Metodebeskrivelse for termografisk måling

[Introduktion 2](#_TOC_250002)

[Udstyr 3](#_TOC_250001)

Kameraspecifikationer 3

Andet udstyr 3

[Kalibrering 3](#_TOC_250000)

Registrering af data 4

Analyse 5

Rapportering af resultater 5

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Godkendt af | Enhed/netværk | Emne i KLS | Næste revision | Adgang | Journal nr. | Forfatter |
| GB04-03-2024 | DT-BBM-BEF/Bundne vejmaterialer | SABparadigmerIND | Marts 2025 | [x]  Intern[x]  Ekstern | 18/06197-4 | RCS (DT-EOM-MDB) |

# Introduktion

Denne metode beskriver, hvordan temperaturen måles på vejoverfladen direkte bag asfaltudlæggerens afretter ved hjælp af termografi. Termografi indebærer kvantificering af infrarød overfladestråling. Den infrarøde stråling tilhører det elektromagnetiske spektrum med bølgelængder 0,76 – 100 µm. Ved at sammenligne energi pr. bølgelængde kan temperaturen bestemmes. Metoden kan anvendes til alle varmblandede belægninger.

Metoden er beregnet til at bestemme temperaturvariationen ved udlægningen af asfaltmaterialer.

Når relativt kolde områder registreres, kan der laves en opgørelse af risikoen for fremtidige kvalitetsproblemer på belægningsoverfladen.

Asfaltudlægger skal monteres med udstyr til infrarød temperaturmåling af asfaltmassen umiddelbart bag afretteren. Målinger skal forekomme i realtid og kontinuert under udlægningen, for alle varmblandede asfaltsektioner der falder ind under den givne entreprise. Entreprenøren skal levere temperaturdata med tilhørende GNSS-koordinater, distance, dato og tid, samt materialetype.

Formålet er at monitorere og dokumentere temperaturfeltet af asfalten der lægges ud. Herved tilføjes kvalitetssikringen af varmblandede asfaltmaterialer et led, der har potentiale til at medføre en forøget kvalitet af de belægninger der lægges ud.

Monitorering i realtid kan på sigt give entreprenøren mulighed for at optimere de metoder der påvirker asfaltens temperatur ved udlægningen. Dette kan være under selve udlægningen, eller ved en daglig gennemgang og analyse af de termiske data der indsamles ved asfaltarbejder. Resultatet heraf vil være asfaltlag der er bedre komprimeret end ellers.

Installation og operation af udstyr bør ske i overensstemmelse med leverandørens specifikationer og denne metodebeskrivelse.

# Udstyr

*Kameraspecifikationer*

Krav til nøjagtighed og opløsning:

Sensoropløsning Transversalt skal der være min. 4 celler (eller spots) pr meter med gennemsnitlige værdier af målepunkter

 Langsgående skal der være min. 4 celler (eller spots) pr meter med gennemsnitlige værdier af målepunkter

Nøjagtighed af målinger: +/- 2,0 °C

Minimum målevinkel: 90° horisontalt

Temperaturspektrum: 0 til 250 °C

Temperatur opløsning: 0,1 °C

Reproducerbarhed af temperaturmålinger: +/- 1,0 °C

Indfaldsvinkel: 45° til 90°

Termokameraet skal monteres på udlæggeren. Det skal aflæse og gemme belægningstemperaturer successivt mens udlæggeren bevæger sig fremad.

Kameraudstyret skal monteres bag på udlæggeren på en sådan måde at det er muligt at aflæse de termiske profileringsmålinger indenfor 5 m bag afretteren på udlæggeren og i den fulde bredde af udlægningen fra den pågældende maskine.

*Andet udstyr*

# Datalagringsmedie

Data skal enten gemmes på termokameraet eller i et andet datalagringsmedie således at det er muligt at præsentere data efterfølgende. En datalagringsenhed skal være robust, forstået på den måde at den skal være af en udformning og monteres på en måde hvorved dataene er sikret.

# Montering af udstyr

Udstyret skal fastmonteres på udlæggeren efter leverandørens anvisninger.

*Kalibrering*

Kalibrering foretages efter leverandørens anvisninger.

# Registrering af data Positionering

Måledata skal registreres samtidigt med de aktuelle længdemålinger, således at der efterfølgende kan laves grafiske print.

Planreferencesystem skal være ETRS89/UTM32. Højdereferencesystem skal være DVR90.

Positioneringen skal forekomme med en nøjagtighed i planet på:

90 % af tilfældene skal være inden for 1,0 m resten indenfor 3,0 m.

I områder hvor GNSS-udstyr kan have begrænset nøjagtighed, bør der benyttes odometer til at sikre distancemålingen.

GNSS-positionen skal kontrolleres mindst to gange dagligt.

# Typer af data

Data for udvidelser af strygejernet

Bredde på venstre udvidelse af strygejernet [mm] Bredde på højre udvidelse af strygejernet [mm]

For enhver given koordinatværdi på Y-aksen (længdemålingerne), skal der være data for hhv.:

Dato [DD:MM:ÅÅÅÅ]

Tid [TT:MM:SS]

Længdegrad (decimalgrader, med min. 6 decimaler)

Breddegrad (decimalgrader, med min. 6 decimaler)

Distance [m]

Temperaturer [°C]

Valgfri data:

 Vejrdata

Luftfugtighed [%]

Lufttryk [hPa]

Lufttemperatur [°C]

Vindhastighed [°C]

# Rapportering af resultater Afleveringer

Resultaterne af målingerne skal præsenteres i form af et profil med individuelle værdier, hvor y-aksen refererer de aktuelle længdemålinger. Hver linje af data på x-aksen skal have datapunkter tilknyttet beskrevet i punktet ’Typer af data’ under sektionen Registrering af data.

Formater af disse afleveringer skal være som txt eller csv-fil.

Yderligere skal disse filer indeholde en data-header med følgende informationer:

|  |
| --- |
| **Information i data-header for resultattabel** |
| **Beskrivelse** | **Eksempel** |
| Entreprise |  |
| Entreprenør |  |
| Entreprenørens kontaktperson |  |
| Periode fra dato – til dato |  |
| Belægningstype | GAB II |
| Lag | øverste GAB II |
| Belægningsmængde | 180 kg/m2 |
| Vejnummer | 42 |
| Vejnavn | Svendborg motorvejen |
| Vejside/Spor | Højre/tung |
| Antal udlæggere anvendt på entreprisen |  |
| Fabrikant – IR system |  |
| Er der anvendt feeder? | Ja/nej |
| Filnavn(e) |  |
| Kommentarer |  |

# Tidsramme for aflevering af data

Data skal leveres indenfor én uge fra entreprisen er afsluttet. For driftsentrepriser lagres disse i paveman.dk under den pågældende entreprise, mens filerne for anlægsentrepriser lagres i ProjectWise.

# Kalibrering, kontrol

Rapporten skal også indeholde dokumentation for kalibrering. Jf. Kalibrering.

# Analyse

**Frasortering af fremmedobjekter**

Ved evaluering i Roadtherma bliver datagrundlaget justeret for fremmede objekter. Fremmede objekter er typisk personale der passerer måleområdet hvorved den infrarøde stråling reduceres. Data fra fremmede objekter som er mindre end 90 °C bliver fjernet manuelt eller automatisk.

# Evaluering af termografidataene

Vejdirektoratet vil på de strækninger, hvor der er krævet termografiske målinger, foretage en evaluering af strækningerne på følgende grundlag:

Andel af kolde områder beregnet ud fra Moving Average (andel af det udlagte areal, hvor temperaturen er mere end 10% lavere end en løbende gennemsnitstemperatur +/- 50 m fra udlæggeren):

Motorveje ( minus ramper):

Ingen dagsproduktion over 6 %

Middeltal for hele entreprisen ≤ 4 %

Hovedlandeveje og ramper:

Ingen dagsproduktion over 9 %

Middeltal for hele entreprisen ≤ 7 %

Resultaterne beregnes af VD ved brug af RoadTherma programmet.

Princip for beregning af ” det rullende gennemsnits areal”:

Efter trimning af IR kamerafilerne for ”ikke-vej” areal analyseres for temperaturmæssigt afvigende pixels. Ved kriteriet for ”det rullende gennemsnits areal” (moving average area) sammenlignes temperaturen af enhver pixel med gennemsnittet af det omkringværende areal målt over 100 m i længderetningen, hvor pixelen er placeret midt på længden. Ved at anvende et 100 meters vindue for det rullende gennemsnit vil pixels fra de første og sidste 50 meter af udlægningen ikke indgå som reference for beregning af kriteriet (se figuren).

|  |
| --- |
|  |

Hvis temperaturen af en tilfældig pixel xi er lavere end 90 % af det rullende gennemsnit, så bliver denne pixel identificeret som afvigende. Summen af de afvigende pixels (dvs. antallet) kaldes Mdet og repræsenterer den brøkdel af den totale overflade for et givent arbejde, der ikke tilfredsstiller ”det rullende gennemsnits areal” kriterie. Det detekterede kritiske område findes i procent som forholdet mellem Mdet og det totale antal behandlede pixels, der indgår.