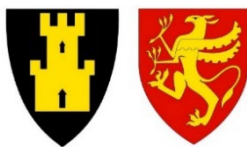




## Vedlegg 2 VARMEKAMERAMÅLING 2023



Troms og Finnmark fylkeskommune  
Samferdsel

## Vedlegg til konkurransegrunnlaget «Kontrakter: Asfaltarbeider - 2023»

# Varmefotografering som grunnlag for beregning av bonus og/eller malus.

---

Dette vedlegget gjelder for kontraktspunkter hvor krav om IR-skanning er gitt i kap. D1.3 i konkurransegrunnlaget.

## 1. Generelt

Hensikten med varmemålingene er å registrere temperaturseparasjon umiddelbart etter utlegging av slitelagsmasse.

Varmemålingene skal utføres med infrarødt termografisk måleutstyr.

*Målingene utføres av 3. part engasjert av byggherren. Målinger, datalagring/bearbeiding, beregning av risikoarealer og risikoandel bekostes av byggherren.*

De bearbeidede måledata skal (etter fjerning av feilmålinger m.v.) danne grunnlaget for beregning av bonus eller malus etter følgende regler:

1. Bonusberegning for homogen kvalitet, når:  
 $0,0 \% < \text{samlet risikoareal} \leq 2,0 \% \text{ av totalareal}$
2. Ikke bonus eller malus når:  
 $2,0 \% < \text{samlet risikoareal} \leq 4,0 \% \text{ av totalareal}$
3. Malus for inhomogen kvalitet, når:  
 $5,0 \% < \text{samlet risikoareal} \leq 8,0 \% \text{ av totalareal}$
4. Malus for inhomogen kvalitet og eventuelt krav om utbedring/omlegging når risikoareal  $> 8,0 \%$
5. Redusert bonus for hvert enkelt målt risikoareal (risikosone)  $> 10 \text{ m}^2$

Hovedhensikten med denne form for kvalitetsoppfølging er å motivere produsenten til å levere et produkt med generelt god homogenitet og gi en bonus for dette. Med den aktuelle målemetoden måles kvaliteten som prosentandelen av det nylagte dekket som ligger under en definert temperaturgrense. En viktig forutsetning for å få en jevn og god kompaktering av et asfaltlag, er at materialet har en homogen temperatur (og konsistens) når den forlater utleggeren.

Bonusberegningen premierer et homogent dekke med god kvalitet. På en dekkeparsell på noen 10.000 m<sup>2</sup> med generelt god og homogen kvalitet, vil det være mulig å ha en del mindre felt som ikke holder mål, men allikevel ha grunnlag for bonus.

For ytterligere å motivere produsenten til å unngå «risikoareal», forutsettes trekk i det bonusberettigede areal med kvadratet av arealverdien for hvert separat målt risikoareal > 10 m<sup>2</sup>

(for eks.: et målt risikoareal på 13 m<sup>2</sup> gir et trekk i det bonusberettigede areal på 169 m<sup>2</sup>)

(målt risikoareal for en «vanlig lasskjøt» kan være fra 10-12 m<sup>2</sup> til det mangedobbelte ved lang ventetid og/eller andre ugunstige forhold)

## 2. Varmemåling

### Metode og måleutstyr.

Målingene skal skje i samsvar med "Metodebeskrivelse for varmfotografering (IR-scanning) av utlagt asfalt".

Definisjoner, tekniske data, detaljerte måleanvisninger, kalibrering, justering av data, rapportering m.m. framgår av nevnte beskrivelse og er gitt til slutt i dette vedlegget.

### Risikoareal.

Risikoareal er de deler av dekkeoverflaten som har temperaturmåleverdier som ligger lavere enn 90 % av flytende middelvei for det aktuelle leggefelt. (Risikoareal kan ha fare for ujevn eller utilstrekkelig kompaktering eller andre former for inhomogenitet som kan medføre redusert funksjonell dekkelevetid)

Flytende middelvei og evalueringsområde er definert i "Metodebeskrivelse for varmfotografering (IR-scanning) av utlagt asfalt".

NB! I tillegg regnes alle arealer hvor varmekameraet er avslått som risikoareal. Hvis årsaken til avslått kamera er tekniske feil med utstyret, må dette avviksbehandles.

### Risikoandel.

Risikoandel er summen av alle risikoarealer i forhold til det totale dekkearealet på den aktuelle delparsellen, uttrykt i %. **En delparsell er definert som strekningen som legges på et skift.**

Det er ikke behov for å benytte avrundingsregler for risikoandelen da beregningene av bonus/malus normalt ikke utføres manuelt.

### 3. Bonus/malus-beregninger.

På grunnlag av de gjennomførte varmemålinger og beregnede data for risikoarealer og risikoandel for de aktuelle delparseller, beregnes bonus og/eller malus etter følgende forutsetninger:

1. Beregning av bonus eller malus utføres separat for hver av de angitte parseller og/eller delparseller som er opplistet i innledningen til dette vedlegget til tilbudsgrunnlaget.
2. For hver enkelt parsell/delparsell beregnes totalt risikoareal, risikoandel og en liste over hvert separat målt risikoareal  $> 10 \text{ m}^2$ .
3. Dersom det på en delparsell er lagt dekke med slik kvalitet at det utløser malus både med utgangspunkt i IR - scanningen og etter ordinære malusregler for kontrakten, skal det bare gis malus etter ett av regelsettene; det regelsett som gir høyest malussum
4. For risikoareal  $> 8 \%$  beregnes en malus på  $7 \text{ kr/m}^2$ . I tillegg kan byggherren kreve utbedring/omlegging av hele eller deler av delparsellen. Det beregnes ikke malus for arealer som er lagt om eller utbedret.

$$T = 7,00 \text{ kr/m}^2$$

T er malus i  $\text{kr/m}^2$

5. For risikoandel  $> 4,0 \%$  og  $\leq 8,0 \%$  beregnes malus etter følgende formel:

$$T = 1,25 - R$$

T er malus i  $\text{kr/m}^2$ , R er risikoandel i  $\%$

Total malus for en parsell/delparsell er aktuell parsells areal i  $\text{m}^2$  multiplisert med T.

(for eks.,  $R = 6,18 \%$ ,  $T = 1,25 - 6,18 = - 4,93 \text{ kr/m}^2$ )

6. For  $2,0 \% < \text{risikoandel} \leq 4,0 \%$  blir det verken bonus eller malus.

$$B = T = 0$$

B er bonus i  $\text{kr/m}^2$ , T er malus i  $\text{kr/m}^2$ ,

7. For  $0,5 \% < \text{risikoandel} \leq 2,0 \%$  beregnes bonus etter følgende regler:

$$B = 9,33 - 4,67 * R$$

B er bonus i  $\text{kr/m}^2$ , R er risikoandel i  $\%$

(for eks.  $R = 1,3 \%$ ,  $B = 9,33 - 4,67 * 1,3 = 3,26 \text{ kr/m}^2$ )

8. For  $0 \% \leq \text{risikoandel} \leq 0,5 \%$  gir bonus  $7,00 \text{ kr/m}^2$ .

$$B = 7,00 \text{ kr/m}^2$$

B er bonus i kr/m<sup>2</sup>

9. Bonusberettiget areal for en parsell/delparsell beregnes slik:

$$BA = TA - ( RA_1^2 + RA_2^2 + \dots + RA_n^2 )$$

BA er bonusberettiget areal for aktuell parsell/delparsell

TA er totalareal for aktuell parsell/delparsell

RA<sub>1</sub>, RA<sub>2</sub>....RA<sub>n</sub> er de separat målte risikoarealene > 10 m<sup>2</sup>

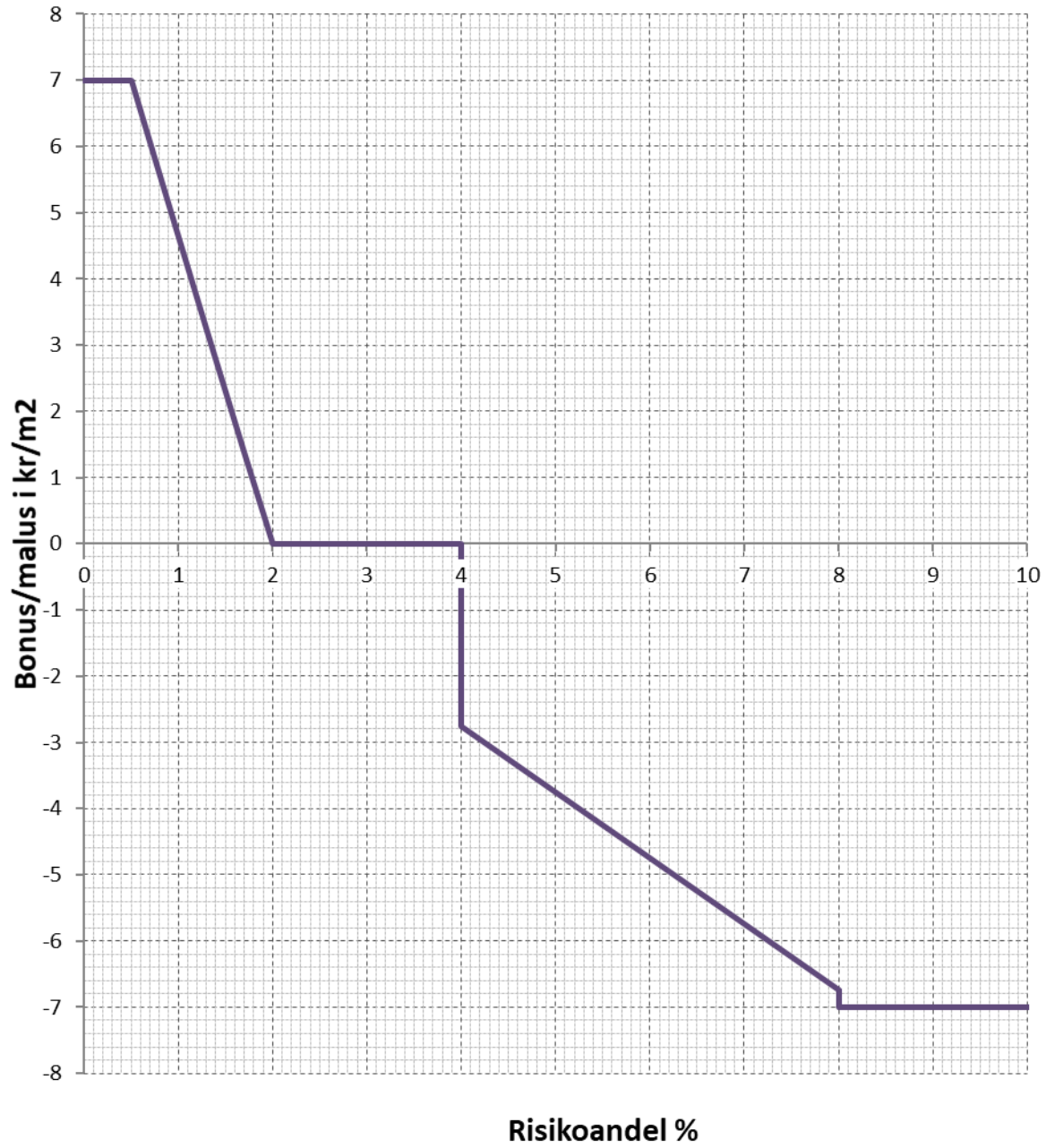
(eksempel: bredde = 3,5 m, parsellengde = 1200 m, RA<sub>1</sub> = 11 m<sup>2</sup>, RA<sub>2</sub> = 17 m<sup>2</sup>, RA<sub>3</sub> = 23 m<sup>2</sup>)

$$BA = 3,5 \cdot 1200 - (11 \cdot 11 + 17 \cdot 17 + 23 \cdot 23) = 4.200 - 939 = 3.261 \text{ m}^2$$

10. Bonus på en delparsell (produksjonen på et skift) bortfaller dersom det på samme delparsell er kvalitetsavvik som gir malus etter kontraktens ordinære malusregler. Dersom det gis malus på en eller flere delparseller bortfaller bonus for de øvrige delparsellene på samme kontraktpunkt.
11. Bonus forutsettes utbetalt etter at de nødvendige målinger og etterfølgende behandling av måledata er foretatt, senest sammen med kontraktsoppgjør.

Bonus/malusprofilen (sammenhengene mellom bonus/malus-verdi i kr/m<sup>2</sup> og risikoandelene) er vist i etterfølgende figur:

## Varmekameramålinger BONUS/MALUS-profil 2022



# Metodebeskrivelse for varmemåling (IR-scanning) av utlagt asfalt

## 1. Generelt

---

Hensikten med varmemålingene er å registrere temperaturvariasjoner i dekkeoverflaten umiddelbart etter utlegging. Varmemålingene skal utføres med infrarødt termografisk måleutstyr.

Metoden for IR-skanning i dette vedlegget bygger i det alt vesentligst på Trafikverkets Metodbeskrivning VVMB 119 Metod för termografisk mätning (VV Publ. Nr. 2006:114).

Vedlegget beskriver måling av asfaltdekkets overflatetemperatur bak asfaltutleggerens screed ved termografi. Med termografi får man et kvantifiserbart uttrykk for asfaltdekkets infrarøde stråling i det elektromagnetiske spektret med bølgelengde 2-15  $\mu\text{m}$ .

Ved en sammenlikning av utstrålt energi per bølgelengde kan dekkets overflatetemperatur beregnes. Metoden kan anvendes for alle varmblandede asfaltmasser.

## 2 Definisjoner og uttrykk.

---

### Delparsell

En delparsell er definert som strekningen som legges i løpet av et skift.

### Enkeltverdi temperatur

Den måleverdi som registreres i løpet av to sekunder. Måleverdien er en middelvei av temperaturen i flere punktmålinger.

### EUREF 89 UTM

EUREF89 UTM (Universal Transversal Mercator-projeksjon) er et offisielt datum og projeksjon i alle landets kommuner. EUREF89 gir et homogent og nøyaktig geodetisk grunnlag som for de fleste praktiske formål kan ansees som feilfritt.

### Evalueringsområde

Evalueringsområdet begrenses til arealet som ligger mer enn 10 cm fra utleggingens kanter. (Kjøleeffekter og andre kanteffekter fra kant og midtskjøt fjernes fra måledata).

### Flytende middelvei

Flytende middelvei er middelveien av samtlige måleverdier der asfaltutleggeren har vært i bevegelse i tiden  $\pm$  30 minutter. (30 min. før og etter dekkelegging i et angitt punkt.)

Ved start av en målestrekning regnes flytende middel for et målepunkt av måleverdiene fra starttidspunktet og inntil 30 min. i tillegg til måleverdiene for de påfølgende 30 min.

Ved slutt av en målestrekning regnes flytende middel for et målepunkt av måleverdiene for den resterende tid dersom denne er mindre enn 30 min. i tillegg til måleverdiene for de foregående 30 min.



### **GNSS**

GNSS, fellesbetegnelse for satellittbaserte systemer for navigasjon og posisjonering med global dekning. Det finnes i dag tre utbygde systemer - det amerikanske GPS, det russiske GLONASS og fra desember 2016 også det europeiske GALILEO.

### **Innfallsvinkel**

Vinkelen mellom normalen på leggearealet og kameraets senterlinje ved måling.

### **Målebredde**

Målebredde er kamerats målebredde og er ikke det samme som utleggingsbredde. Denne vil variere med avstanden mellom kamera og dekkeoverflate.

### **Målepunktsflate**

Den dekkeoverflaten som momentant avleses av linjeskanneren og gir en måleverdi.

### **Målepunkt**

Midtpunktet til en målepunktsflate.

### **Risikoandel.**

Risikoandel er summen av alle risikoarealer i forhold i evalueringsområdet i forhold til det totale dekkearealet på den aktuelle delparsellen, uttrykt i %.

### **Risikoareal.**

Risikoareal er de deler av evalueringsområdet som har temperaturmåleverdier som er mindre enn 90 % av flytende middelvei for den aktuelle delparsell.

### **Strøk**

Målebredden deles i minimum 256 målepunkter. Disse punktene, sett langs utleggingen, utgjør 256 langsgående strøk.

### **Termografisk linjeskanner**

Digitalisert måleutstyr for optisk registrering av overflatetemperatur vha. infrarød stråling fra punkter på linjer.

### **Utleggingsbredde**

Bredden på det asfaltarealet som legges ut av en asfaltutlegger i en operasjon. I praksis vil dette tilsvare screedens bredde. Ved bruk av screed med variabel bredde kan målebredde variere under utleggingen som følge av varierende utleggingsbredde.

## **3 Måleutstyr**

---

Temperaturmålingene skal skje med infrarød linjeskanner (varmekamera) som rettes mot det utlagte areal 1 – 2 meter bak asfaltutleggerens screed. Innfallsvinkelen skal maksimalt være 45° når varmekameraet måler midt i måleområdet.

Målepunktflatens diameter skal maksimalt være 10 cm. Forstørrelsesgraden skal være minimum 100:1.

Målingens oppløsning skal gi minst 256 måleverdier per linje fordelt over målebredde, målt vinkelrett på utleggingens retning. Den termografiske linjeskanneren monteres på asfaltutleggeren med en avstand mellom kamera og målepunktet på 3 - 4,5 m. Lagring av data skal skje minimum 1 gang per 2 sek og skal bestå av en enkelt måleverdi for hvert av de minimum 256 strøkene. Målingene skal skje kontinuerlig i tråd med asfaltutleggerens framdrift.

Lagringsmedium skal finnes enten i den termografiske linjeskanneren eller inngå i tilleggsutstyr for overføring til andre lagringsmedia for bearbeiding og analyse. Det skal tas back-up av måledata minimum en gang i døgnet og dataene skal gjøres tilgjengelig for aktuelle brukere.

## 4 Kalibrering og kontroll

---

Kalibreringen besørges normalt av utstyrsleverandøren.

En grov kontroll skal gjøres ved en sammenlikning med måling ved hjelp av et innstikktermometer med nøyaktighet  $\pm 1^{\circ}\text{C}$ . Målingens dybde skal være 10-20 mm. Kontrollen gjøres umiddelbart etter måling med linjeskanneren. Kontrollen er grov siden temperaturen kan synke opp til ca.  $20^{\circ}\text{C}$  per minutt etter at screeden har lagt ut massen.

Kontrollmålinger skal utføres ved oppstart av et prosjekt og skal omfatte minst 3 målinger. Kontrollen skal foretas midt i et utleggerlass for dermed å få jevnest mulig temperatur i utleggerbredden.

## 5 Måling

---

Linjeskanneren skal være fast montert på asfaltutleggeren. Den skal registrere og lagre dekketemperaturen suksessivt under utleggerens fremdrift. Måledata skal registreres sammen med registrering av sted slik at en grafisk fremstilling av resultatene kan utarbeides. Registrering av sted kan gjøres ved posisjonsbestemmelse ved GNSS og/eller ved bruk av målehjul montert på utleggeren. Posisjonene skal angis både som kartkoordinater basert på EUREF 89 UTM og Statens vegvesens vegreferansesystem for NVDB hvor dette er tilgjengelig. (Kartkoordinater forlanges kun der det er dekning for GPS.)

Der kun GPS benyttes for posisjonsbestemmelse skal utstyret ha en nøyaktighet tilsvarende Kartverkets D-POS.

## 6 Begrensninger

---

Ved vurdering av måledata skal datagrunnlaget justeres for feilkilder. Vanlige feilkilder er personer og maskiner som kommer inn i måleområdet. Data som skyldes slike feilkilder skal tas bort fra datagrunnlaget manuelt eller automatisk før videre bearbeiding. Bare data fra åpenbare feilkilder skal fjernes.

## 7 Rapportering

Rapportering skjer for hele dekkebredden, men vurderingsområdet begrenses til 10 cm fra utleggingens kanter. Resultatet av målingene skal presenteres i form av et profil med enkeltverdier der x-aksen viser aktuell lengdemåling/meterangivelse. Y-aksen skal presentere maksimums- og minimumsverdier for målt temperatur i tverrsnittet i tillegg til 90 % av flytende middelverdi.

Dessuten skal temperaturkart presenteres over målingene i to dimensjoner der ulike farger representerer ulike temperaturintervall.

Rapporten skal også inneholde opplysninger om posisjon og resultat fra kalibreringsmålingene med innstikktermometer. Rapporten skal dessuten inneholde størrelse og plassering av hvert enkelt risikoareal og samlet risikoandel.

Rapporten skal omfatte følgende opplysninger:

- Ansvarlig kontaktperson for varmefotograferingen
- Byggeleder SVV
- Måleoperatør
- Asfaltentreprenør
- Kontaktmann hos entreprenøren
- Kontrakt og kontraktspunkt
- Vegidentifikasjon
- Dekketype
- Data fra utførelsen, værforhold, dato og klokkeslett for start og stopp, mm.
- Delparsellens lengde og areal
- Eventuelt bonus og malus

Figur.

