

NCS P-301

2. utgave 2003

Termografering av lav- og høyspenningsanlegg

TERMOGRAFERING AV LAV- OG HØYSPENNINGSANLEGG

FORORD

Brann og driftsavbrudd i elektriske anlegg kan skyldes overbelastning eller feil i anleggene. Når overoppvarming oppdages og utbedres før skade er skjedd, kan store verdier og menneskeliv spares. Ved hjelp av moderne termografiutstyr kan kritiske temperaturdifferenser oppdages effektivt.

Formålet med termografering er å kartlegge overtemperaturer for å gi pålitelig grunnlag for vedlikehold, reparasjoner og utbedringer av lavspenningsanlegg, kraftledninger og høyspenningsanlegg.

1 OMFANG

Dokumentet fastlegger krav til termografør, foretak og termografiutstyr. Videre omfatter dokumentet minimumskrav til oppbygging og innhold i en termografirapport og til kursinnhold for utdanning i termografering.

2 NORMATIVE REFERANSER

Dokumentet viser til de etterfølgende publikasjoner. For dem som er datert, gjelder bare den angitte utgaven. For udaterte publikasjoner gjelder den siste utgaven.

Generelt:

Forskrift om kvalifikasjoner for elektrofagfolk (FKE) – Fastsatt 1993-12-14
(senest endret 1998-10-12)
Norsk Standard NS 3424 Tilstandsanalyse for byggverk

Spesielt for lavspenningsanlegg:

Forskrift om elektriske lavspenningsanlegg (FEL) – Fastsatt 1998-11-06
Forskrift om sikkerhet ved arbeid i og drift av lavspenningsanlegg (FSL) – Fastsatt 1998-10-30

Spesielt for høyspenningsanlegg:

Forskrift om sikkerhet ved arbeid i og drift av høyspenningsanlegg, med veiledning, fastsatt 1998-10-30 ("Sikkerhetsforskriften").

Forskrifter for elektriske anlegg – Forsyningsanlegg (FEA-F) fastsatt 1994-08-18.

3 KRAV TIL FORETAKET

Foretaket skal ha beskrevet, og implementert prosedyrer og instruksjoner som sikrer at virksomheten knyttet til termograførens utførelse av oppdrag, blir ivarettatt på en tilfredsstillende måte. Dokumentasjonen skal spesielt angi hvordan virksomheten er organisert med ansvarsområder, samt hvordan det sikres at termografioppdragene organiseres uavhengig av foretakets øvrige virksomhet. Videre skal foretaket ha en ansvarsforsikring som dekker termograføren og eventuelle feil ved det arbeidet som blir utført.

En av termograførene eller en i foretaket med nær tilknytning til termograføren, skal ha høyere elektrokompetanse minst som angitt i FKE § 16. Veiledningen til FKE § 16 gir en oversikt over krav til utdanning og krav til yrkeserfaring som skal dokumenteres

Annen relevant praksis /utdanning, samt lang og allsidig bakgrunn vil kunne oppveie for dette. Sertifisering bestemmes etter søknad og dokumentasjon av dette til Nemko Certification.

Termografioppdrag skal organisasjonsmessig utføres uavhengig av foretakets eventuelle engasjement i levering, prosjektering og bygging av de elektriske anleggene som skal kontrolleres.

Foretaket skal ha beskrevet og implementert prosedyrer og instruksjoner som sikrer planlegging, kontroll/verifikasjon av de foretatte målinger beregninger og resultater. Videre skal dette sikre at foretaket kan dokumentere det arbeidet som er utført.

Dokumentasjonen skal arkiveres, slik at det vil være enkelt å finne tilbake til utført arbeid og til grunnlaget for resultatene. Dokumentasjonen skal arkiveres minst 5 år etter utført arbeid. Dersom oppdragsgiver ønsker endring av arkivtid, avtales dette spesielt i oppdragsbekreftelsen.

4 KRAV TIL TERMOGRAFØREN

Generelt:

Termograføren skal være faglig kvalifisert og ha relevant elektroteknisk yrkeserfaring og grunnutdanning i henhold til "FORSKRIFT OM KVALIFIKASJONER FOR ELEKTROFAGFOLK" (FKE) § 13.

Termograføren skal minst ha 2 års relevant praksis innen fagområdet som det søkes for.

Annen relevant praksis /utdanning og lang allsidig bakgrunn vil kunne oppveie for dette.

Termograføren skal ha gjennomført og bestått eksamensgivende kurs i termografi. Krav til kursinnhold er gitt i Tillegg A.

Termograføren skal være fortrolig med termografiutstyrets funksjon slik at målingene er pålitelige. Videre skal termograføren kunne vurdere om utstyrets spesifisering og kalibrering er tilfredsstillende.

Under termograferingen kreves bruk av sikkerhetsutstyr/personlig verneutstyr, som angitt i gjeldende forskrifter for området sertifikatet gjelder for.

En termografør skal ikke foreta inngrep i anlegget.

Spesielt for lavspenningsanlegg:

Avtaking av deksler i elektriske anlegg og på elektrisk utstyr i forbindelse med inspeksjon/måling anses av Produkt- og Elektrisitetstilsynet ikke å være aktiviteter som skal forestås av elektroinstallatører. Slike aktiviteter kan utføres av instruerte personer, dvs. personer som har elektroteknisk kompetanse på området og som har fått nødvendig sikkerhetsopplæring.

Spesielt for høyspenningsanlegg:

Her gjelder forskrifter som nevnt under normative referanser, se punkt 2.

5 KRAV TIL TERMOGRAFIUTSTYR

Termografiutstyret skal minst tilfredstille de krav som er angitt i Tillegg B.

Anvendt utstyr og programvare skal dokumenteres av termograføren.

Kameraet skal kalibreres i følge utstyrsleverandørens anbefaling.

6 KRAV TIL RAPPORTERING

Rapportene fra termografioppdrag skal gi pålitelig grunnlag for eventuelle tiltak. Det stilles derfor krav til konklusjoner om registrert tilstand og anbefalte tiltak som skal kunne forstås av ikkefagfolk. Samtidig skal rapporten inneholde tilstrekkelig informasjon til at andre fagfolk skal kunne bruke resultatene.

Klassifisering av registrert tilstand og av foreslåtte tiltak er angitt i Tillegg C.

Elektriske data som for eksempel strømmålinger og maksimal belastning skal normalt dokumenteres, og tilstanden skal vanligvis oppgis som avvik mellom temperaturen på objektet og et tilsvarende punkt i anlegget som bedømmes å ha normal temperatur.

Når oppdragsgiver ønsker det kan det gis anbefalte tiltak med begrunnelser og som prioriteres i samsvar med formålet for oppdraget. Ved anbefaling av tiltak skal det angis hvor mye det haster med å gjennomføre tiltaket.

Dato for siste kalibrering av kameraet skal oppgis i oppdragsrapportene.

TILLEGG A
(normativt)

KURSINNHOOLD FOR UTDANNELSE I TERMOGRAFERING

Termograføren skal som et minimum ha gjennomført og bestått et eksamensgivende kurs i termografi som skal tilfredsstillende Nivå 1 gitt i standarden SNT-TC-1A fra The American Society for Nondestructive Testing (ASNT).

Kurset skal omfatte minst 35 timer og gi teoretiske og praktiske kunnskaper innen følgende områder og emner:

- 1 **Varmelære og strålingslære:**
 - Definisjoner av temperatur, varme, termisk energi
 - Varmeoverføringsfysikk (varmeledning, konveksjon, stråling)
 - Termodynamikkens lover
 - Strålingslover
 - Elektromagnetisk spekter

- 2 **Infrarød måleteknikk:**
 - Kvalitativ og kvantitativ analyse
 - Billedtolking
 - Temperaturmåling; korrigerende for omgivelsesfaktorer
 - Målenøyaktighet, muligheter for feilmåling
 - Instrumentets spesifikasjoner og begrensninger

- 3 **Generell bruk av instrument for termografi:**
 - Måleområder og dynamikk
 - Termisk fokusering

- 4 **Oversikt over anvendelsesområder:**
 - Hvordan ulike termiske fenomener kan brukes til tilstandskontroll
 - Vanlige og uvanlige anvendelser; oversikt og eksempler
 - Grunnlaget for termografering av elektriske anlegg

- 5 **Rapportering av oppdrag:**
 - Rapportens deler og innhold
 - Arkivering

TILLEGG B
(normativt)

KRAV TIL MÅLEUTSTYR FOR TERMOGRAFERING

En termografør skal ved sin utførelse av oppdrag bruke måleutstyr med en programvare som minst tilfredsstillende følgende krav:

- Bildene skal vises i sann tid i kameraet for direkte avlesning av temperaturer
- Temperaturen skal kunne måles direkte på termogrammet
- Kameraet skal ha en spesifisert nøyaktighet og et kalibreringssertifikat (m/ sporbarhet) som er mindre enn ett år gammelt
Målenøyaktighet: minst $\pm 2^{\circ}\text{C}$ i intervallet 0 – 100°C.
Termisk oppløsning: minst 0,15°C ved 30°C
- Kameraet som benyttes skal være i stand til å produsere bilder med høy oppløsning (*minst 100 x 100 punkter per bilde*) og med mulighet til å foreta temperaturmålinger over hele billedfeltet
- Digital lagring av bilde data (med programvare) slik at bildene kan analyseres etter lagring
- Termografiske data og øvrige måledata skal kunne oppbevares for senere sammenlikninger

TILLEGG C
(normativt)

**KLASSIFISERING AV REGISTRERT TILSTAND OG AV FORESLÅTTE
TILTAK**

Norsk Standard NS 3424 – Tilstandsanalyse for byggverk – får økende betydning for all tilstandskontroll i Norge. I NS 3424 benyttes begrepet symptom som ”en indikator for hvilken tilstand et objekt befinner seg i”. Symptomene indikerer tilstanden i forhold til det referansenivået som er lagt til grunn for vurdering av tilstanden.

Tilstanden skal dokumenteres. Registrert tilstand skal sammenholdes med forhåndsdefinerte krav. Hvis det påvises negativt avvik fra det referansenivået som er lagt til grunn, innebærer det en registrert svikt.

Ved termografering brukes som referanse for et avvik vanligvis temperaturen i et tilsvarende punkt i anlegget som bedømmes å ha normal temperatur. Å bedømme hvor alvorlig et avvik i en målt temperatur eller temperaturdifferanse er, forutsetter at termograføren har kunnskap om tillatte temperaturer, har bred erfaring fra termografioppdrag og tar de nødvendige hensyn til nominell belastning.

Med bakgrunn i NS 3424 skal følgende klasser for de registrert tilstandene benyttes:

- Klasse 0: Intet avvik;** - ikke behov for noe tiltak
- Klasse 1: Mindre avvik;** - overvåkes, ny kontroll avtales
- Klasse 2: Viktig avvik registrert;** - utbedres snarest mulig
- Klasse 3: Alvorlig avvik;** - omgående utbedring nødvendig