovenaan, aangevuld met training en risico-analyse. Technische middelen zoals IR-vensters of aanvullende vergrendeling worden niet ingezet in deze context. Dit wijst erop dat men de risico's beheerst via **procedures en PBM**, wat voor laagspanningswerk een gangbare praktijk is.

Wat is infraroodinspectie?

Infraroodinspectie is een niet-destructieve meetmethode waarbij infraroodcamera's worden gebruikt om temperatuurverschillen op oppervlakken te detecteren. Deze methode wordt vaak toegepast in onderhoud en inspectie van elektrische installaties, mechanische systemen en gebouwen, om potentiële defecten of inefficiënties vroegtijdig op te sporen.

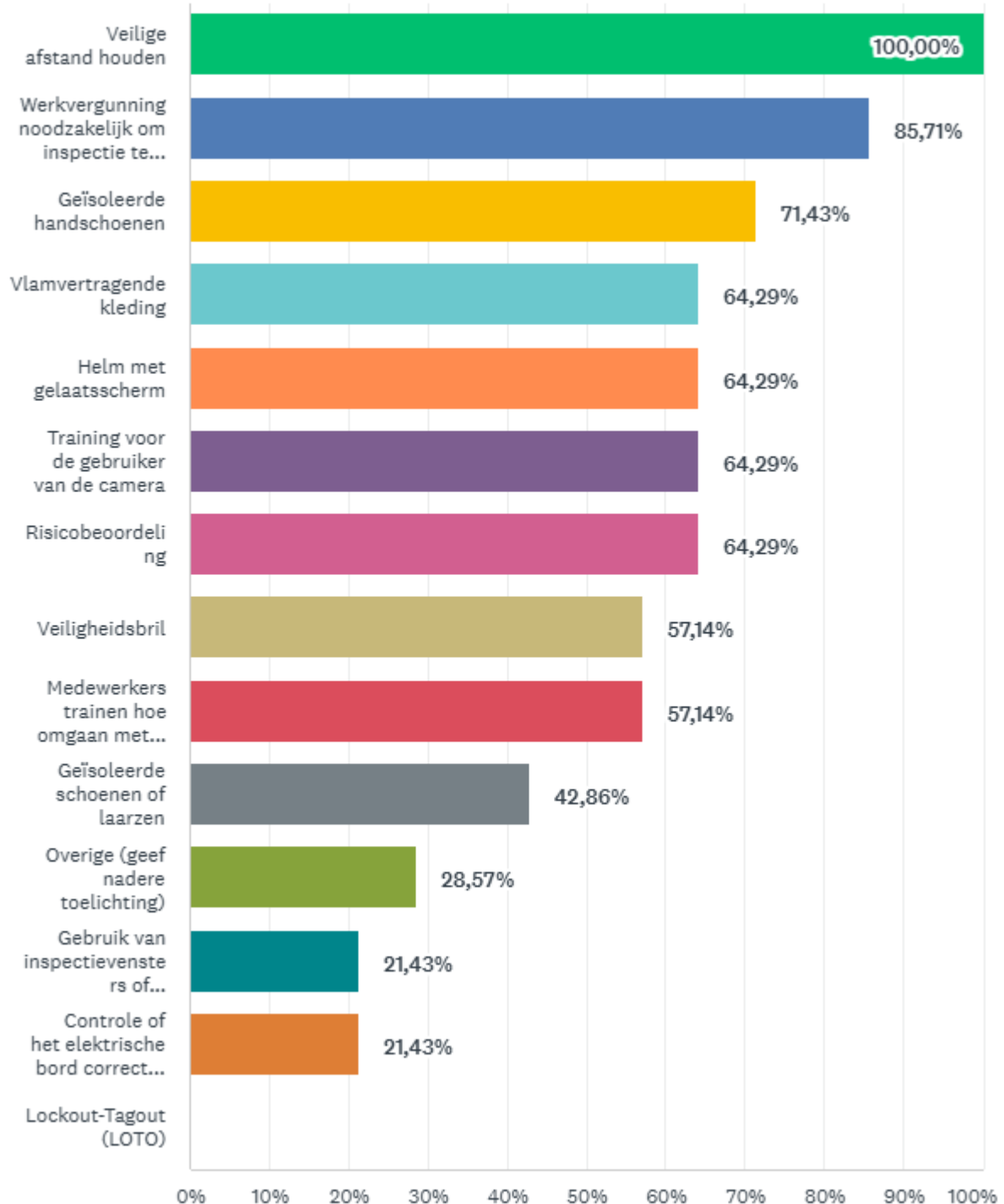
Thermografie is de techniek waarmee infraroodstraling wordt gevisualiseerd en geanalyseerd. Door middel van een thermografische camera wordt een warmtebeeld (thermogram) gegenereerd waarin temperatuurverschillen zichtbaar worden als kleurgradaties



Op dit voorbeeld (gegenereerd met AI) van een thermografische opname van elektrische verbindingen is op heel wat plaatsen een mogelijke oververhitting te zien (rode zones). Dergelijke 'hotspots' worden zichtbaar met infraroodinspectie en duiden op problemen, bijvoorbeeld een losse of geoxideerde aansluiting. Door deze warmte-anomalieën vroegtijdig op te sporen kan men onderhoud ingepland uitvoeren vóórdat er een storing of ernstige schade optreedt.

Beschermingsmaatregelen en procedures – Hoogspanningsborden

“Duid aan welke beschermingsmaatregelen of -procedures er zijn voorzien bij het inspecteren van elektrische HOOGSPANNINGS-borden.”



Voor hoogspanningsinstallaties (>1000 V) gelden strengere eisen, en dit weerspiegelt zich in de antwoorden. Ongeveer 14 van de 19 IR-gebruikers bleken relevant te zijn voor deze vraag (niet iedereen heeft HV-installaties). Onder die respondenten zien we dat **alle genoemde maatregelen bij hoogspanning nog vaker of minstens even vaak toegepast worden** vergeleken met laagspanning.

De resultaten op een rij:

- **Veilige afstand houden** – 14 van 14 (100%). *Alle HV-gebruikers houden strikt afstand tijdens de meting.* Bij hoogspanning is afstand houden cruciaal vanwege overslagrisico's; dit resultaat bevestigt dat unaniem.
- **Werkvergunning noodzakelijk** – 12 van 14 (≈86%). *Een werkvergunning of schriftelijke toestemming is vereist voor aanvang.* Bijna iedereen hanteert dit bij HV, gezien het verhoogde risico en vaak verplichte procedure in hoogspanningswerk.
- **Geïsoleerde handschoenen** – 10 van 14 (≈71%). *Elektrisch geïsoleerde handschoenen van de juiste klasse worden gedragen.* Dit percentage ligt hoger dan bij laagspanning, wat logisch is omdat bij HV de noodzaak duidelijker is.
- **Vlamvertragende kleding** – 9 van 14 (≈64%). *Arc-proof kledij wordt gedragen.* Vrijwel twee derde noemt dit expliciet; mogelijk dragen de anderen dit ook maar vonden het zo vanzelfsprekend dat ze het niet extra aanduiden.
- **Helm met gelaatsschermb** – 9 van 14 (≈64%). *Een hoogspanningshelm met vizier wordt gebruikt.* Eveneens rond twee derde; dit loopt vaak in tandem met FR-kledij als geïntegreerd pakket.
- **Training voor de gebruiker van de camera** – 9 van 14 (≈64%). *Specifieke opleiding van de operator.* Dit percentage is gelijk aan bij laagspanning, wat betekent dat wie training geeft voor IR, dit doorgaans algemeen doet ongeacht spanning – goed opgeleid personeel blijft een kernmaatregel.
- **Risicobeoordeling** – 9 van 14 (≈64%). *Vooraf risico-analyse.* Eveneens twee derde, wederom hoger dan bij LS. Het onderstreept dat men bij HV nóg bewuster een risk assessment doet voordat men de kast opent.
- **Veiligheidsbril** – 8 van 14 (≈57%). *Veiligheidsbril dragen.* Iets meer dan de helft noemt dit. Bij HV is een bril vaak onderdeel van de helm/vizier combinatie; mogelijk hebben sommigen het daarom niet apart aangevinkt (maar in praktijk wel een gelaatsbescherming).
- **Medewerkers trainen (EHBO bij schok)** – 8 van 14 (≈57%). *Opgeleid hulpverleners beschikbaar.* Dit ligt ook hoger dan bij LS, wat logisch is: hoe groter het gevaar, hoe meer men geneigd is voorbereid te zijn op worst-case scenario.
- **Geïsoleerde schoenen of laarzen** – 6 van 14 (≈42%). *Isolerend schoeisel.* Bijna de helft past dit toe bij HV. Dit hogere percentage t.o.v. LS geeft aan dat bij hoogspanning men vollediger PBM-pakketten hanteert (waar schoenen standaard deel van uitmaken).
- **Gebruik van inspectievensters (IR-vensters)** – 3 van 14 (≈21%). *Ingebouwde IR-vensters in de kast zodat deze gesloten kan blijven tijdens meting.* Enkele respondenten (21%) beschikken hierover bij hun hoogspanningsborden. Dit is een significante maar kleine minderheid – het merendeel heeft dus geen IR-vensters en moet de cel openen voor thermografie. Desalniettemin komt het voor, vooral bij wie vaak HV-scans doet en investeert in dit extra veiligheidsmiddel.

- **Controle of het bord correct is geaard** – 3 van 14 ($\approx 21\%$). *Aardingscontrole vooraf*. Slechts een paar noemen dit. Bij hoogspanning is aarding tijdens werken verplicht (BMRA), maar tijdens thermografie blijft de installatie in bedrijf, dus wellicht doelen ze op aarding van meetapparatuur of dat de station-aarding op orde is.
- **Lockout-Tagout (LOTO)** – 0 van 14 (0%). *Spanningsloos maken & vergrendelen*. Net als bij LS geeft niemand dit aan voor IR-inspectie (onmogelijk voor de meting zelf). Het bevestigt dat ook bij HV de metingen steeds onder spanning gebeuren – LOTO wordt pas náást thermografie toegepast als er effectief werken aan de installatie moeten volgen.
- **Overige (andere maatregelen)** – 4 van 14 ($\approx 29\%$). *Andere veiligheidsprocedures*: Hier werd genoemd dat **altijd een bedrijfseigen hoogspanningstechnieker aanwezig** is bij de IR-scan. Ook het vereisen van **BA5-gekwalificeerd** personeel kwam terug – voor HV is BA5 (vakbekwaam persoon) vaak verplicht. Ten slotte meldde iemand dat ze werken **“door erkende externe firma”** – mogelijk als veiligheidsmaatregel bedoeld, in de zin dat men het werk uitbesteedt aan gecertificeerde experts om risico's te reduceren.

Deze resultaten maken duidelijk dat voor hoogspanningsborden de **zelfde soorten maatregelen** gelden als bij laagspanning, maar **op een strikter niveau**. Met name *afstand houden* en *werkvergunningen* zijn quasi universeel. Ook wordt bij HV vrijwel altijd met hoogst gekwalificeerd en speciaal uitgerust personeel gewerkt, eventueel ondersteund door extra hulpmiddelen (waar beschikbaar, zoals IR-vensters). Het ontbreken van LOTO is inherent aan de meetmethode, maar dat vangt men bij HV op door andere voorzorgen. Voor technische managers bevestigen deze cijfers dat **hoogspanningsinspecties zorgvuldig omkaderd moeten worden** – alle klassieke HV-veiligheidsprocedures zijn van kracht, plus specifieke maatregelen toegespitst op thermografie.

Is infraroodinspectie van de elektrische installatie wettelijk verplicht?

In België is een infraroodinspectie (thermografisch onderzoek) van elektrische installaties in industriële bedrijven momenteel **niet wettelijk verplicht**. Echter, verzekeringsmaatschappijen, vertegenwoordigd door Assuralia, beschouwen een dergelijke inspectie vaak als een verplicht onderdeel van de jaarlijkse controle.

Naast deze overwegingen zijn er wel wettelijke verplichtingen voor periodieke keuringen van elektrische installaties:

- **Hoogspanningsinstallaties**: Deze moeten **jaarlijks** worden geïnspecteerd door een erkend organisme.
- **Laagspanningsinstallaties**: Deze vereisen een **vijfjaarlijkse** inspectie door een erkend organisme.

Hoewel een infraroodinspectie niet wettelijk verplicht is, zal het uitvoeren ervan bijdragen aan een verhoogde veiligheid en het voorkomen van defecten in elektrische installaties.

Overige opmerkingen van respondenten

Tenslotte kregen deelnemers de ruimte voor **overige bemerkingen**. Hier kwamen nog een paar interessante punten naar voren:

- Enkele respondenten benadrukten de **meerwaarde van thermografie**: zo merkte iemand op dat *“met thermografie regelmatig gebreken worden gevonden in borden met hoge stroomdoorgang – thermografie is hier onmisbaar.”* Dit onderstreept dat IR-inspecties effectief zijn in het detecteren van problemen die anders onopgemerkt blijven, met name in zwaarbelaste panelen.
- Aan de andere kant werd ook de **beperking** van de techniek aangehaald: *“De thermografische controle van laagstroomborden of borden die af staan is de facto niet mogelijk.”* Met andere woorden, bij weinig of geen belasting biedt IR weinig inzicht – een bord moet voldoende stroom voeren om een warmtebeeld te geven. Dit bevestigt de noodzaak om inspecties tijdens representatieve belasting uit te voeren.
- **Gebruik buiten elektrische borden**: Eén respondent gaf aan dat men infrarood *“ook gebruikt om mechanische zaken te controleren.”* Technisch managers kunnen thermografie dus breder inzetten (bv. voor lagers, aandrijvingen, etc.), hoewel de focus van deze enquête op elektrische toepassingen lag. Het illustreert de veelzijdigheid van IR-thermografie als tool in asset management.
- **LOTO vs. IR**: Een deelnemer maakte de kanttekening (retorisch) dat je **niet kunt thermisch meten aan een spanningsloos gemaakte installatie** – dit is eigenlijk een bevestiging dat men *moet afwijken van de normale regel “eerst spanning af, dan werken”* om thermografie te kunnen doen. De balans tussen veiligheid en noodzaak van spanning is dus een bekend spanningsveld, waarbij de hierboven beschreven maatregelen dat veilig mogelijk moeten maken.
- **Aanvullende technieken**: Zoals bij hindernissen vermeld, vullen sommigen IR aan met **ultrasooninspectie** voor bepaalde hoogspanningsapparatuur. Dit werd hier nog eens genoemd: *“Hoogspanningscellen zijn meestal gesloten uitgevoerd zodat thermografie beperkt is. Dit wordt aangevuld met ultrasoonmetingen.”* Een goede praktijk kan dus zijn om verschillende predictieve technieken te combineren voor een volledig beeld.

Deze extra opmerkingen ondersteunen de eerdere analyse en geven nuance: thermografie heeft een hoge waarde in onderhoud (zeker bij hoge stromen), maar moet juist geïntegreerd worden in procedures en eventueel aangevuld worden waar het minder effectief is.

Conclusies en aanbevelingen

Uit de enquête blijkt dat **infrarood thermografie een gewaardeerd instrument** is bij het beheer van elektrische installaties, met een hoge adoptiegraad in industriële omgevingen. Vrijwel alle respondenten passen IR-inspecties toe, wat suggereert dat de voordelen – het **tijdig detecteren van hotspots** en beginnende defecten – duidelijk opwegen tegen de investeringen. Een respondenten verwoordde het treffend: thermografie is “*onmisbaar*” om problemen in zwaarbelaste borden vroeg te vinden.

Tegelijk tonen de resultaten dat een **succesvolle implementatie** van IR-inspecties bepaalde randvoorwaarden vereist. Technisch managers dienen rekening te houden met de volgende inzichten bij het opzetten of verbeteren van een infrarood-inspectieprogramma:

- **Kies doelgericht welke borden te inspecteren:** Veel organisaties richten zich op de *kritieke onderdelen* van hun elektrische infrastructuur. Aanbevelenswaardig is om in een onderhoudsplan duidelijk te definiëren welke installaties thermografisch gemonitord worden – bijvoorbeeld alle hoogspannings- en hoofdverdeelborden, belangrijke sturingskasten en andere plekken met hoge stroom of kritisch belang. Minder kritieke of zelden belaste panelen kunnen lagere prioriteit krijgen. Zorg ook dat de inspecties gepland worden **wanneer de installatie in representatief bedrijf is** (voldoende belasting), zodat de metingen zinvol zijn.
- **Bepaal een geschikte frequentie:** De enquête laat zien dat **jaarlijkse inspecties** een gangbaar minimum zijn. Voor veel bedrijven zal een *jaarlijks thermografisch onderzoek* door een interne of externe partij voldoende zijn om trends te spotten en verzekeringsverplichtingen na te komen. Echter, voor zeer kritieke systemen of bij continu procesbedrijf is een **hogere frequentie (halfjaarlijks of zelfs trimestrieel/maandelijks)** te overwegen. Eén case liet zien dat biweekse checks in uitzonderlijke gevallen plaatsvinden – dit illustreert dat frequentie afhangt van het risicoprofiel. **Aanbeveling:** voer minstens jaarlijks IR-inspecties uit; verhoog de frequentie voor installaties waar uitval onacceptabel is of waar eerdere metingen problemen aantoonde.
- **Interne vs. externe uitvoering:** Beide hebben hun voordelen. Interne teams (indien aanwezig en getraind) bieden flexibiliteit en diepere kennis van de installatie. Externe specialisten brengen frisse ogen, gecertificeerde apparatuur en voldoen vaak aan **keuringsstandaarden**. Uit de resultaten blijkt dat veel bedrijven **een combinatie** gebruiken – bijvoorbeeld intern periodiek scannen en jaarlijks een extern rapport laten opstellen. **Aanbeveling:** Investeer in eigen mensen (opleiding tot gecertificeerde thermograaf, bv. Level I/II) **én** onderhoud relaties met externe keuringsinstanties. Zo haalt u het beste uit beide werelden en heeft u een back-up. Kleine organisaties zonder interne expertise doen er goed aan een betrouwbare externe partner in te schakelen om toch van IR-voordelen te profiteren.
- **Zorg voor strikte veiligheidsprotocollen:** Infrarood thermografie mag dan non-contact zijn, het vereist *werken aan open, onder spanning staande installaties*. Dit brengt risico's met zich mee die beheerst moeten worden. De respondenten geven het goede voorbeeld door op uitgebreide schaal **werkvergunningen, PBM en opleidingen** in te zetten. **Aanbeveling:** ontwikkel een specifieke werkinstructie voor IR-inspectie van elektrische borden. Hierin dienen minimaal opgenomen te zijn: verplichting van geschikte PBM (helm met vizier, FR-kledij, geïsoleerde handschoenen, bril, etc.), afbakening van de zone (veilige afstand voor omstaanders), een

risicobeoordeling vooraf en toestemming (werkvergunning) van de installatieverantwoordelijke, alsmede de eis dat enkel **daartoe bevoegde personen (BA4/BA5)** de handelingen uitvoeren. Leg ook vast dat er altijd ten minste twee personen aanwezig zijn, waarvan één kan optreden in geval van nood.

- **Verbeter de ontwerptechnische voorwaarden waar mogelijk:** Omdat toegankelijkheid een groot knelpunt is, kan een technische maatregel zoals **IR-inspectievensters** enorm helpen, met name in **hoogspanningscellen of kritisch gesloten borden**. Hoewel nog niet wijdverspreid volgens de enquête (slechts ~20% gebruikt ze bij HV), is het aanbevelenswaardig om bij nieuwe installaties of revisies te overwegen dergelijke vensters te plaatsen. Ze stellen de inspecteur in staat het bord dicht te houden en toch infrarood opnames te maken, waardoor het risico drastisch daalt. Eveneens kan men kijken naar **ultrasoon sensoren** of **continue thermische monitoring** (IR-camera's permanent in de kast) voor moeilijk bereikbare punten – al zijn dat meer gespecialiseerde oplossingen. Het belangrijkste is dat de *ontwerper en onderhoudsmanager samenzitten* om nieuwe borden “IR-friendly” en veilig inspecteerbaar te maken.
- **Combineer technieken voor een compleet beeld:** In lijn met bovenstaande: thermografie is een sterk hulpmiddel, maar niet het enige. Zoals een respondent meldde, vullen zij IR aan met ultrasoonmetingen in HV om lekstroom of corona te detecteren waar IR niks ziet. **Aanbeveling:** bekijk infrarood thermografie als onderdeel van een breder **condition monitoring arsenal**. Vibratie-analyse, ultrasoon, en periodiek elektrisch testen (bijv. weerstandmetingen) kunnen samen met IR een completer beeld geven van de toestand van uw elektrische assets.
- **Communiceer de bevindingen en onderneem actie:** Ten slotte is het van belang dat de resultaten van infraroodinspecties leiden tot concrete opvolging. “Hotspots” die gevonden worden, moeten worden gedocumenteerd (foto's, temperatuurmetingen) en ingepland voor correctief onderhoud (bijvoorbeeld het aanspannen van verbindingen, vervangen van overbelaste componenten, herverdelen van faselasten, enz.). Uit de survey bleek dat IR vooral ingezet wordt bij belangrijke assets – het loont dan ook om bij een geconstateerde afwijking **direct in te grijpen** voordat het storingen veroorzaakt. Technisch managers kunnen thermografierapporten bijvoorbeeld koppelen aan hun onderhoudsbeheersysteem en risico-analysetools om prioriteiten te bepalen.

Samengevat bevestigen de onderzoeksresultaten dat infrarood thermografie een **waardevolle proactieve onderhoudspraktijk** is voor elektrische borden, mits op de juiste wijze ingebed in de organisatie. Voor technisch managers betekent dit investeren in de juiste tools én mensen, aandacht voor veiligheid, en zorgen dat de verkregen informatie daadwerkelijk bijdraagt aan het verhogen van de betrouwbaarheid van de elektrische installaties. Door de ervaringen en best practices van peers (zoals in dit rapport beschreven) ter harte te nemen, kan men het volle potentieel van infraroodinspecties benutten: **storingen voorkomen, de operationele uptime maximaliseren en de veiligheid waarborgen.**



Opgemaakt door BEMAS - Belgian Maintenance Association vzw – 04/03/2025
Op dit werk is Creative Commons Naamsvermelding-NietCommercieel-
GeenAfgeleideWerken 4.0 Internationaal licentie van toepassing.