Digipilotointi Moba IR-scanner

Loppuraportti

17.1.2018

Yhteistyössä:

Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus

Liikennevirasto

Lemminkäinen

Sisällys

1 Digipilotointi ... 3
2 Järjestelmät ja valmistajat ... 4
2.1 Moba IR-scanner ... 4
2.2 Roadscanners Lämpökamera ... 6
2.3 Laitteistojen hankinta ja asennukset ... 7
3 PIR ELY 1 2017 Kuru-Parkano Tienpäällystysurakan lämpötilamittauksen laaduntarkkailu ja tulosten esittäminen ... 8
3.1 Laaduntarkkailu ... 8
3.2 Tulosten esittäminen ... 8
4 Vertaillut tulokset ... 9
4.1 Osuuksien yhteenvedot ... 9
4.2 Lämpötilamatot ... 11
5 Yhteenveto ... 13

LIITE 1 Moban raportti kohteelta

1 Digipilotointi

Tämä pilottihanke on toteutettu kesällä 2017 päällystystöiden digitalisaatiota edistävänä kokeiluna, jonka rahoitukseen Liikennevirasto osallistui. Tässä raportissa esitellään Lemminkäinen Infra Oy:n toteuttama digikokeilu ja sen tulokset.

Digipilotoinnin tavoitteena oli testata Moba IR-scanner laadunvarmistus-, ohjaus- ja raportointijärjestelmää ELY-keskuksen Tienpäällystysurakan PIR ELY 1 2017 Digitaalisuuden kehitysosiossa. Järjestelmä oli käytössä ELY-keskuksen Tienpäällystysurakan PIR ELY 1 2017 Kuru-Parkano aikana. Samaan aikaan oli myös käytössä Roadscanners Lämpökamera – järjestelmä, jota käytettiin vertailuna. Järjestelmät asennettiin rinnatusten ja toimivat yhtä aikaa, jotta tulokset olisivat mahdollisimman hyvin vertailtavissa.

Kuva 1 Järjestelmät käytössä rinnatusten.

2 Järjestelmät ja valmistajat

2.1 Moba IR-scanner

Moba on automaatioteknologian yhtiö, jonka erilaisia järjestelmiä on käytössä esimerkiksi päällystysalalla monen eri valmistajan asfalttilevittimissä.

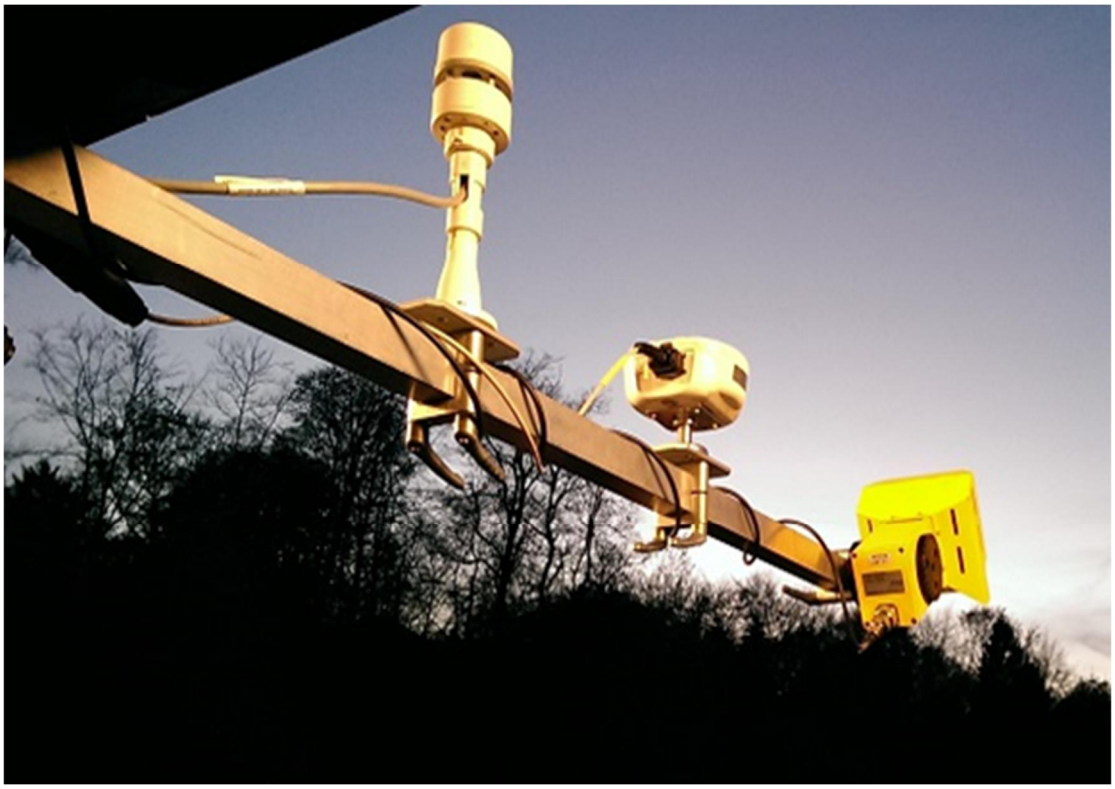
IR-scanner on asfalttilevittäjän lämpökamerajärjestelmä, jonka päätarkoitus on kerätä tietoa levitetyn asfaltin lämpötila-arvoista.

Järjestelmän osat:

- Näyttöpaneeli
    - Levittäjän kuljettajalla oli näkyvissä näyttö, jota hän pystyi seuraamaan. Näytöstä näkyi lämpötilamatto, lämpötilakeskiarvo levitetystä kaistasta, kahden lisäanturin minimi/maksimi ja keskiarvolämpötila, kuljettumatka, kaistan leveys, levittäjän nopeus, sääaseman tiedot ja levittäjän paikannuspiste koordinaatteina. Näyttöön liitettiin muistikortti, johon tiedot tallentuivat.
- GPS-paikannin
    - GPS-paikannus toimi karttakoordinaattien avulla.
- Sääasema
    - Sääasema mittasi ilmanlämpötilan, tuulen nopeuden ja ilmankosteuden.
- Lämpökamera
    - Lämpökamera mittasi levitetyn kaistan lämpötilaa heiluriliikkeellä perän jälkeen. Näytön kautta lisättiin tiedot maksimittausleveydestä. Valmistaja ilmoittaa maksimimittausleveydeksi 13 metriä, mittauspisteiden määräksi 1-61 riippuen kaistan leveydestä ja mittauspisteet ovat 25 sentin välein pituus- ja leveyssuunnassa. Mittaustarkkuudeksi Moba ilmoittaa +/- 2% tai +/- 2 astetta lukemasta ja kykenee havaitsemaan 0,1 asteen muutokset. Mittausalue on 0-280 astetta.
- Lisäanturit
    - Kaksi muuta lämpötila-anturia mittasivat massan lämpötilaa levittäjän ”tuutista” ja kierukoista.

Järjestelmän kiinteät osat asennettiin siten että GPS-paikannin, sääasema ja lämpökamera kiinnitettiin levittäjän ”katossa” olevaan tankoon. Näyttö oli levittäjän kuljettajalla luettavissa.

Kuva 2 Näyttö ja muistitikku.



Kuva 3 Vasemmalta alkaen sääasema, GPS-paikannin ja lämpökamera.

2.2 Roadscanners Lämpökamera

Roadscanners on erikoistunut kehittämään työkaluja ja palveluja liikenneinfrastruktuurin kunnonvalvontaan ja hallintaan. Roadscanners tarjoaa konsultointipalveluja, laitteistoja ja ohjelmistoja.

Lämpökamera-järjestelmä (RD Paver Service) on vastaavanlainen kuin IR-scanner.

Järjestelmän osat:

- Näyttösalkku
  - Salkun näytöstä oli luettavissa lämpötilamatto, levitetyn kaistan minimi/maksimi ja keskiarvolämpötila, mitatut riskialueet, tierekisterin mukainen sijainti, kuljettumatka, kaistan leveys, levitetyt neliöt, levittäjän nopeus, yli 2 min pysähdysten lukumäärä ja pysähdyksen keston mittaus. Näytöstä näkyi myös viimeisen mitatun kilometrin pysähdysten lukumäärä ja riskialueet. Tiedot salkku keräsi itselleen ja lähetti etäyhteydellä ne eteenpäin pilvipalveluun, josta niitä pääsi seuraamaan reaaliajassa. Roadscanners pystyy ottamaan etäyhteyden laitteeseen ja säätämään sitä etänä.

- GPS-paikannin ja matkapyörä
  - Mittasivat levittäjän kulkua. Paikannus oli luettavissa näytöltä tierekisteriin sidottuna.

- Lämpökamera
  - Lämpökamera mittasi lämpötilaa kiinteänä levittäjän perästä. Mittaustarkkuudeksi ilmoitetaan +/-2 astetta tai +/- 2% lukemasta. Mittauspisteiden määrä on vaakasuunnassa 320 px ja pisteitä on aina vähintään 10 px/m. Mittauksia kerätään koko kaistan leveydeltä etenemissuunnassa 10 cm välein.

- Mobiiliverkko-antenni
  - Antennin avulla näyttösalkku lähettää kerätyt tiedot eteenpäin tai Roadscanners saa etäyhteyden laitteistoon.

Järjestelmä asennettiin siten että mobiiliverkko-antenni, GPS-paikannin ja lämpökamera kiinnitettiin levittäjän ”kattoon” kiinnitettyyn telineeseen. Matkapyörä kiinnitettiin levittäjän perään kiinni, jonka perässä pyöri antaen tietoa kuljetusta nopeudesta ja matkasta.

2.3 Laitteistojen hankinta ja asennukset

IR-scanner hankittiin Italialaisen yrityksen OMS Bressanin kautta. Järjestelmän ensiasennus suoritettiin myös heidän mekaanikkonsa kanssa.

Roadscannersin Lämpökamerajärjestelmä vuokrattiin kohteen ajaksi. Ensiasennus suoritettiin yhteistyössä heidän kanssaan.

Laitteiden ensiasennus levittäjään kesti molemmissa laitteissa 1-2 tuntia. Joka työpäivä laitteiden näytöt, lämpökamerat ja paikantimet laitettiin kiinni levittäjään sekä kerättiin pois työpäivän jälkeen. Kumpikin kesti 5-10 minuuttia. Laitteet olivat toimintavalmiina muutamassa minuutissa asennuksen jälkeen.

Kuva 4 Järjestelmät käytössä.

3 PIR ELY 1 2017 Kuru-Parkano Tienpäällystysurakan lämpötilamittauksen laaduntarkkailu ja tulosten esittäminen

3.1 Laaduntarkkailu

Koko kohde jaettiin kilometrin mittaisiin osuuksiin, jotka arvosteltiin kahdella tavalla. Näiltä osuuksilta mitattiin asfalttilevittäjän pysähdykset ja riskialueiden osuus. Näiden perusteella urakoitsijalle maksetaan bonusta. Bonus jaetaan pysähdysten (35 %) ja riskialueiden (65 %) osuuden kesken.

Pysähdykset

- Pysähdykset vaikuttavat 35 %:iin bonuksen kokonaismäärästä. Pysähdysten bonus arvostellaan kilometrin mittaisilta osuuksilta.
- Jokainen yli 2 min pysähdys vähentää bonusta kilometriä kohden 10 %. Eli 10 kappaletta yli 2 min pysähdystä kilometrin sisään tarkoittaa, ettei bonusta makseta siltä kilometriltä.
- Kaikki 5 metrin sisällä olevat pysähdykset lasketaan yhdeksi pysähdykseksi.

Lämpökamerajärjestelmien piti siis pystyä mittaamaan levittäjän kulkua ja pysähdyksien kestoa sekä määrää.

Riskialueiden osuus

- Riskialueet koostuvat levitetyn kaistan lämpötilamatossa olevista pisteistä, joissa lämpötila on alle 90 % viimeisen 100m keskiarvolämpötiloista.

Järjestelmien lämpökameroiden mittaustarkkuus levitetystä kaistasta tarvitsi olla riittävän hyvä havaitsemaan lämpötilaerot.

3.2 Tulosten esittäminen

IR-skannerjärjestelmä pystyy keräämään työstä tarvittavan laatutiedon. Järjestelmän tietokoneohjelmalla tuotetut raportit poikkeavat kuitenkin Lämpökamerajärjestelmän raporteista, joihin tilaaja on tottunut. Ohjelmassa olevia raporttipohjia ei myöskään pysty itse muokkaamaan. Yhteistyö laitteen valmistajan kanssa on käynnissä ja he pyrkivät kehittämään uusia raporttipohjia.

Roadscanners analysoi myös IR-scannerjärjestelmältä saatuja tietoja ja näiden tietojen perusteella suoritettiin vertailu laitteistojen kesken.

4 Vertaillut tulokset

4.1 Osuuksien yhteenvedot

Kohde	Massa-tyyppi	Mittaus pvm	Pituus	Tavoite lämpötila	Lämpötilan keskiarvo	Kohteen tulos	
						Pysähdykset kpl (> 2 min)	Riski-alueiden osuus (%)
332 021 1/640m - 8/6320m	AB	30.05.2017 20.07.2017	42962	100	146.73	19	1.3
332 011 1/640m - 8/6320m	AB	29.05.2017 21.07.2017	42962	100	145.63	19	1.64

Kuva 5 Roadscanners Lämpökamera yhteenveto koko kohteen molemmista kaistoista.

Kohde	Massa-tyyppi	Mittaus pvm	Pituus	Tavoite lämpötila	Lämpötilan keskiarvo	Kohteen tulos	
						Pysähdykset kpl (> 2 min)	Riski-alueiden osuus (%)
332 011 1/640m - 8/6320m	AB	29.05.2017 21.07.2017	42962	120	137.06	22	1.67
332 021 1/640m - 8/6320m	AB	30.05.2017 20.07.2017	42962	120	137.8	22	1.25

Kuva 6 IR-scanner yhteenveto koko kohteen molemmista kaistoista.

Koko kohteen osalta järjestelmien tietoja vertaillessa huomattiin jonkin verran poikkeavuuksia, etenkin lämpötilojen keskiarvossa jota on noin kymmenen astetta. Koska kyseessä on tasaisesti esiintyvä ero, voidaan näyttämä todennäköisesti korjata kalibroinnilla.

Pysähdyksien määrä eroaa toisistaan kuudella pysähdyksellä IR-scannerin näyttäessä suurempaa määrää. Tämä voi johtua järjestelmien erosta mitata liikettä. IR-scanner mittaa levittäjän liikettä vain GPS-paikantimensa avulla ja Lämpökamera käyttää omaa GPS-paikanninta sekä matkapyörää.

Etäisyys	Jakson pituus	Mittaus Pituus	Mittaus pvm	Tavoite lämpötila	Lämpötilan keskiarvo	Jakson tulos	
						Pysähdykset kpl (> 2 min)	Riski-alueiden osuus (%)
11000m 2/5516 12000m 2/6516	1000	981	26.06.2017 29.06.2017	100	153.88	0	2.39
12000m 2/6516 13000m 2/7516	1000	981	29.06.2017 29.06.2017	100	150.26	1	0.31
13000m 2/7516 14000m 2/8516	1000	980	29.06.2017 29.06.2017	100	150.3	0	0.3
14000m 2/8516 15000m 2/9516	1000	981	29.06.2017 29.06.2017	100	151.02	0	0.15
15000m 2/9516 16000m 2/10516	1000	980	29.06.2017 29.06.2017	100	151.39	0	0.21
16000m 2/10516 17000m 2/11516	1000	984	29.06.2017 03.07.2017	100	145.55	1	0.66
17000m 2/11516 18000m 4/965	1000	986	03.07.2017 04.07.2017	100	145.12	1	1.89
18000m 4/965 19000m 4/1965	1000	986	04.07.2017 04.07.2017	100	148.08	2	0.82
19000m 4/1965 20000m 4/2965	1000	986	04.07.2017 04.07.2017	100	147.17	0	1.03

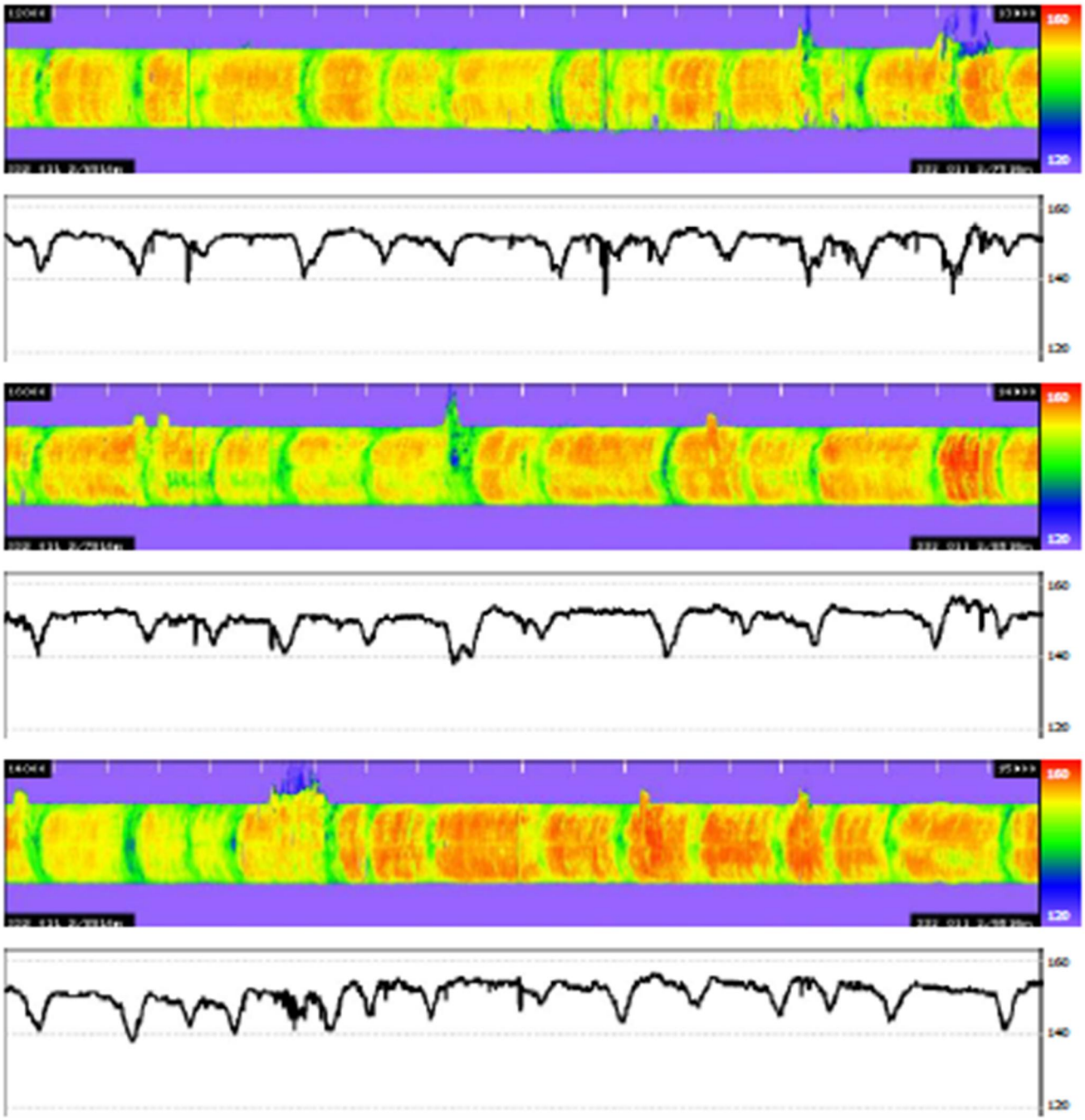
Kuva 7 Roadscanners Lämpökameran yhteenveto

Etäisyys	Jakson pituus	Mittaus Pituus	Mittaus pvm	Tavoite lämpötila	Lämpötilan keskiarvo	Jakson tulos	
						Pysähdykset kpl (> 2 min)	Riski-alueiden osuus (%)
11000m 2/6156 12000m 2/7156	1000	775	29.06.2017 29.06.2017	120	148.55	0	0.21
12000m 2/7156 13000m 2/8156	1000	1000	29.06.2017 29.06.2017	120	142.96	1	0.24
13000m 2/8156 14000m 2/9156	1000	1000	29.06.2017 29.06.2017	120	143.53	0	0.26
14000m 2/9156 15000m 2/10156	1000	1000	29.06.2017 29.06.2017	120	144.69	0	0.09
15000m 2/10156 16000m 2/11156	1000	1000	29.06.2017 29.06.2017	120	145.26	0	0.19
16000m 2/11156 17000m 4/605	1000	987	29.06.2017 03.07.2017	120	136.65	0	0.72
17000m 4/605 18000m 4/1605	1000	999	03.07.2017 04.07.2017	120	135.63	1	1.94
18000m 4/1605 19000m 4/2605	1000	1000	04.07.2017 04.07.2017	120	139.34	2	0.82
19000m 4/2605 20000m 4/3605	1000	1000	04.07.2017 04.07.2017	120	138.81	0	0.89

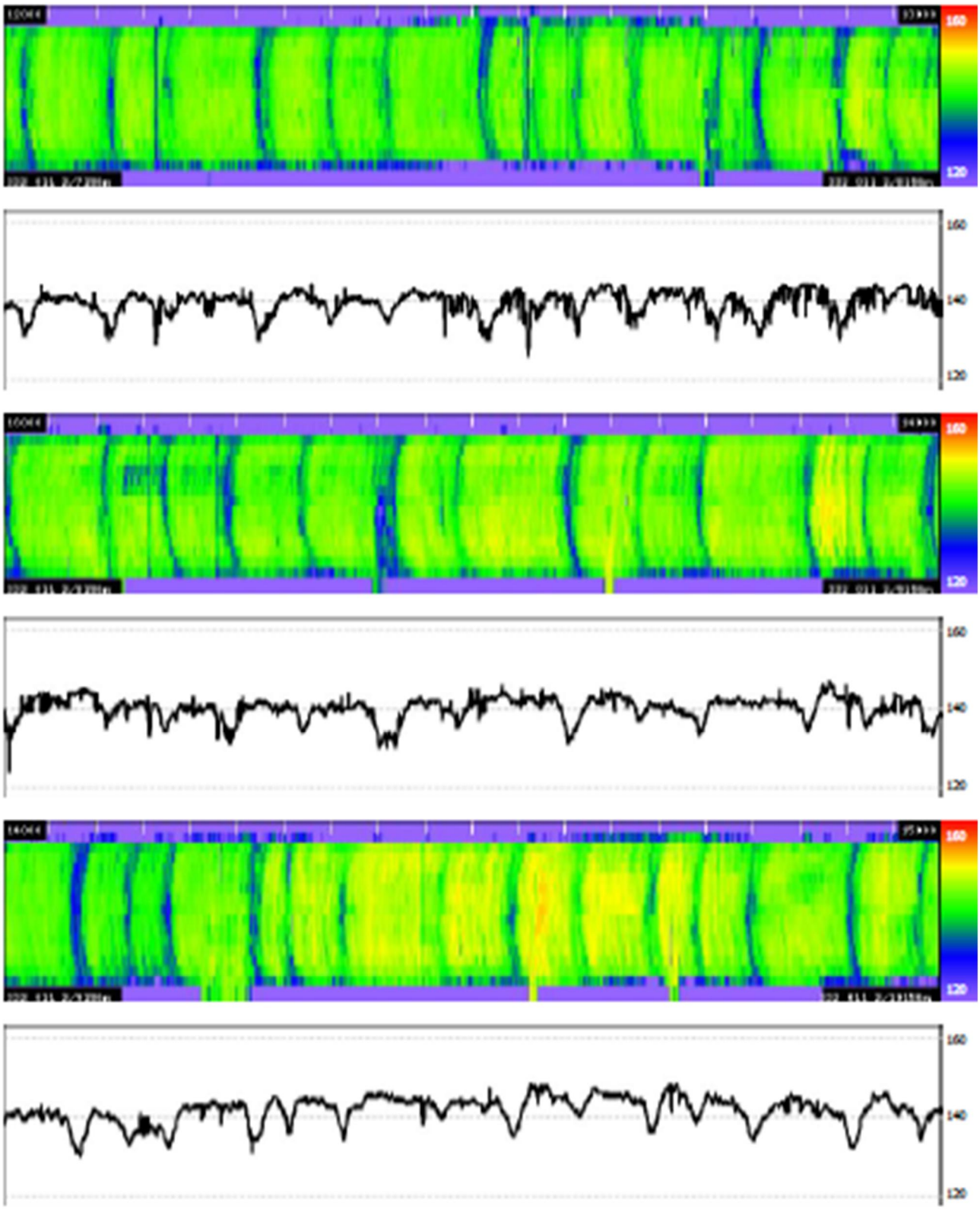
Kuva 8 IR-scanner tiedot vastaavalta kohteen osalta.

4.2 Lämpötilamatot

Lämpötilamatto näyttää levitetyltä kaistalta mitatut lämpötilat väreinä.



Kuva 9 Roadscannersin lämpötilamatot



Kuva 10 IR-scanner lämpötilamatot

IR-scannerin oma raportti kyseiseltä päivältä löytyy tämän raportin lopusta. Sitä on muokattu siten, että pelkkä kaista huomioidaan lämpötilan keskiarvon mittauksessa, liittymien sekä pysäkkien jäädessä tulosten ulkopuolelle. Lisäksi kaistalta on poistettu pisteet joissa IR-scanner jättää tyhjän aukon lämpötilamattoon, mahdollisesti työmiehen/jyrän ollessa esteenä tai muun häiriön vaikutuksesta. Poistetut pisteet näkyvät numeroina ja harmaat alueet raportoinnin ulkopuolelle jäävänä alueena. Raportti on itsetehty versio eikä virallinen. Raportista näkee lähinnä sen, minkälaiseen raportointiin IR-scanner pystyy tällä hetkellä ja kuinka sitä pystyy rajaamaan.

5 Yhteenveto

Levityksen aikana ei havaittu ongelmia laitteiden toimivuudessa. Lämpötilat ja kuljettu matka näytöiltä luettuina antoivat samoja lukemia levityksen aikana. GPS-signaalin katvealueella IR-scanner simuloi kuljettua matkaa ja Lämpökamera kulki matkapyörän varassa. Urakan alussa Roadscannersin järjestelmä ei lähtenyt työpäivän alussa käyntiin, jonka jälkeen näyttösalkku vaihdettiin ja järjestelmä toimi moitteetta.

IR-scanner kamera mittaa kaistan lämpötilaa heiluriliikkeellä ja on herkempi esim. työmiehen työskennellessä kameran mittauskohdassa se jättää sille kohtaa tyhjän kohdan lämpötilamattoon. Roadscannersin kameran ei havaittu olevan niin herkkä vastaaville asioille.

Erot näyttöjen antamassa tiedoissa levityksen aikana on se että Roadscannersin järjestelmä pystyy tarjoamaan reaaliajassa urakassa tärkeänä osana olevat pysähdysten lukumäärän, kestot ja levitetyn kaistan riskialueiden osuuden. Tiedot pystyi lukemaan suoraan näytöltä, kun taas IR-scanner ei sitä tietoa pystynyt tarjoamaan. Valmistaja Moban mukaan reaaliaikainen tietojen seuranta on mahdollista eri laitteistoversiolla.

IR-scanner järjestelmän kahden lisäanturin mittaamat lämpötilat olivat levittäjän kuljettajan apuna massan lämpötilan seurauksessa.

Roadscannersin toimittamista raporteista näkyy että lämpötilan keskiarvoerot ovat vajaan kymmenen asteen erolla IR-scannerin antaessa pienempiä arvoja. Selvitämme vielä asiaa Moban kanssa että saataisiin korjattua lämpötilaero esimerkiksi kalibroinnilla.

IR-scanneri saa lukumäärältään enemmän levittäjän yli 2 minuutin pysähdyksiä kuin Lämpökamera. Syynä tähän on osittain IR-scannerin käyttämä pelkkä GPS-paikannin liikkeentunnistukseen. Vaikka GPS päivittää sijainnin sekunnin välein, pysähdysten lukumäärä ei silti ollut sama joka Roadscannersin tuloksista löytyi. Heidän datan mukaan mittauserot ovat kuitenkin todella pieniä, sekuntiluokkaa. Toinen syy voi olla siinä että Roadscanners joutui manuaalisesti etsimään pysähdyksiä tiedostoista. Tiedostomuodot ja tallentamistavat poikkeavat heillä käytetyistä, mikä vaikeutti heidän työskentelyään. Lisäksi kun tietoja analysoitiin 1000 metrin osissa, jäi osa pysähdyksistä juuri tuohon vaihtokohtaan ja rekisteröityivät eri kilometrille. Tuloksia analysoitiin useaan kertaan Roadscannersin toimesta. Ensimmäisissä raporteissa pysähdyksiä Moban järjestelmälle saatiin lukumäärällisesti huomattavasti vähemmän kuin heidän omalleen.

Viimeisimmässä raportissa pysähdyksiä Moban järjestelmällä on lukumäärältään enemmän verrattuna heidän omaan järjestelmäänsä.

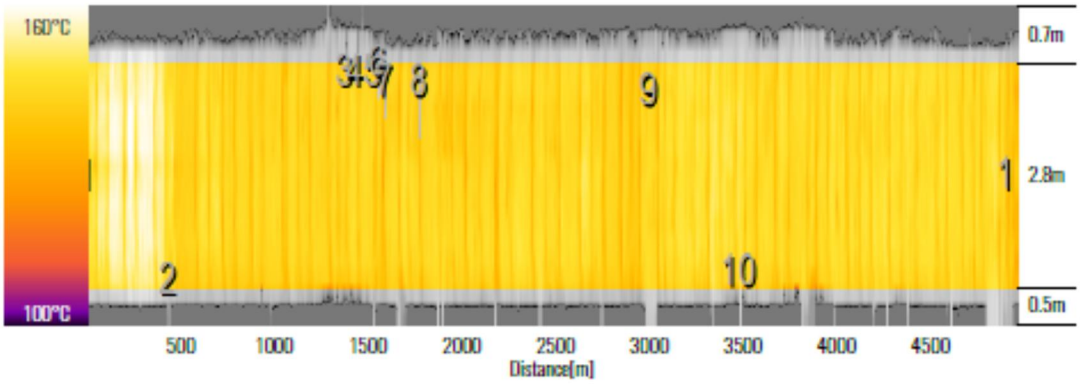
IR-scanner järjestelmä pystyy tuottamaan tarvittavaa tietoa, jota pystytään käyttämään lämpötilan keskiarvojen sekä levittäjän pysähdysten määrän/ajan mittaukseen. IR-scanner näyttää alempaa lämpötilan keskiarvoa kuin RS:n järjestelmä. Raportointiin IR-scanner järjestelmää täytyy kehittää, jotta saadut arvot saataisiin yhteen omaan raporttiinsa selkeästi. Olemme olleet Mobaan yhteydessä pilotin jälkeen ja käymme keskustelua siitä, mitä järjestelmässä olisi parannettavaa jotta sitä voisimme hyödyntää. Viimeisimmät ajatukset ovat olleet muun muassa tierekisterin sisällyttäminen järjestelmään ja sivusuuntaisen mittaustarkkuuden parantaminen. Tärkeä kehityskohde on myös matkanmittausjärjestelmän parantaminen jotta pysähdykset saadaan rekisteröityä tarkemmin. Käytännöllisyyden kannalta tärkeä kehitysidea on myös pilvipalvelun lisääminen järjestelmään, ettei tietoja tarvitse siirtää muistitikun avulla.

LIITE 1

Pave-IR Report

MOBA
MOBILE AUTOMATION

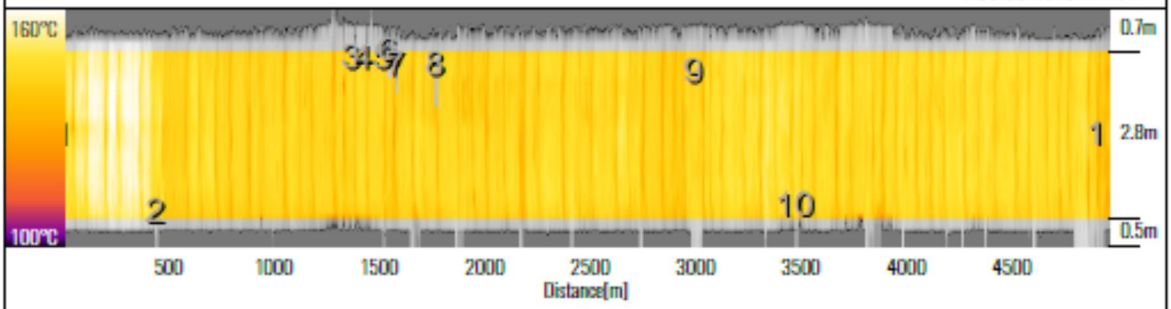
Report	created 30.10.2017 - 10:32:47 by k	
Type	Pave-IR Report (v1738)	
File	Pave_20170629035203.paveproj	
Project	Start: End:	29.06.2017 - 06:09:59 61.98819 N, 23.22935 E 29.06.2017 - 14:01:44 61.98180 N, 23.31811 E
	Operator: Roadway ID: Location:	parkano - kuru parkano - kuru
	Length: Scanned Width: Layer: Comment:	4961.0m 4.0m 1 pinta kaista1 29 6



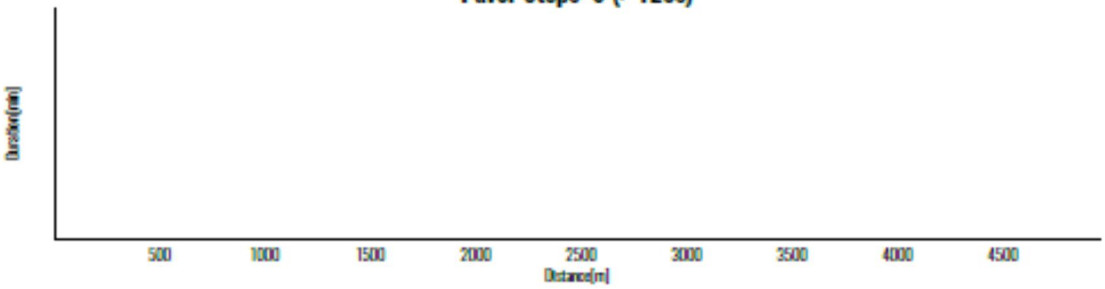
Summary 1/3

Pave-IR Report

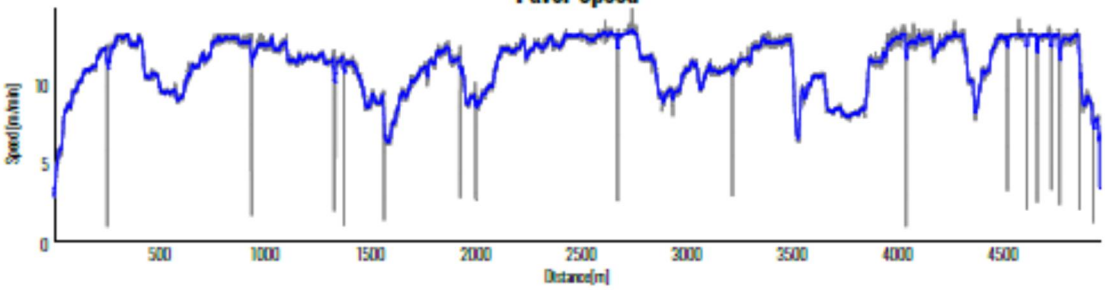
MOBA
MOBILE AUTOMATION

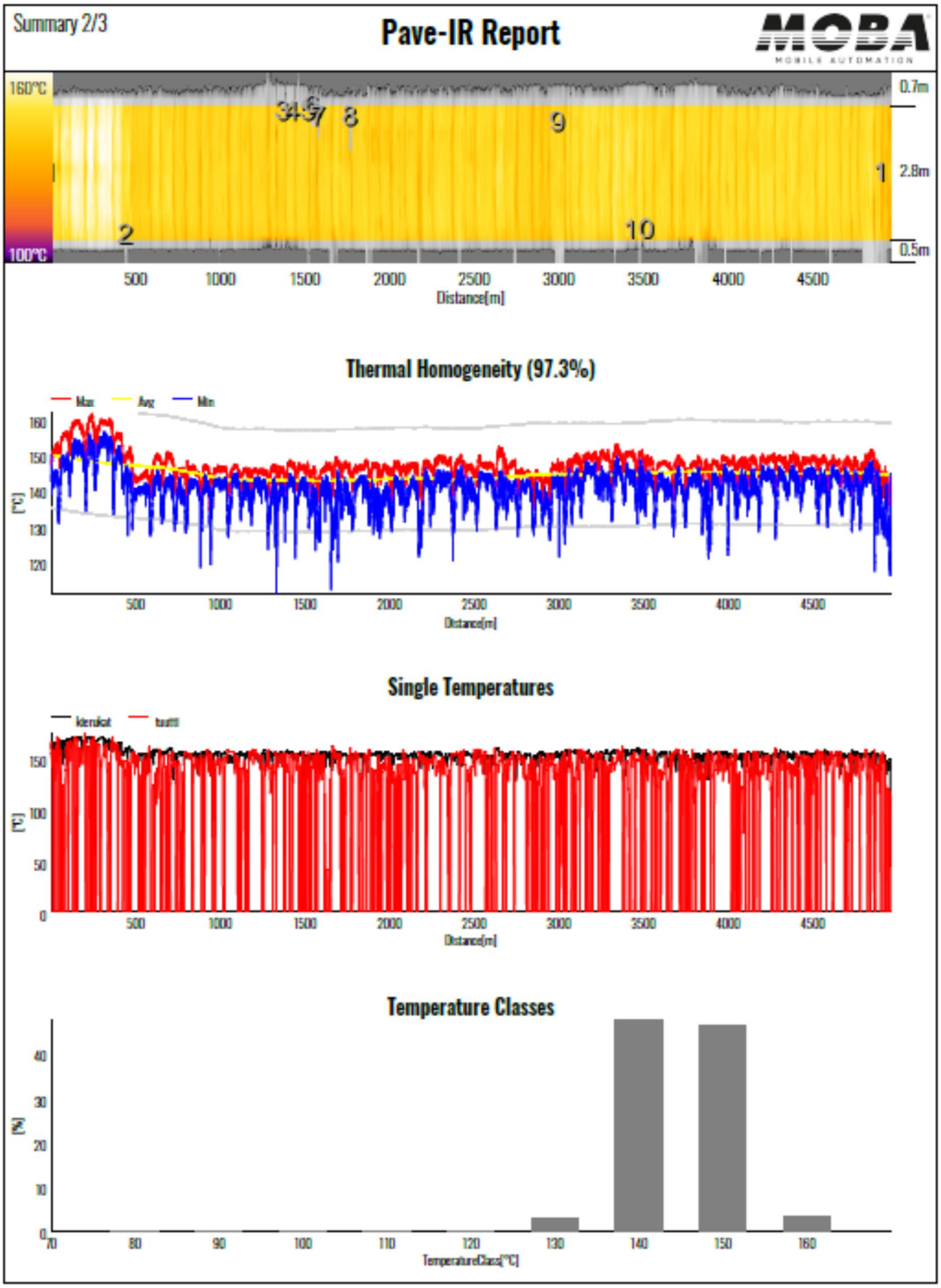


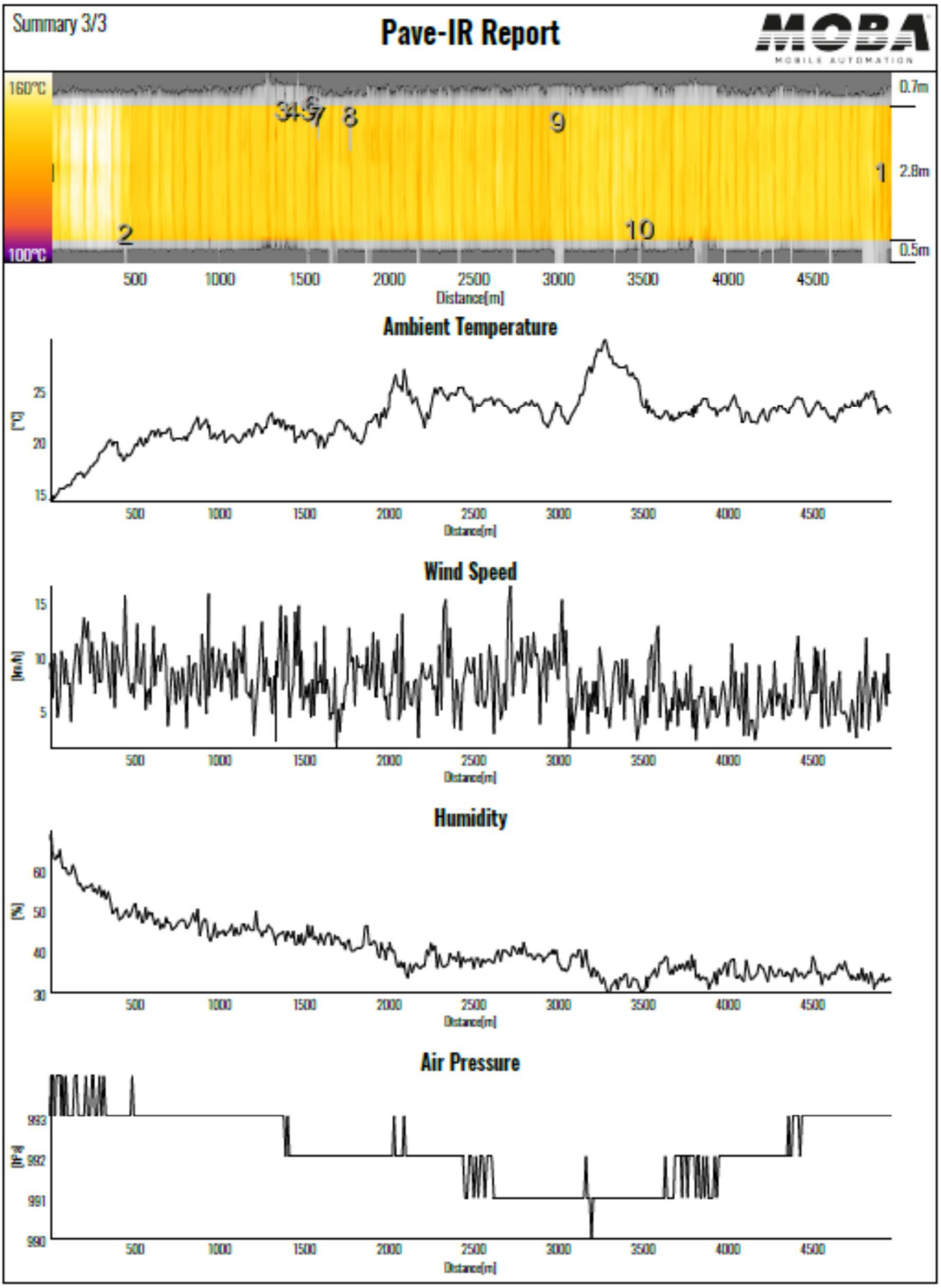
Paver Stops: 0 (> 120s)

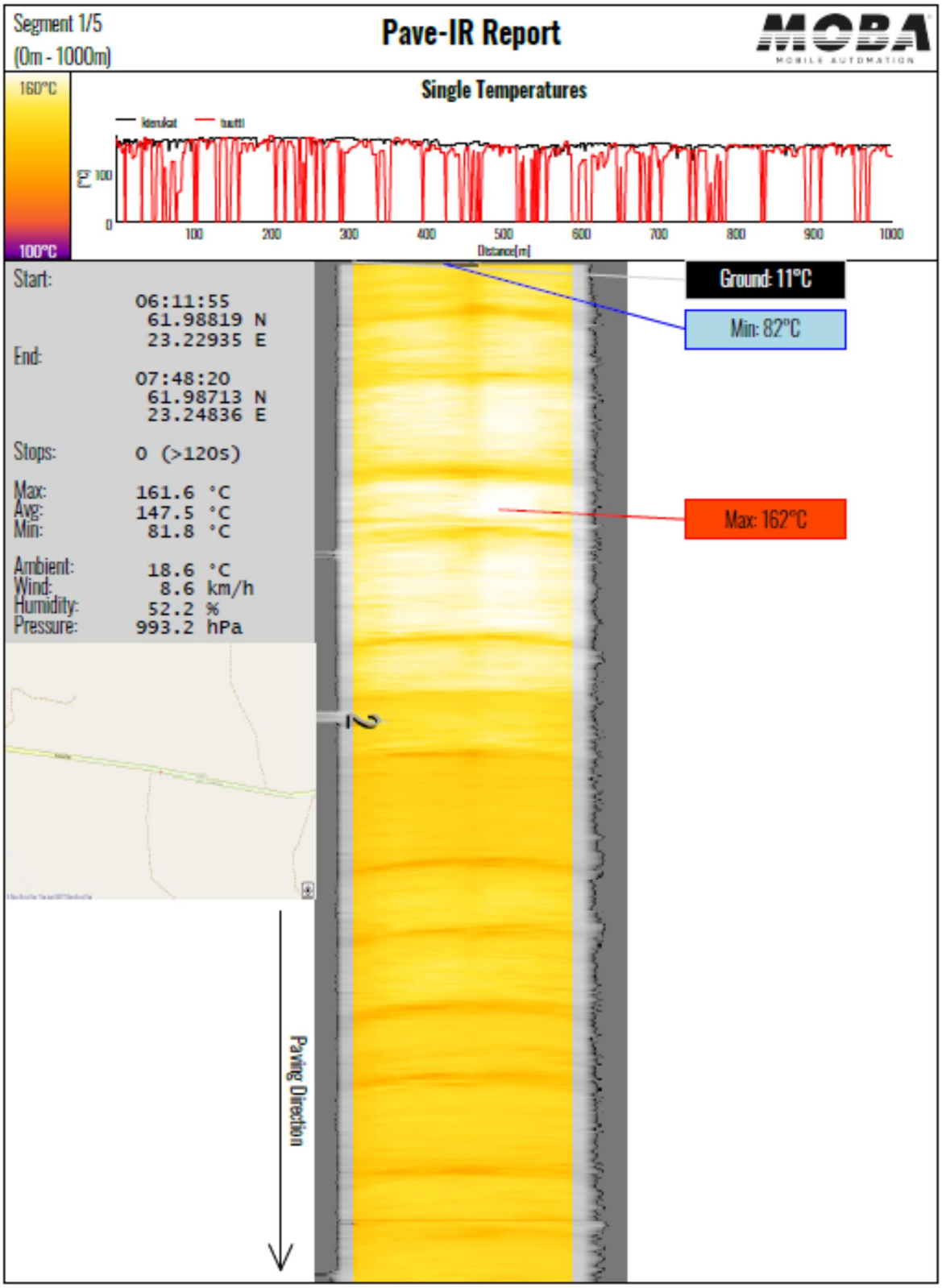


Paver Speed

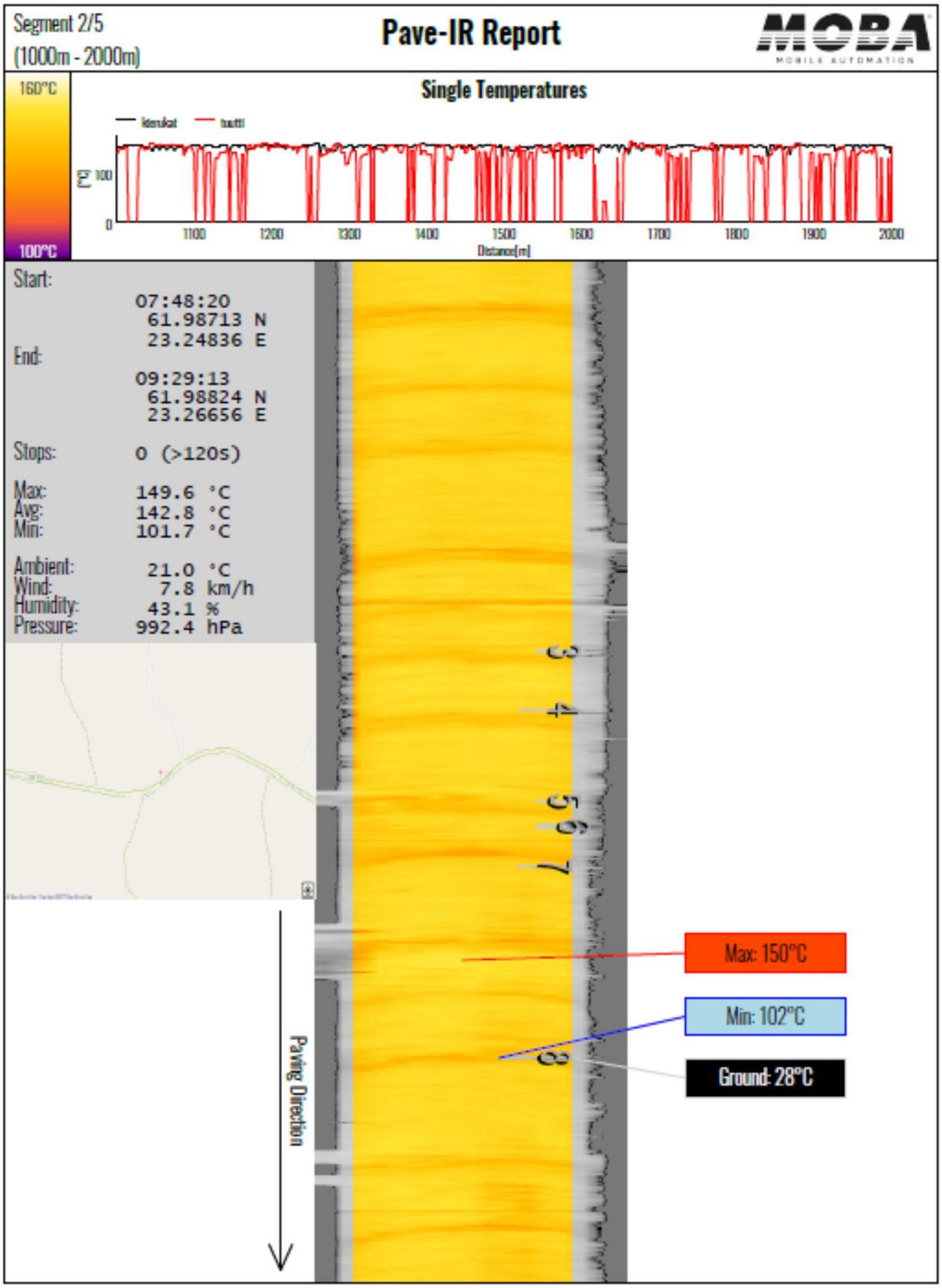


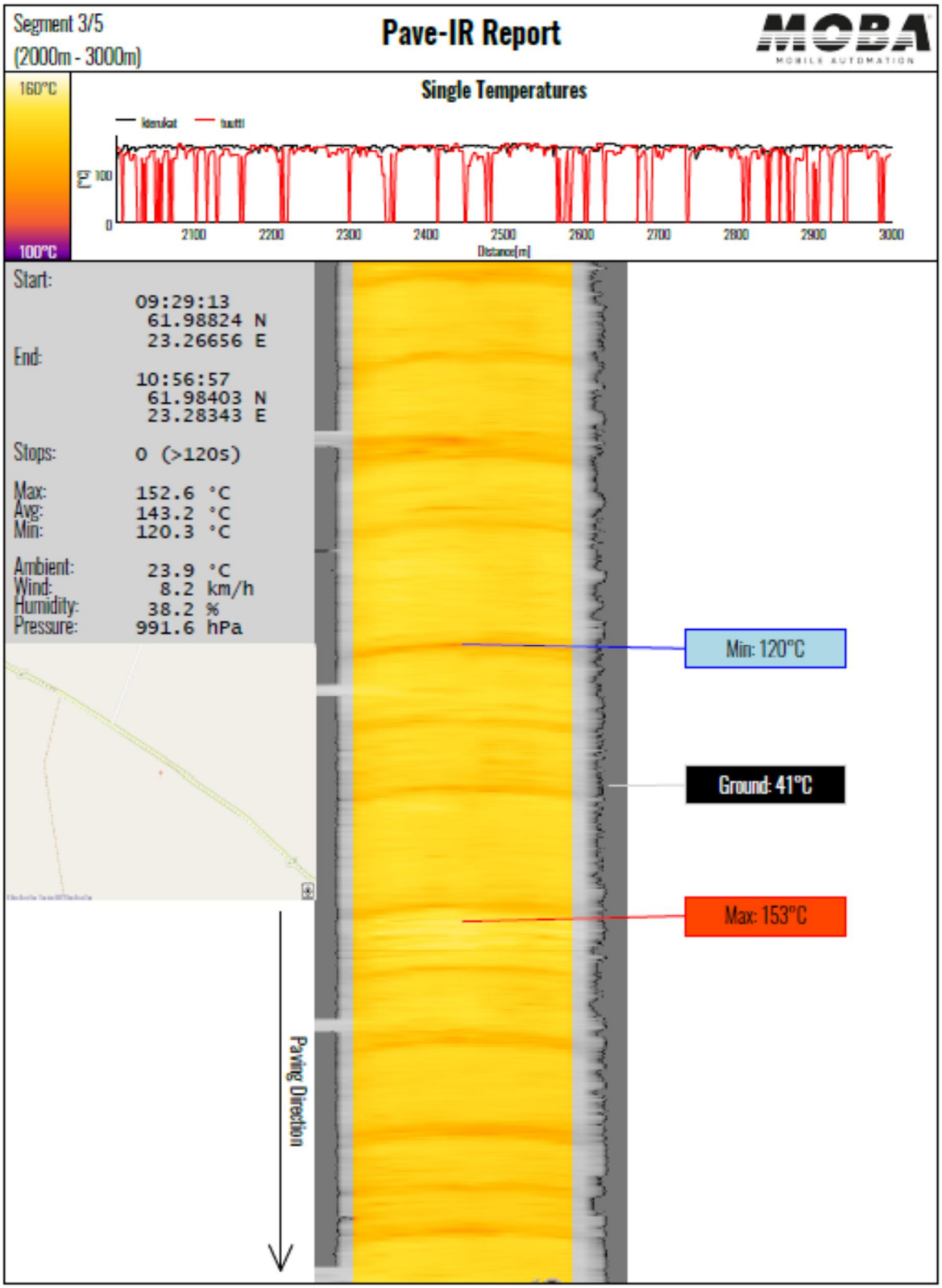

Summary 2/3
Pave-IR Report
MOBA
MOBILE AUTOMATION
160°C
100°C
0.7m
2.8m
0.5m
Distance[m]
Thermal Homogeneity (97.3%)
Max
Avg
Min
[°C]
Distance[m]
Single Temperatures
[°C]
Distance[m]
Temperature Classes
[%]
TemperatureClass[°C]

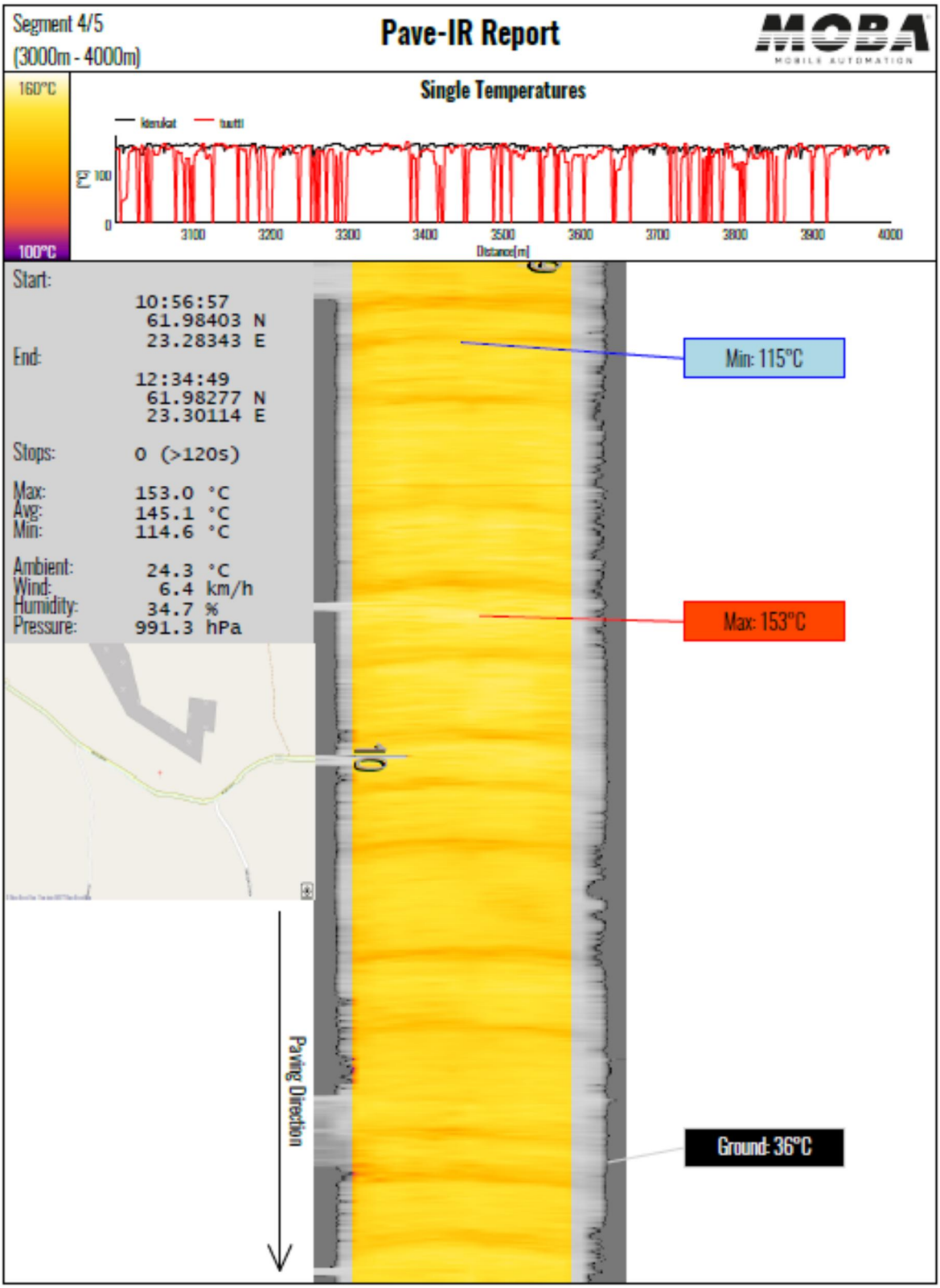

Summary 3/3
Pave-IR Report
MOBA
MOBILE AUTOMATION
160°C
100°C
0.7m
2.8m
0.5m
Distance[m]
Ambient Temperature
[°C]
Wind Speed
[km/h]
Humidity
[%]
Air Pressure
[hPa]

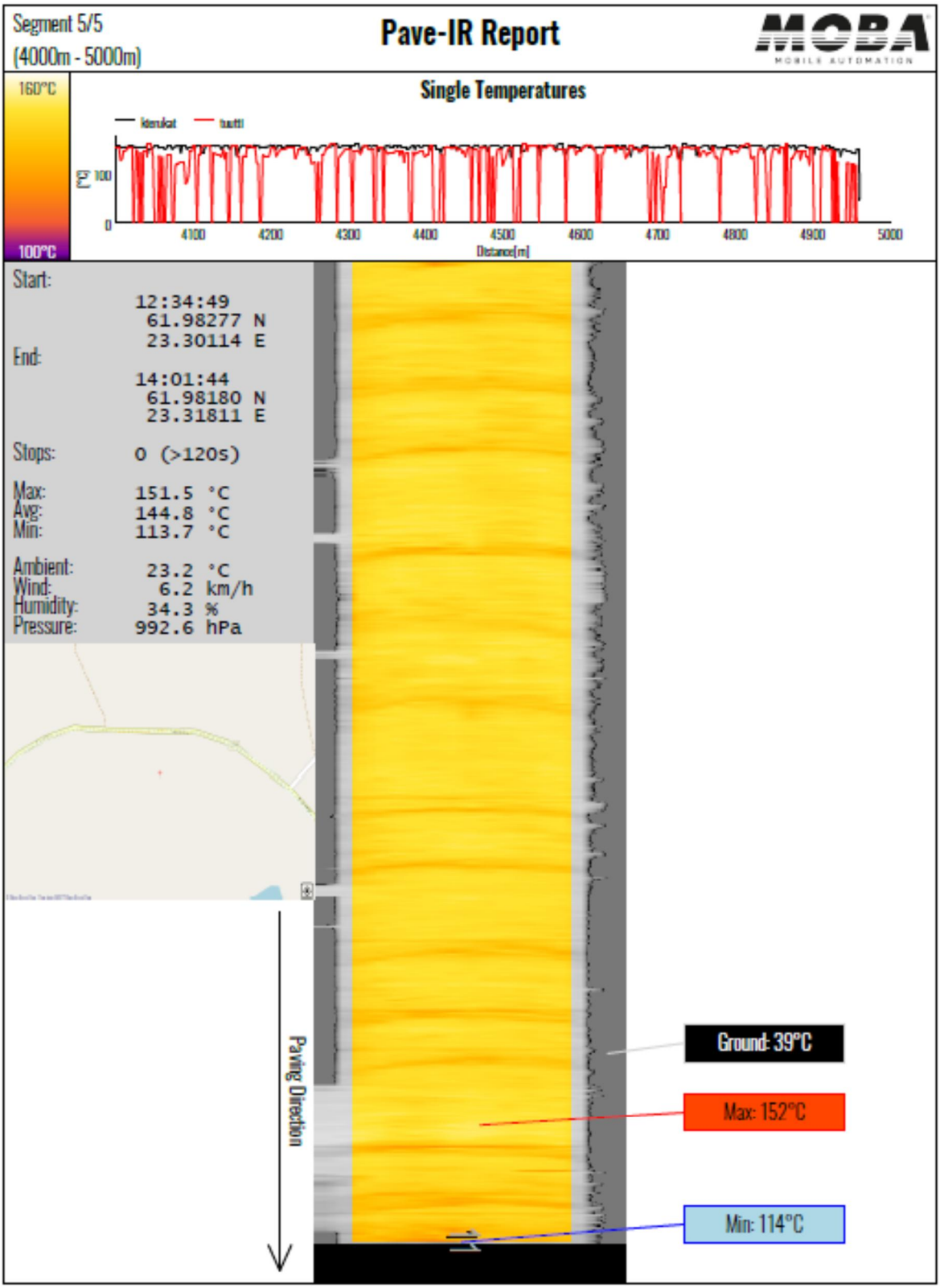

Segment 1/5
(0m - 1000m)
Pave-IR Report
MOBA
MOBILE AUTOMATION
160°C
100°C
Single Temperatures
[°C]
100
0
100
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Distance[m]
Start:
06:11:55
61.98819 N
23.22935 E
End:
07:48:20
61.98713 N
23.24836 E
Stops: 0 (>120s)
Max: 161.6 °C
Avg: 147.5 °C
Min: 81.8 °C
Ambient: 18.6 °C
Wind: 8.6 km/h
Humidity: 52.2 %
Pressure: 993.2 hPa
Ground: 11°C
Min: 82°C
Max: 162°C
Paving Direction

Page 5/9


Segment 2/5
(1000m - 2000m)
Pave-IR Report
MOBA
MOBILE AUTOMATION
160°C
100°C
Single Temperatures
keskiarvo
huippu
[°C]
100
0
1100
1200
1300
1400
1500
1600
1700
1800
1900
2000
Distance[m]
Start:
07:48:20
61.98713 N
23.24836 E
End:
09:29:13
61.98824 N
23.26656 E
Stops: 0 (>120s)
Max: 149.6 °C
Avg: 142.8 °C
Min: 101.7 °C
Ambient: 21.0 °C
Wind: 7.8 km/h
Humidity: 43.1 %
Pressure: 992.4 hPa
Max: 150°C
Min: 102°C
Ground: 28°C
Paving Direction


Segment 3/5
(2000m - 3000m)
Pave-IR Report
MOBA
MOBILE AUTOMATION
160°C
100°C
Single Temperatures
[°C]
100
0
2100
2200
2300
2400
2500
2600
2700
2800
2900
3000
Distance[m]
Start:
09:29:13
61.98824 N
23.26656 E
End:
10:56:57
61.98403 N
23.28343 E
Stops: 0 (>120s)
Max: 152.6 °C
Avg: 143.2 °C
Min: 120.3 °C
Ambient: 23.9 °C
Wind: 8.2 km/h
Humidity: 38.2 %
Pressure: 991.6 hPa
Min: 120°C
Ground: 41°C
Max: 153°C
Paving Direction


Segment 4/5
(3000m - 4000m)
Pave-IR Report
MOBA
MOBILE AUTOMATION
160°C
100°C
Single Temperatures
Keskiarvot
Huippu
[°C]
100
0
3100
3200
3300
3400
3500
3600
3700
3800
3900
4000
Distance[m]
Start:
10:56:57
61.98403 N
23.28343 E
End:
12:34:49
61.98277 N
23.30114 E
Stops: 0 (>120s)
Max: 153.0 °C
Avg: 145.1 °C
Min: 114.6 °C
Ambient: 24.3 °C
Wind: 6.4 km/h
Humidity: 34.7 %
Pressure: 991.3 hPa
Min: 115°C
Max: 153°C
Ground: 36°C
Paving Direction


Segment 5/5
(4000m - 5000m)
Pave-IR Report
MOBA
MOBILE AUTOMATION
160°C
100°C
Single Temperatures
keskiarvot
huutti
[°C]
100
0
4100
4200
4300
4400
4500
4600
4700
4800
4900
5000
Distance[m]
Start:
12:34:49
61.98277 N
23.30114 E
End:
14:01:44
61.98180 N
23.31811 E
Stops: 0 (>120s)
Max: 151.5 °C
Avg: 144.8 °C
Min: 113.7 °C
Ambient: 23.2 °C
Wind: 6.2 km/h
Humidity: 34.3 %
Pressure: 992.6 hPa
Paving Direction
Ground: 39°C
Max: 152°C
Min: 114°C