Stal Elektra Alert

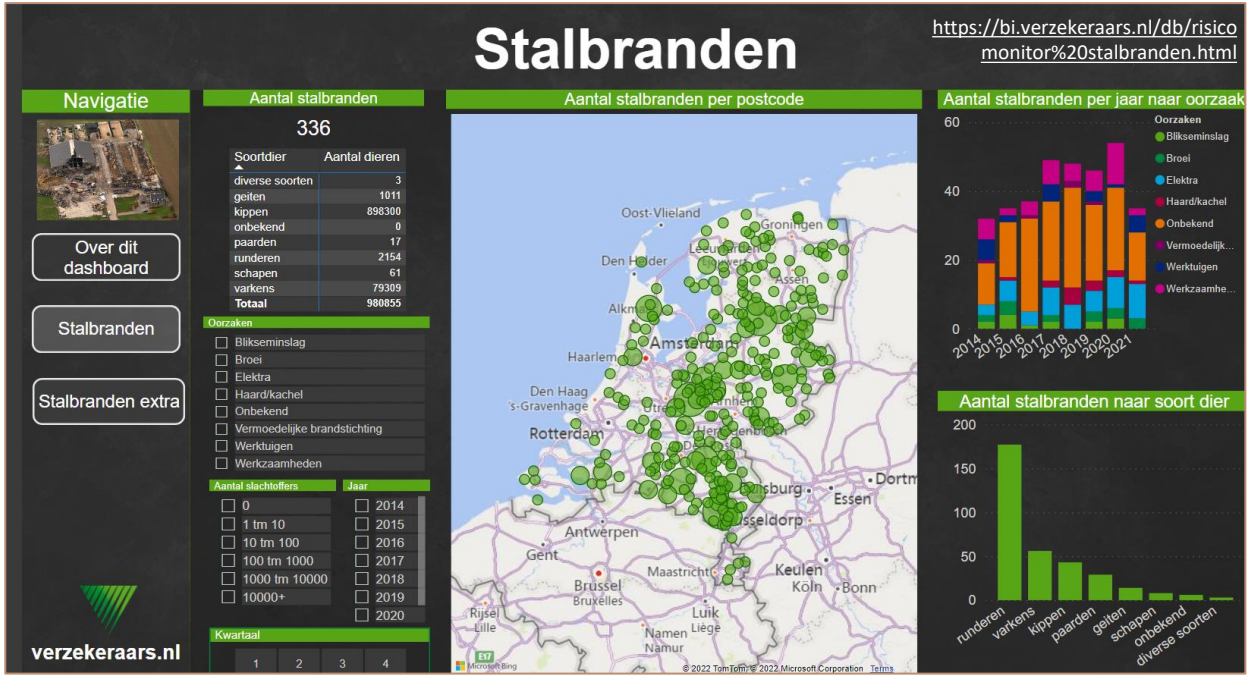
Een volgende stap naar betere brandpreventie in de veehouderij: kansen met sensortechnologie

Mede mogelijk gemaakt door:

Aanleiding

Preventie van stalbranden wenselijk en noodzakelijk

- Oorzaak van stalbranden vaak niet eenduidig
- Indien bekend is elektra belangrijke oorzaak
- Veelal een technische oorzaak, zoals kortsluiting en oververhitting van elektrische systemen



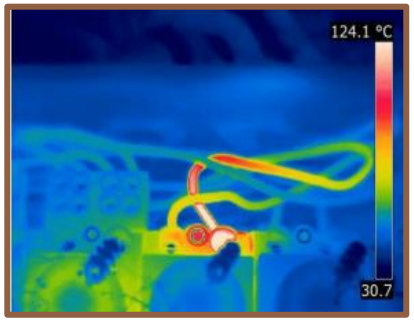
Aanleiding

Uitkomst inventarisatieonderzoek onder schade experts (Achmea):

hoge temperatuur in schakelkast kan aanwijzing zijn voor het risico op ontstaan van brand in stallen

Twee aspecten van belang:

1. Temperatuurstijging ten gevolge van warmteproductie in de schakelkast
2. Absolute temperatuur in de schakelkast



Hypothese:

Continue temperatuurmeting in en direct buiten de schakelkast is een goede indicator voor brandpreventie

Doelstelling en onderzoeksvragen

Doel: Een praktische tool voor brandpreventie

Pilot: Mogelijkheden brandpreventie middels continue temperatuurmeting in en direct buiten de schakelkast als indicator voor brandrisico in een stal (uitgevoerd in de varkenshouderij)

Onderzoeksvragen

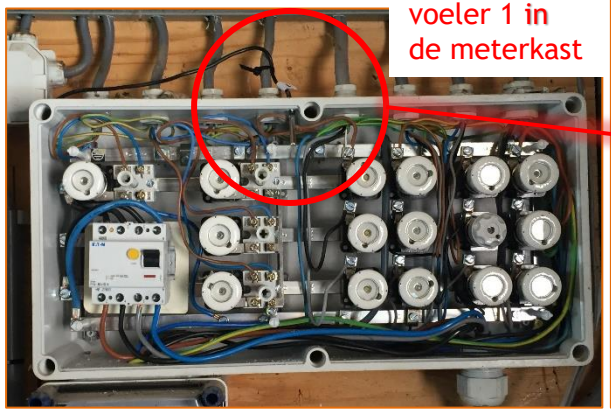
1. Is automatische monitoring met temperatuurvoelers technisch en praktisch haalbaar?
2. Welke relatie is er tussen temperatuur in en buiten de schakelkast?
3. Welke patronen in temperatuur zijn herkenbaar en is dit vergelijkbaar tussen bedrijven?
4. Is temperatuur van de schakelkast een goede indicator voor kortsluiting of oververhitting?

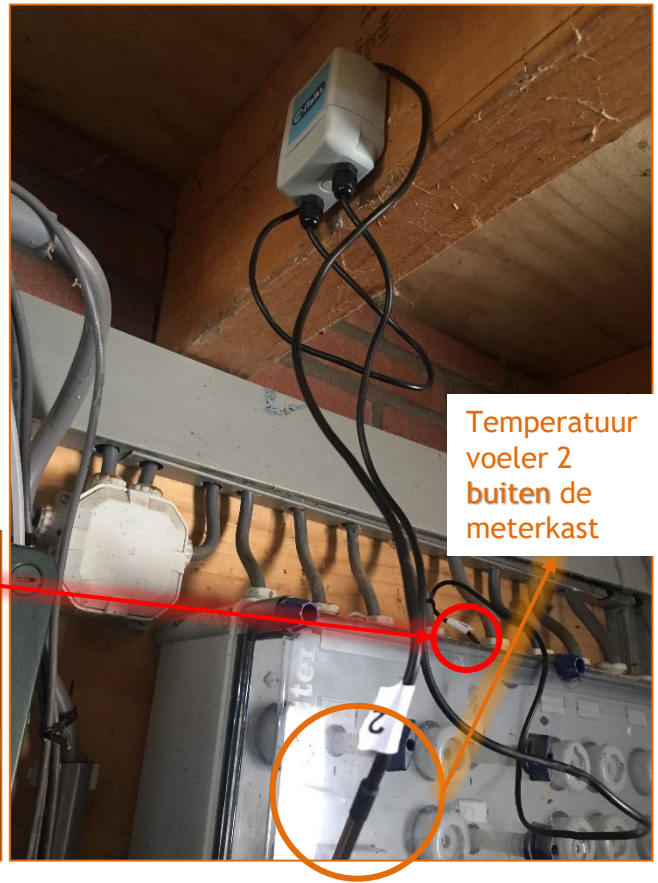
Materiaal & Methoden

- 16 varkensbedrijven in Nederland
- Plaatsing set van 2 temperatuurvoelers in en direct buiten schakelkast
- 40 sensoren: 1, 2 of 3 sensoren per bedrijf (1 set per schakelkast)
- 6 meetwaarden per uur, monitoring gedurende ongeveer 2 jaar

- MCS1608 temperatuurvoelers
- Datatransfer via LoRa
- Datapublicatie op dashboard van Slimme Stal voor veehouders
- Data ook direct beschikbaar gesteld aan Achmea

- Data analyse in Excel, JASP en Power BI

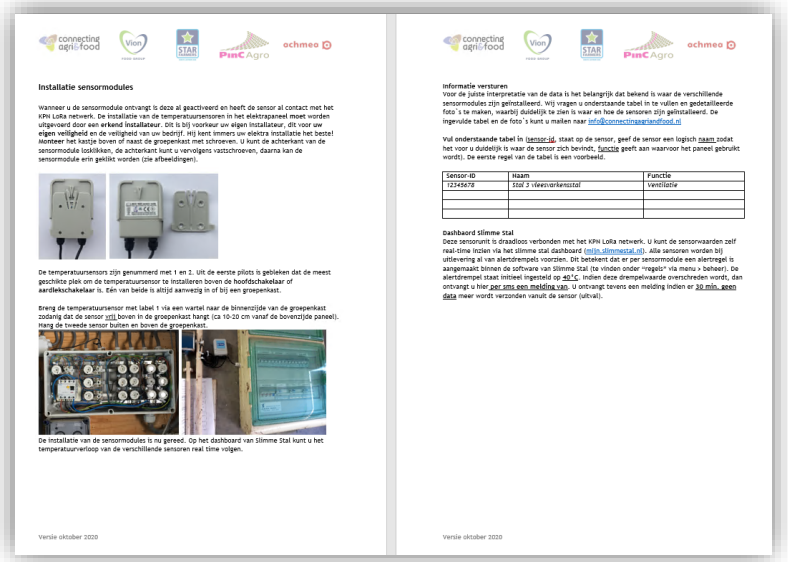




Uitvoering

Plaatsing sensoren

- 40 sensoren geleverd aan 16 varkensbedrijven
- Levering inclusief handleiding en registratieformulier
- Geïnstalleerd door eigen elektricien
- Na installatie is geregistreerd door veehouder wat de locatie is, ondersteund met fotomateriaal
- Data direct zichtbaar op Slimme Stal dashboard
- Start project: alerts per sms bij temperaturen boven 40°C



Installatie sensormodules

Wanneer u de sensormodule ontvangt is deze al geactiveerd en heeft de sensor al contact met het KPN LoRa netwerk. De installatie van de temperatuursensoren in het elektrapaneel moet worden uitgevoerd door een **erkend installateur**. Dit is bij voorkeur uw eigen installateur, dit voor uw **eigen veiligheid** en de veiligheid van uw bedrijf. Hij kent immers uw elektra installatie het beste! *Monteer* het kastje boven of naast de groepenkast met schroeven. U kunt de achterkant van de sensormodule loskliksen, de achterkant kunt u vervolgens vastschroeven, daarna kan de sensormodule erin geklikt worden (zie afbeeldingen).

De temperatuursensors zijn genummerd met 1 en 2. Uit de eerste pilots is gebleken dat de meest geschikte plek om de temperatuursensor te installeren boven de hoofdschakelaar of aardlekschakelaar is. Één van beide is altijd aanwezig in of bij een groepenkast.

Breng de temperatuursensor met label 1 via een wartel naar de binnenzijde van de groepenkast zodanig dat de sensor vrij boven in de groepenkast hangt (ca 10-20 cm vanaf de bovenzijde paneel). Hang de tweede sensor buiten en boven de groepenkast.

De installatie van de sensormodules is nu gereed. Op het dashboard van Slimme Stal kunt u het temperatuurverloop van de verschillende sensoren real time volgen.

Versie oktober 2020

Informatie versturen

Voor de juiste interpretatie van de data is het belangrijk dat bekend is waar de verschillende sensormodules zijn geïnstalleerd. Wij vragen u onderstaande tabel in te vullen en gedetailleerde foto 's te maken, waarbij duidelijk te zien is waar en hoe de sensoren zijn geïnstalleerd. De ingevulde tabel en de foto 's kunt u mailen naar info@connectingagriandfood.nl

Vul onderstaande tabel in (sensor-id, staat op de sensor, geef de sensor een logisch naam zodat het voor u duidelijk is waar de sensor zich bevindt, functie geeft aan waarvoor het paneel gebruikt wordt). De eerste regel van de tabel is een voorbeeld.

Sensor-ID	Naam	Functie
12345678	*Stal 3 vleesvarkensstal*	*Ventilatie*

Dashboard Slimme Stal

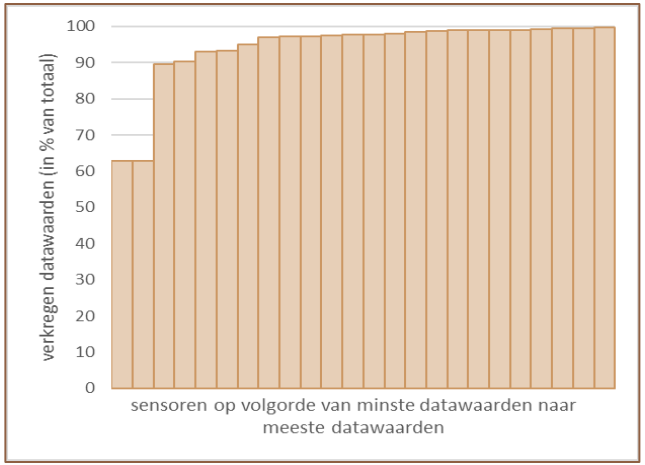
Deze sensorunit is draadloos verbonden met het KPN LoRa netwerk. U kunt de sensorwaarden zelf real-time inzien via het slimme stal dashboard (mijn.slimmestal.nl). Alle sensoren worden bij uitlevering al van alertdrempels voorzien. Dit betekent dat er per sensormodule een alertregel is aangemaakt binnen de software van Slimme Stal (te vinden onder "regels" via menu > beheer). De alertdrempel staat initieel ingesteld op 40°C. Indien deze drempelwaarde overschreden wordt, dan ontvangt u hier per sms een melding van. U ontvangt tevens een melding indien er 30 min. geen data meer wordt verzonden vanuit de sensor (uitval).

Versie oktober 2020

Datatransfer

Na een maand: Test of data goed worden doorgestuurd, bij drie sensoren was dit onvoldoende. Dit is opgelost met een andere sensor en/of verplaatsing hiervan.

Na 1,5 jaar: Bij een meetwaarde per 10 minuten, konden in de periode van 01-01-2021 t/m 15-16-2022 per sensor ruim 75.000 datapunten worden geproduceerd. In de grafiek staat het percentage hiervan dat per sensor is gerealiseerd.



Gemiddeld misten er ongeveer 5% van de waarden.

- Meestal één of twee waarden missende in een uur (oorzaak onbekend)
- Enkele keren gedurende één of twee uur geen waarden (oorzaak in datatransfer, want bij meerdere bedrijven gelijktijdig)
- Enkele sensoren waren niet de gehele periode aangesloten
- Eén sensor had veel missende waarden aan het eind van de meetperiode

Conclusie I voorbereiding en plaatsing

Leerervaringen en conclusies bij voorbereiding en plaatsing sensoren

- Veehouders staan zeer positief tegenover ontwikkelingen om toe te werken naar tools voor brandpreventie.
- Belangrijk om project goed toe te lichten bij alle betrokkenen.
- Enige scepsis over de hypothese en werking bij installateurs en deskundigen.

- Plaatsen van temperatuurvoelers is een secuur werk en is goed uitvoerbaar in de praktijk.
- Datatransfer van sensoren naar de cloud is zeer goed, bij meeste bedrijven was het bereik goed.
  Bij drie bedrijven aanvankelijk minder goed bereik en meer missende datawaarden.

1. Automatische monitoring haalbaar?

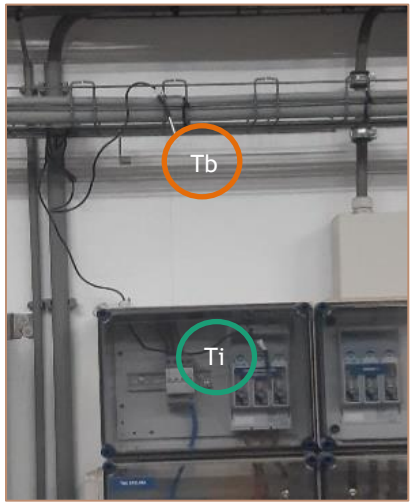
Onderzoeksvraag 1:	Is automatische monitoring met temperatuurvoelers technisch en praktisch haalbaar?
Samenvatting resultaten:	- Temperatuurvoelers zijn beschikbaar en functioneel - Plaatsing goed realiseerbaar mits door (erkende) vakman uitgevoerd - Transfer data van temperatuurvoelers via LoRa naar de cloud is zeer goed (veelal >95%)
Antwoord:	Ja, de temperatuurvoelers zijn geschikt voor langdurige metingen zonder sensoronderhoud zowel in als buiten de schakelkast.

Relatie tussen Ti en Tb?

Onderzoeksvraag 2: Welke relatie is er tussen temperatuur in en buiten de schakelkast?

Resultaten data van één sensorset,

bij dit bedrijf zijn geen bijzonderheden gezien in de resultaten:

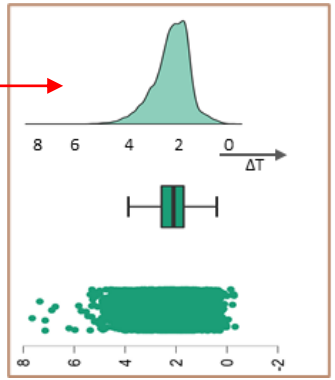


Ti = temperatuur in de schakelkast
Tb = temperatuur buiten de schakelkast
ΔT = verschil tussen Ti en Tb

Bij sterke relatie is de variatie in ΔT gering,
dan is het verschil tussen Ti en Tb veelal vergelijkbaar.

	Ti	Tb	ΔT
Gemiddelde	23,3	21,1	2,2
Std. deviatie	2,8	2,3	0,7
Minimum	14,5	12,4	-0,4
Maximum	34,1	29,5	7,8

Als ΔT altijd gelijk is, is in de grafiek hiernaast een smalle piek te zien.
Hoe breder de grafiek, hoe groter de spreiding en hoe kleiner de relatie tussen Ti en Tb



De onderste balk geeft per meting de ΔT aan,
Hier ligt de ΔT in >74.000 metingen tussen 0 en 6 °C
En een tiental keer is ΔT groter dan 6 °C

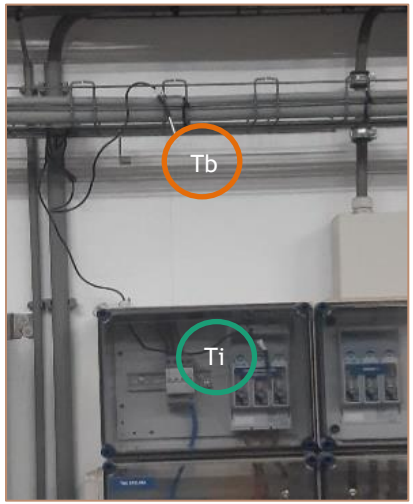
Relatie tussen Ti en Tb?

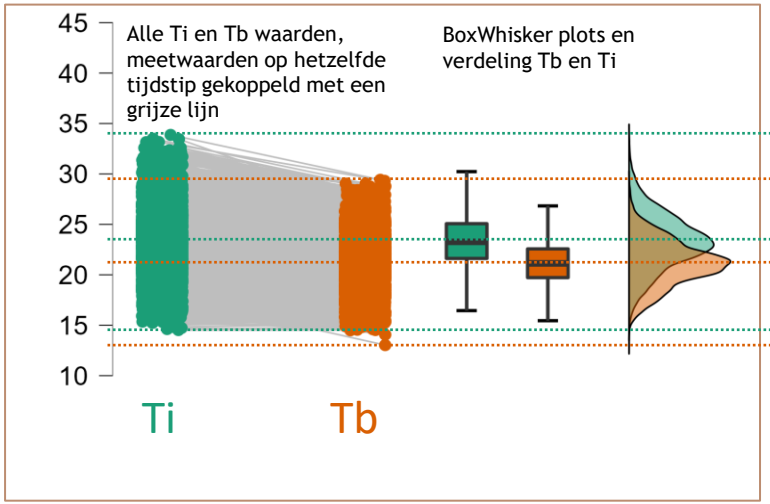
Onderzoeksvraag 2: Welke relatie is er tussen temperatuur in en buiten de schakelkast?

Resultaten data van één sensorset,

bij dit bedrijf zijn geen bijzonderheden gezien in de resultaten:

Ti = temperatuur in de schakelkast
Tb = temperatuur buiten de schakelkast
ΔT = verschil tussen Ti en Tb





De hoogste waarde van Ti ligt op 34°C
De hoogste waarde van Tb ligt op 29°C
De piek van Ti ligt op 23°C
De piek van Tb ligt op 21 °C
De laagste waarde van Ti ligt op 14°C
De laagste waarde van Tb ligt op 12°C

De verdeling geeft aan wat de spreiding is van alle meetwaarden Ti en Tb

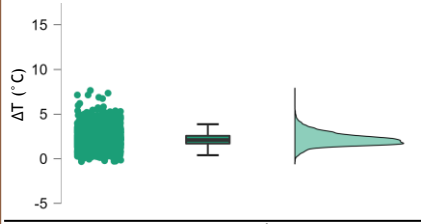
Relatie Ti en Tb vaak sterk

Bij alle sensorsets is er een relatie, veelal is deze sterk:

De temperatuur in de schakelkast (Ti) lijkt dan met name bepaald door de omgevingstemperatuur (Tb)

- de spreiding in ΔT (verschil tussen Ti en Tb) is gering
- ook bij sterke relatie kan er een beperkt aantal waarden met een groter verschil tussen Ti en Tb zijn

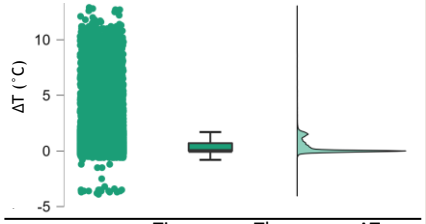
Sensorset 37CF



	Ti	Tb	ΔT
Mean	23,3	21,1	2,2
Std. dev	2,7	2,3	0,7
Min.	14,5	12,4	-0,4
Max.	34,1	29,5	7,8

Normaal verdeeld
Alle ΔT waarden < 8°C
Geringe standaarddeviatie

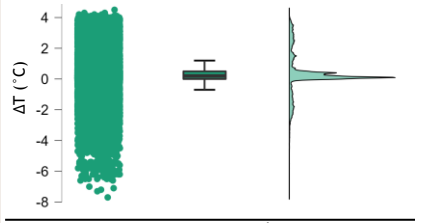
Sensorset 37D0



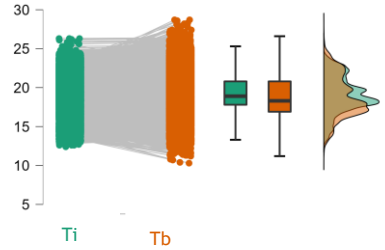
	Ti	Tb	ΔT
Mean	18,5	18,0	0,5
Std. dev	4,0	3,7	1,2
Min.	-4,3	-4,1	-3,9
Max.	33,1	30,9	12,9

Heel sterke relatie Ti en Tb
Gros ΔT waarden < 2°C
Enkele ΔT > 5 °C en sporadisch < 0°C

Sensorset 3814



	Ti	Tb	ΔT
Mean	19,1	18,8	0,3
Std. dev	2,3	2,7	1,4
Min.	12,4	10,3	-7,7
Max.	26,3	28,7	4,5

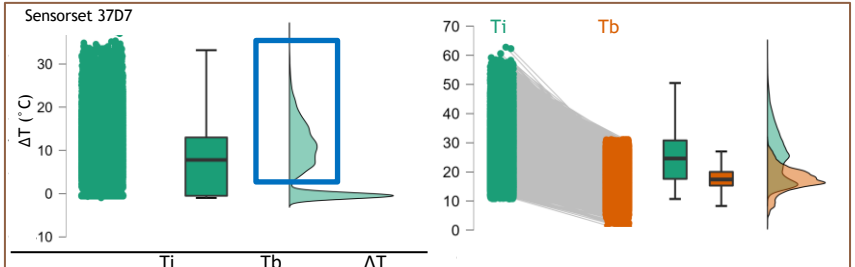


Geen eenduidige relatie: ΔT pos én neg (verschil in y-as met andere grafieken!)
Soms in en soms buiten schakelkast hogere temperatuur
Standaarddeviatie Tb iets groter

Relatie Ti en Tb niet altijd gelijk

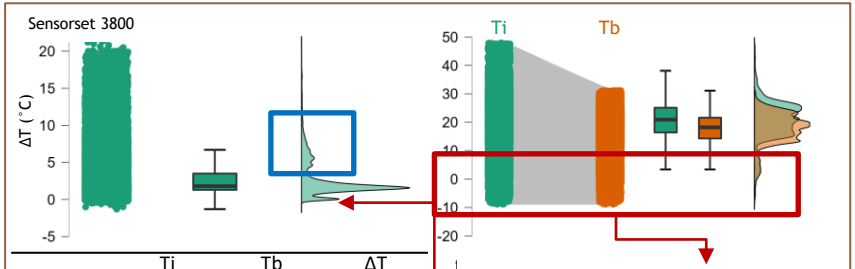
Soms een minder eenduidige relatie

- de temperatuur in de schakelkast (Ti) lijkt dan met name bepaald door de omgevingstemperatuur (Tb)
- de spreiding in ΔT (verschil tussen Ti en Tb) is groot
- bij grote spreiding vaak ook hogere absolute waarden van Ti



	Ti	Tb	ΔT
Mean	25,2	17,5	7,8
Std. dev	8,5	4,1	7,3
Min.	10,7	1,4	-1,0
Max.	62,8	31,1	37,4

Opvallend: Grote piek met ΔT rond de 0°C
Daarnaast lagere piek met hogere ΔT (blauw blok), ΔT oplopend tot ruim 37 °C
Standaarddeviatie Ti 2 keer zo groot als van Tb
De maximale gemeten Ti is 62,8°C, er zijn experts die aangeven dat de T niet boven de 60°C zou moeten komen. Dit is daarom op dit bedrijf een aandachtspunt.



	Ti	Tb	ΔT
Mean	20,3	17,5	2,8
Std. dev	7,2	5,8	2,8
Min.	-8,8	-8,8	-1,3
Max.	47,9	31,1	21,5

waarschijnlijk heeft de sensorset een periode voor installatie reeds data verstuurd (T onder 0 en Ti identiek aan Tb).

Opvallend: deel van de data waarschijnlijk voor installatie (zie rood blok)
Grote piek met geringe ΔT en daarnaast lagere piek met hogere ΔT (blauw blok)
Maximale ΔT is 21°C wat veroorzaakt wordt door warmteproductie in schakelkast.

Conclusie 2 (Relatie Ti en Tb)

- Er is vaak een (sterke) relatie tussen Ti en Tb. De ΔT is dan een relatief vaste waarde met geringe spreiding. Bij een stabiele ΔT is de T in de schakelkast met name afhankelijk van de T buiten de schakelkast.

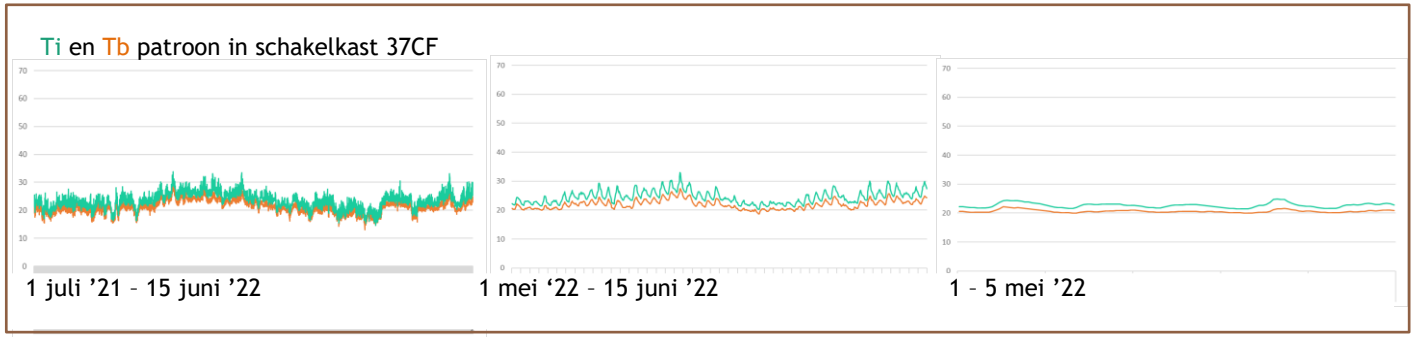
- Bij een minder sterke relatie tussen Ti en Tb hangt de T in de schakelkast ook af van de warmteproductie in de schakelkast. Oorzaken hiervoor kunnen zijn:
    - Meer warmte in schakelkast door meer stroomverbruik (bijvoorbeeld bij schoonspuiten stallen, voermachines, meer ventilatie)
    - Locatie sensor in de schakelkast (bijvoorbeeld sensor ligt ergens tegen dat warm wordt bij stroomverbruik)

- De grootte van ΔT wordt o.a. bepaald door:
    - Plaats van de sensor in de schakelkast (onder of bovenin, tegen kabels aan etc.)
    - Aantal apparaten/machines met hoog stroomverbruik aangesloten op betreffende schakelkast
    - Verhouding *beschikbaar* vermogen/capaciteit van de schakelkast en afgenomen vermogen/capaciteit

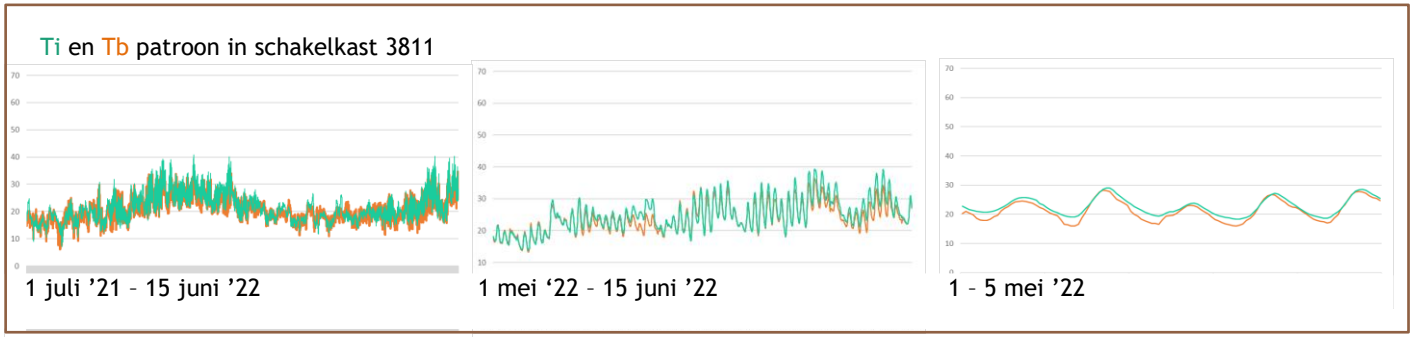
Patronen tussen T1 en T2?

Er zijn bedrijfsspecifieke patronen en meer generieke patronen te onderscheiden.

Enkele voorbeelden:



- Geen duidelijke patroon zichtbaar over langere en kortere periode
- Klein seizoenpatroon
- Ti en Tb grotendeels gelijk patroon
- ΔT klein
- Alle waarden continu tussen 15 en 35 °C



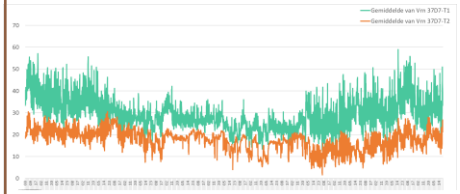
- Dag- en seizoenpatroon zichtbaar
- Ti en Tb grotendeels gelijk patroon
- ΔT klein
- Soms aantal dagen met grotere ΔT
- Alle waarden continu onder 40 °C

Patronen tussen T1 en T2?

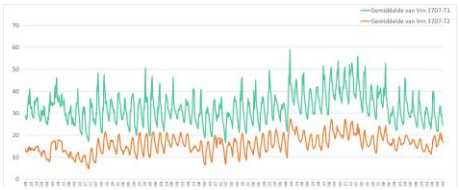
Er zijn bedrijfsspecifieke patronen en meer generieke patronen te onderscheiden.

Enkele voorbeelden:

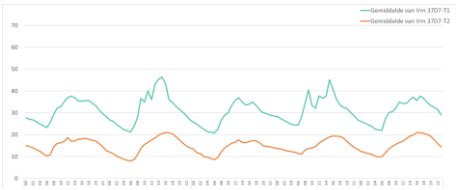
Ti en Tb patroon in schakelkast



1 juli ’21 – 15 juni ’22



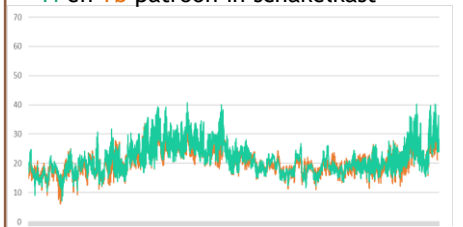
1 mei ‘22 – 15 juni ’22



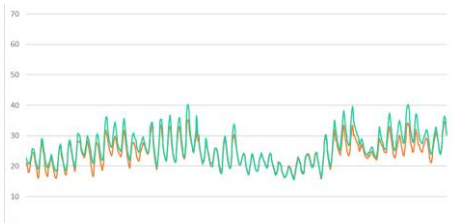
1 – 5 mei ‘22

- Dagpatroon zichtbaar
- Ti en Tb grotendeels gelijk patroon
- Max ΔT >35°C
- Ti iets grilliger met meer piekmomenten op de dag

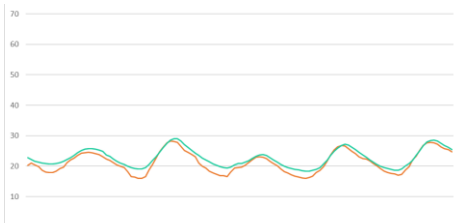
Ti en Tb patroon in schakelkast



1 juli ’21 – 15 juni ’22



1 mei ‘22 – 15 juni ’22



1 – 5 mei ’22

- Dag- en seizoenpatroon zichtbaar
- Ti en Tb grotendeels gelijk patroon

Patronen tussen T1 en T2?

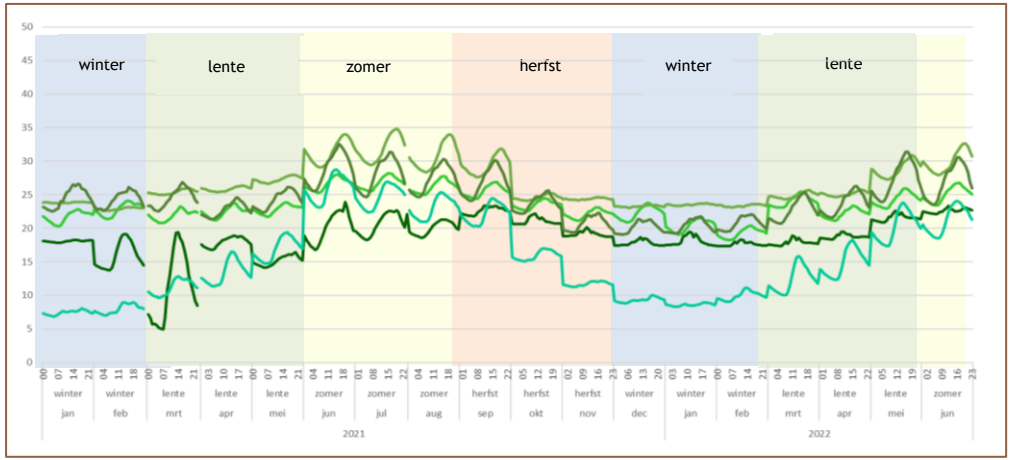
Bij veel bedrijven is een (mate van) seizoenpatroon zichtbaar (linker grafiek).

In de winterperiode is de Ti lager dan in de zomer.

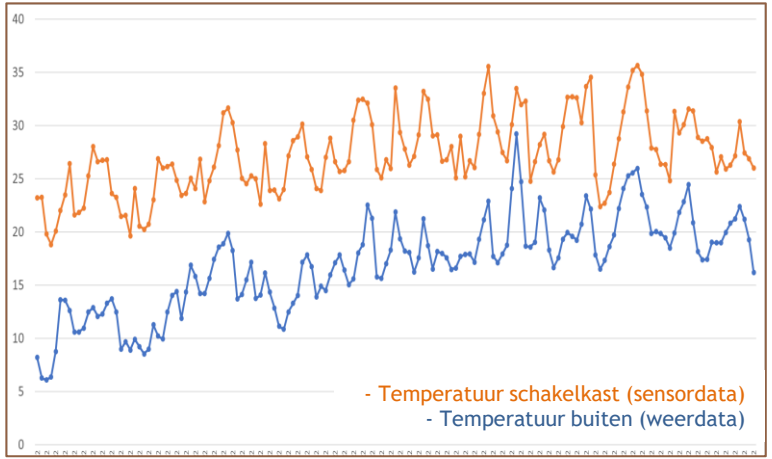
Dit is conform verwachting

- de buitentemperatuur bepaalt mede de Tb en daarmee ook de Ti (sterke relatie, zie rechtergrafiek)
- in de zomer wordt meer geventileerd wat ook meer stroom vraagt

Ti van een zestal schakelkasten over de 4 seizoenen



Gemiddelde temperatuur (apr-sept)



Conclusies 3 I patronen

- Bij veel bedrijven is een dagpatroon zichtbaar in zowel Ti als Tb
- De ΔT in de dagpatronen varieert per bedrijf
- Bij Ti soms een grilliger dagpatroon dan bij Tb

- Bij nagenoeg alle bedrijven is een seizoenpatroon zichtbaar
- In de zomer is de T zowel in als buiten de schakelkast hoger
- De Ti en Tb zijn mede afhankelijk van de buitentemperatuur

- Bij sommige bedrijven terugkerende pieken in de Ti in de tijd, vanwege bedrijfsspecifieke aspecten is meer achtergrondinformatie nodig om generieke effecten en oorzaken te bepalen
  Extra belasting schakelkast door ventilatie, voermachine, schoonspuiten en dergelijke kunnen een hogere temperatuur in de schakelkast veroorzaken.

Ti en Tb goede indicatoren brandpreventie?

Onderzoeksvraag 4: Is temperatuur van de schakelkast een goede indicator voor kortsluiting of oververhitting?

- Tijdens de pilotperiode zijn geen branden geweest gelukkig, dus geen directe relatie getoetst tussen meetwaarden en ontstaan brand.
- Variatie in zowel de absolute waarden als de ΔT kunnen wel indicatoren zijn om preventief actie te ondernemen.

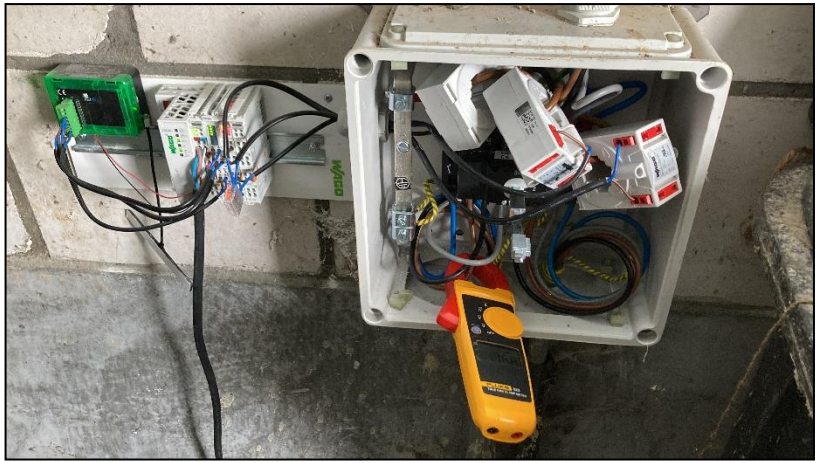
- Het continu meten van de actuele stroomsterkte kan een perspectiefvolle aanvullende tool zijn voor brandpreventie.

Stroomsterkte metingen

De temperatuur in de schakelkast lijkt mede bepaald te worden door de mate van belasting van de stroomkabels.

Aanvullend is daarom een experiment uitgevoerd waarbij dit op één bedrijf is gemeten.

De stroombelasting is gemeten, deze waren aangesloten in één schakelkast die ook was voorzien van een temperatuurvoeler in en buiten de schakelkast.



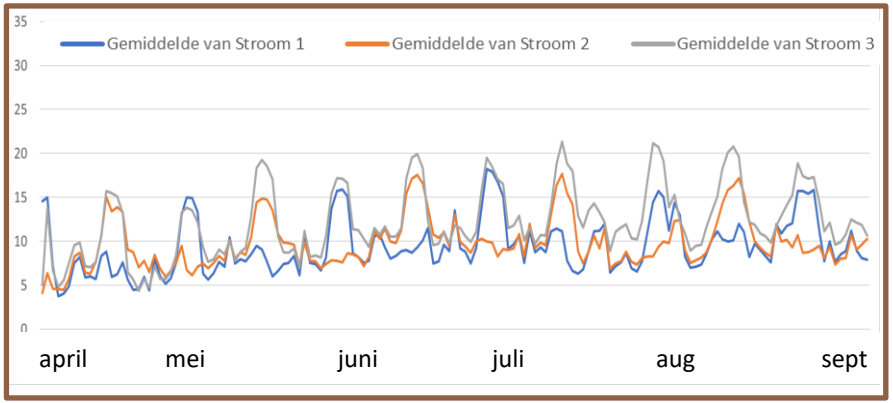
Iedere 10 minuten wordt het vermogen in ampère over de 3 fases gemeten.

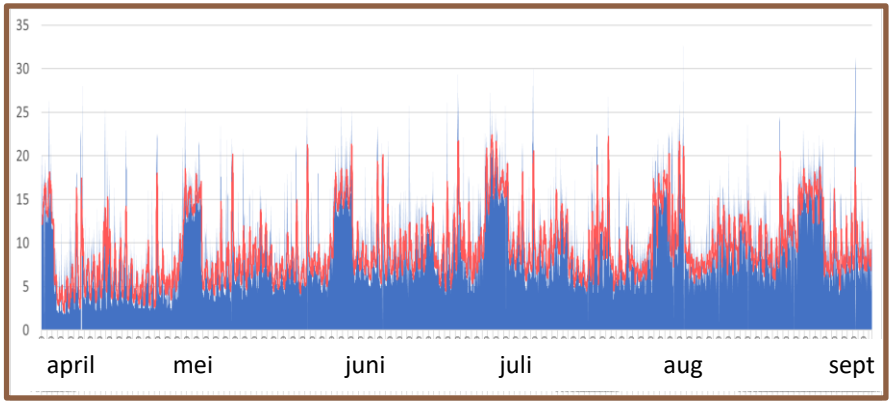
De 3 witte blokjes in de schakelkast zijn spoelen die om de fasedraden zijn geplaatst, de draad loopt er doorheen.

Op de foto is ook een gele ampèretang nog zichtbaar die is gebruikt om de gemeten waardes te verifiëren. De conclusie was dat de geplaatste sensor voor het meten van vermogen goed werkt.

Stroomsterkte metingen

De gemiddelde stroombelasting van de kabels per dag (7 april – 7 sept 2022)





Er is een duidelijk patroon zichtbaar in het daggemiddelde.
Iedere twee weken op dinsdag neemt de belasting van
2 stroomkabels toe. Stroomkabel 3 piekt iedere 14 dagen en
stroomkabel 1 en 2 eens in de 4 weken.
De piek hangt samen met het schoonspuiten van de afdelingen.

Continue stroombelasting van kabel 1 (blauw)
In rood de trendlijn op basis van 24 uurs gemiddelde
Duidelijke piekperioden iedere maand en tussendoor
kortdurende belasting pieken.

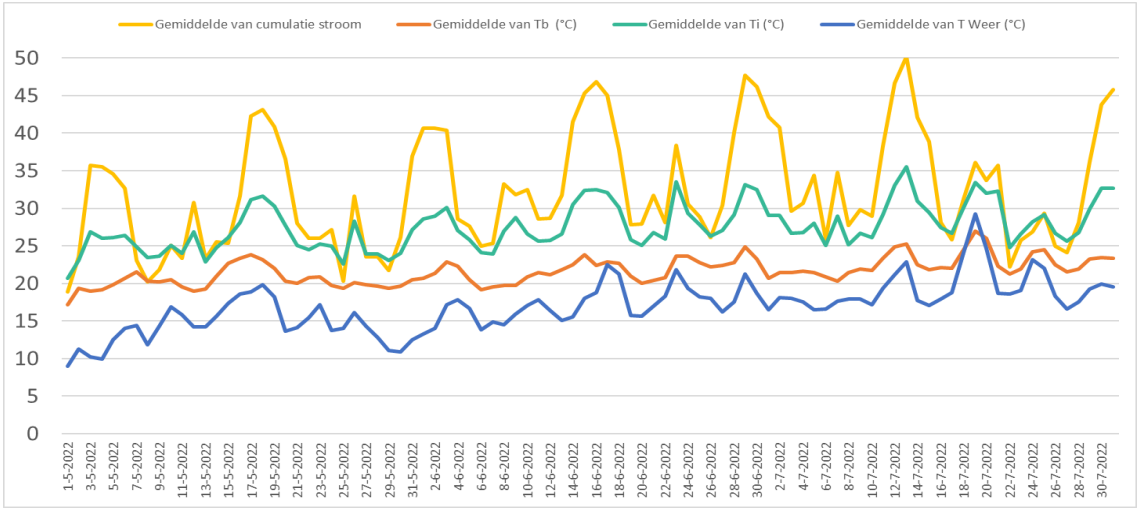
Maximale belasting is 35 Ampère waar de metingen altijd ruim onder blijven.
Logischerwijs is er een duidelijke relatie gebruik apparatuur en stroombelasting.

Stroomsterkte metingen

	Stroom 1	Stroom 2	Stroom 3	Stroom culumatie	Tb (°C)	Ti (°C)	T buiten (°C)
Stroom 1	1,00						
Stroom 2	0,58	1,00					
Stroom 3	0,70	0,68	1,00				
Stroom culumatie	0,86	0,85	0,92	1,00			
Tb (°C)	0,29	0,34	0,48	0,43	1,00		
Ti (°C)	0,56	0,54	0,66	0,68	0,74	1,00	
T buiten (°C)	0,27	0,31	0,45	0,40	0,88	0,70	1,00

Stroombelasting en Ti hebben hoge correlatie

buitentemperatuur en Tb en Ti hebben hoge correlatie



Patroon van de variatie in temperatuur buiten (T-weer) is ook terug te zien in de gemiddelde waarde van de temperatuur buiten (Tb) in de schakelkast (Ti).

De schommelingen in temperatuur in de schakelkast (Ti) zijn sterker dan Tb en komen overeen met de schommelingen in de totale stroombelasting van de kabels (Cumulatie stroom).

Het meten van de stroombelasting kan derhalve een goede aanvulling zijn bij grote schommelingen in Ti die niet te verklaren zijn door Tb.

Samengevat 1

- Veehouders staan zeer positief tegenover ontwikkelingen om toe te werken naar tools voor brandpreventie.
- Plaatsing temperatuurvoelers altijd door experts uitvoeren, exacte beste locatie van de voelers in de schakelkast nog nader te bepalen.
- Plaatsing goed uitvoerbaar en datatransfer van sensoren is zeer goed en sensoren meten langere tijd robuust zonder onderhoud.
- Grote verschillen tussen bedrijven
  - in absolute temperatuurwaarden in de schakelkast, gemeten temperaturen ruwweg tussen de 5 en 70°C,
  - in verschil tussen temperatuur binnen en buiten de schakelkast (ΔT), gemeten verschillen ruwweg tussen 2 en 40°C,
  - dagpatronen en repeterende patronen bij sommige bedrijven goed zichtbaar en te relateren aan werkzaamheden,
  - seizoenpatroon bij veel bedrijven zichtbaar en waarschijnlijk veroorzaakt door de buitentemperaturen (zomer warme periode en hogere Ti en Tb).
- De grenswaarden voor alerts moeten worden vastgesteld voor de absolute temperatuur (bijv. >60°C) en voor de patronen in ΔT.

Samengevat 2

- Bij geringe ΔT en weinig spreiding heeft de warmteproductie in de schakelkast een geringe invloed op de T in de schakelkast (mits voeler goed geplaatst)
- Bij grotere ΔT of grote spreiding heeft de warmteproductie wel invloed op de Ti, bij korte pieken kan dit gerelateerd zijn aan extra stroombelasting
- Bij grotere ΔT of grote spreiding kan er een indicatie zijn op risico voor kortsluiting of overbelasting. Wanneer dit aan de orde is, vraagt om nadere analyse met experts op het gebied van brandpreventie. Mogelijke aanpassingen zijn het beter afstemmen van het beschikbare vermogen op het afgenomen vermogen, ander type bekabeling, reinigen van eventuele vervuiling van onderdelen in de schakelkast, vervangen aangetaste onderdelen ten gevolge van bijvoorbeeld corrosie, enzovoort.
- Het continu meten van de actuele stroomsterkte kan een perspectiefvolle aanvullende tool zijn voor brandpreventie.
- Het meten van temperatuur in en buiten de schakelkast is een eenvoudige tool die kan dienen als één van de hulpmiddelen om stalbranden te voorkomen. Het is echter geen sluitende oplossing voor brandpreventie door elektra.
- Variatie in zowel de absolute waarden als de ΔT kunnen indicatoren zijn om preventief actie te ondernemen.

Stal Elektra Alert

Continue monitoring temperatuur schakelkast biedt handvatten voor signalering mogelijke brandrisico's in de schakelkast.

Dit project is mogelijk gemaakt door: