

Termografie a termodiagnostika

3. laboratorní cvičení – měření emisivity částí odporového senzoru

Postup práce

Kamerou od společnosti MICRO-EPSILON s makroskopickou optikou byly pořízeny termosnímky plochy senzoru ze strany topného meandru pro napájecí proudy a napětí

1. 106 mA 1820 mV
2. 130 mA 2503 mV
3. 147 mA 3278 mV
4. 160 mA 3984 mV

s měřícím rozsahem teplot (0,250) °C a pro napájecí proudy a napětí

5. 160 mA 3989 mV
6. 175 mA 5090 mV
7. 192 mA 6583 mV

s měřícím rozsahem teplot (150,900) °C a ze strany sloužící k nanesení aktivní vrstvy senzoru, která je opatřena interdigitálně uspořádanými platinovými elektrodami pro napájecí proudy a napětí

8. 121 mA 2287 mV
9. 140 mA 2964 mV
10. 163 mA 4220 mV

s měřícím rozsahem teplot (0,250) °C a pro napájecí proudy a napětí

11. 163 mA 4220 mV
12. 181 mA 5655 mV
13. 200 mA 7813 mV

s měřícím rozsahem teplot (150,900) °C.

Číslo bodů jednotlivých proudů odpovídají číslům obrázků a tabulek k nim patřícím.

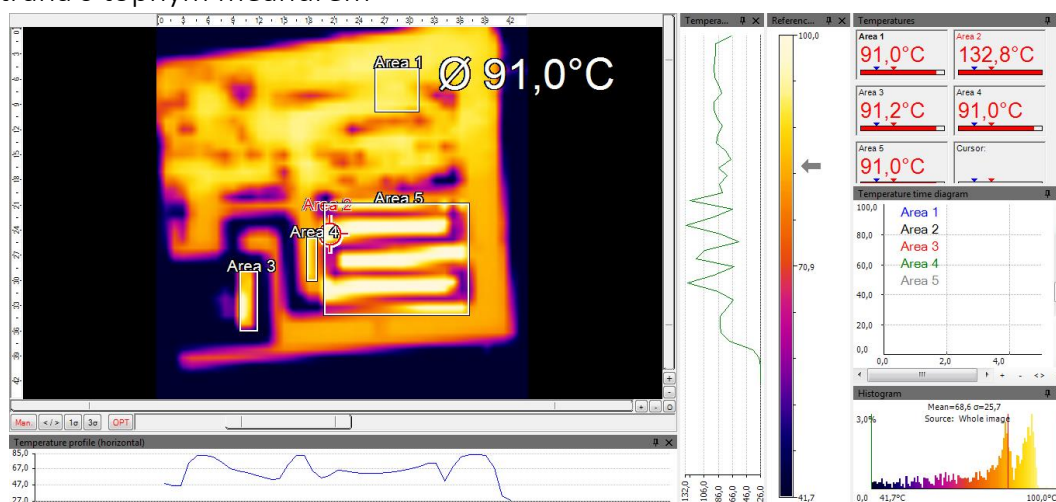
V programu TIM Connect byly aproximovány emisivity význačných míst senzoru tím způsobem, že emisivita oblasti byla nastavena tak, aby teplota v oblasti odpovídala teplotě místa, na kterém je nanesen lak se známou emisivitou 0,96. Následuje seznam a označení význačných oblastí:

Označení	význam
Area 1	lak o známé emisivitě 0,96
Area 3	materiál elektrod (platina Pt)
Area 4	materiál substrátu
Area 5	Topný meandr / interdigitální elektrody

Vypracování

V následujících kapitolách (1. a 2.) jsou obrázky vyhodnocených termosnímku s teplotami jednotlivých oblastí v pravé části a tabulky shrnující emisivity, které musely být v oblastech nastaveny, aby se jejich průměrné teploty přibližně rovnaly průměrné teplotě v oblasti *Area 1*.

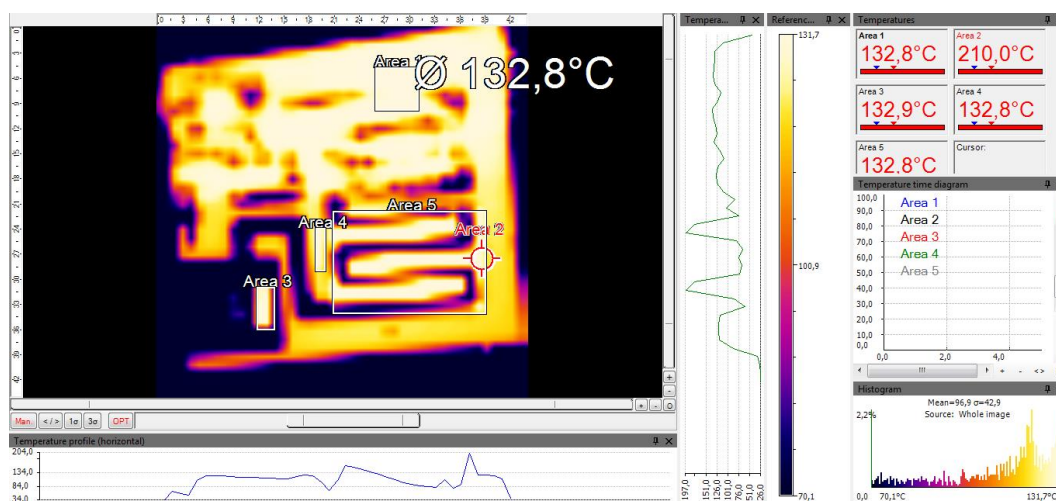
1. Strana s topným meandrem



Obrázek 1: Snímek 1T_106_1820_R250_VR.

Tabulka 1: Emisivity oblastí ve snímku 1T_106_1820_R250_VR.

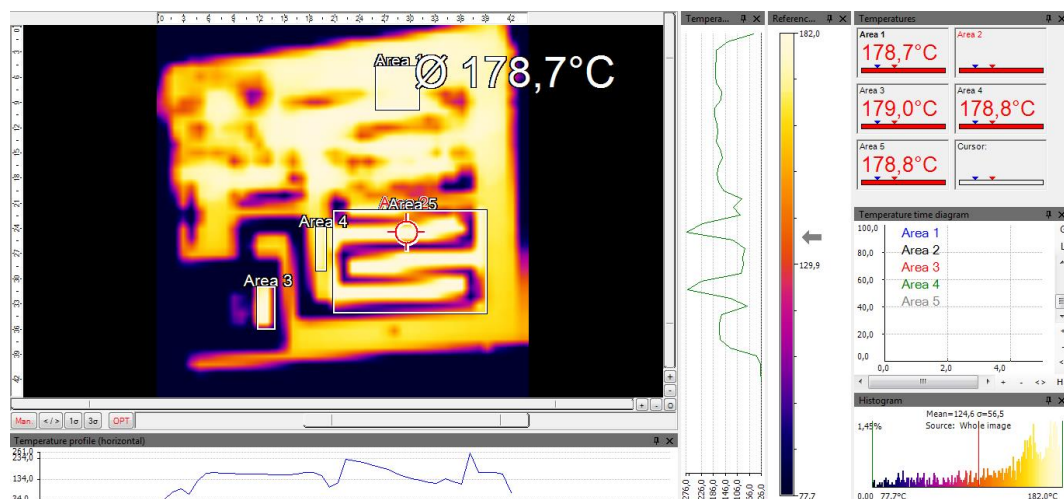
Oblast (Area)	emisivita
1	0,96
3	0,152
4	0,824
5	0,407



Obrázek 2: Snímek 1T_130_2503_R250_VR.

Tabulka 2: Emisivity oblastí ve snímku 1T_106_1820_R250_VR.

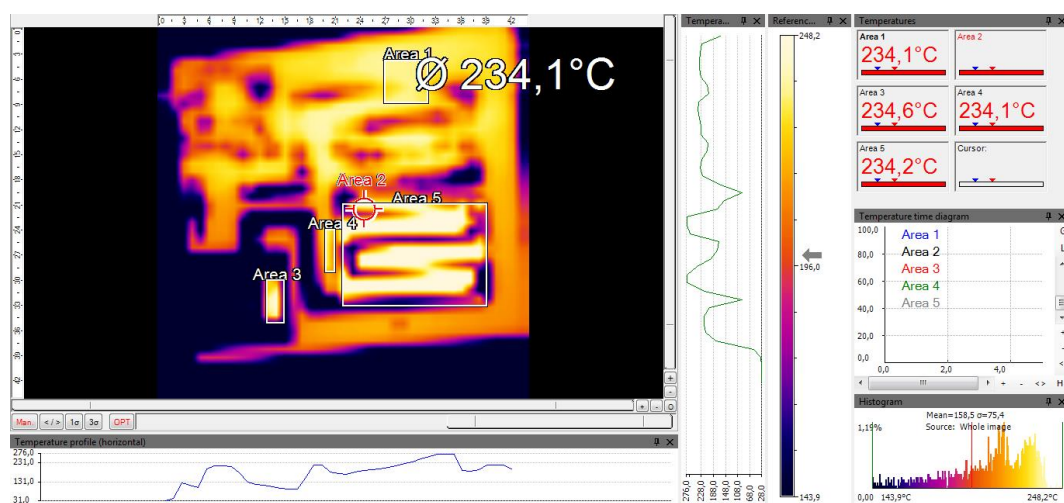
Oblast (Area)	emisivita
1	0,96
3	0,118
4	0,847
5	0,385



Obrázek 3: Snímek 1T_147_3278_R250_VR.

Tabulka 3: Emisivity oblastí ve snímku 1T_147_3278_R250_VR.

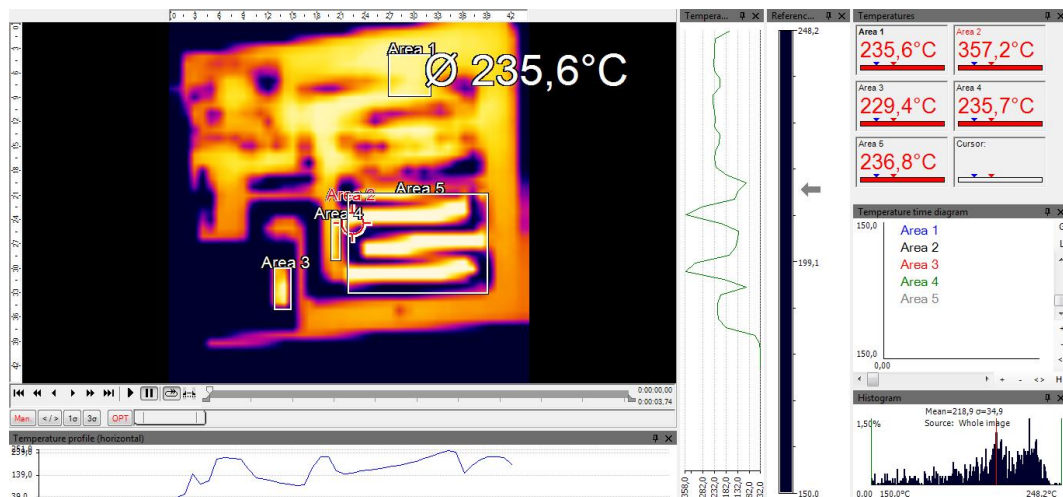
Oblast (Area)	emisivita
1	0,96
3	0,114
4	0,861
5	0,385



Obrázek 4: Snímek 1T_160_3984_R250_VR.

Tabulka 4: Emisivity oblastí ve snímku 1T_160_3984_R250_VR.

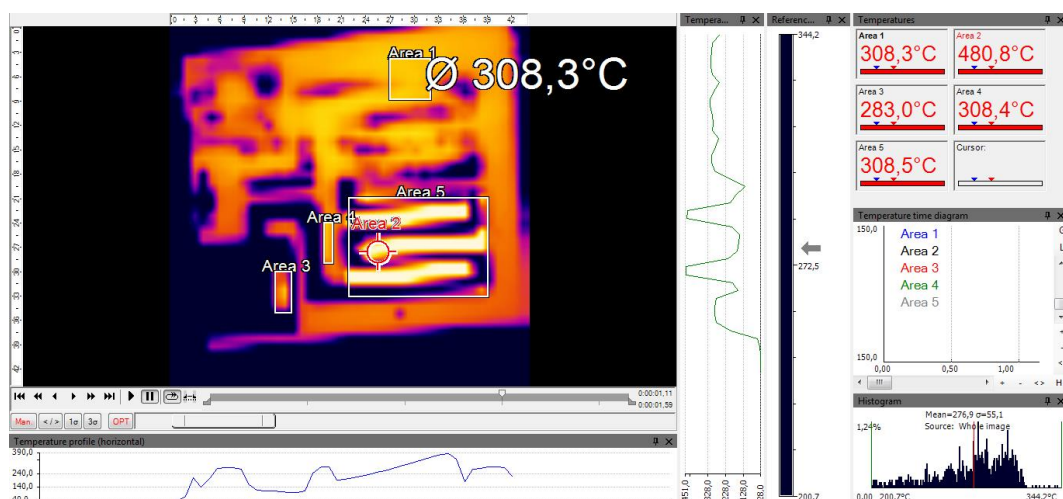
Oblast (Area)	emisivita
1	0,96
3	0,112
4	0,859
5	0,305



Obrázek 5: Snímek 1T_160_3989_R900_VR.

Tabulka 5: Emisivity oblastí ve snímku 1T_160_3989_R900_VR.

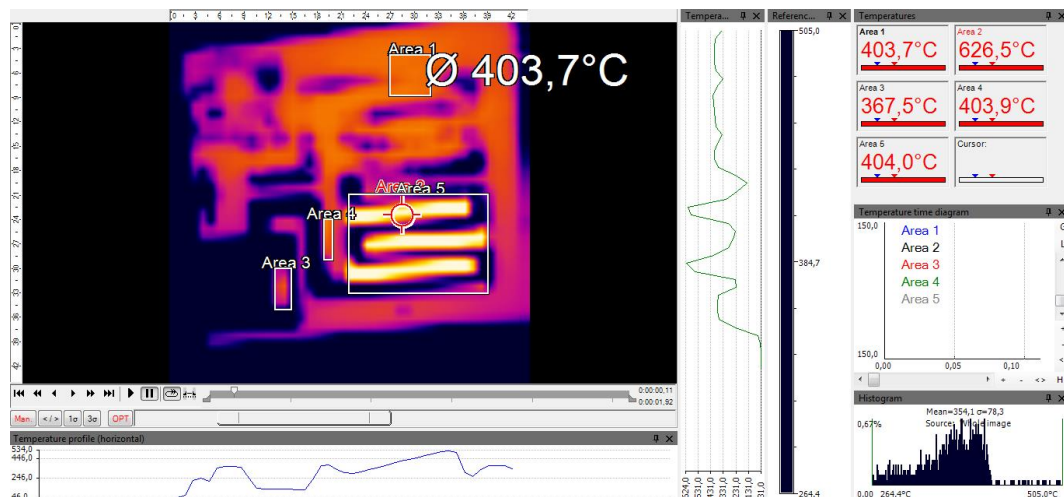
Oblast (Area)	emisivita
1	0,96
3	0,100
4	0,843
5	0,342



Obrázek 6: Snímek 1T_175_5090_R900_VR.

Tabulka 6: Emisivity oblastí ve snímku 1T_175_5090_R900_VR.

Oblast (Area)	emisivita
1	0,96
3	0,100
4	0,842
5	0,338

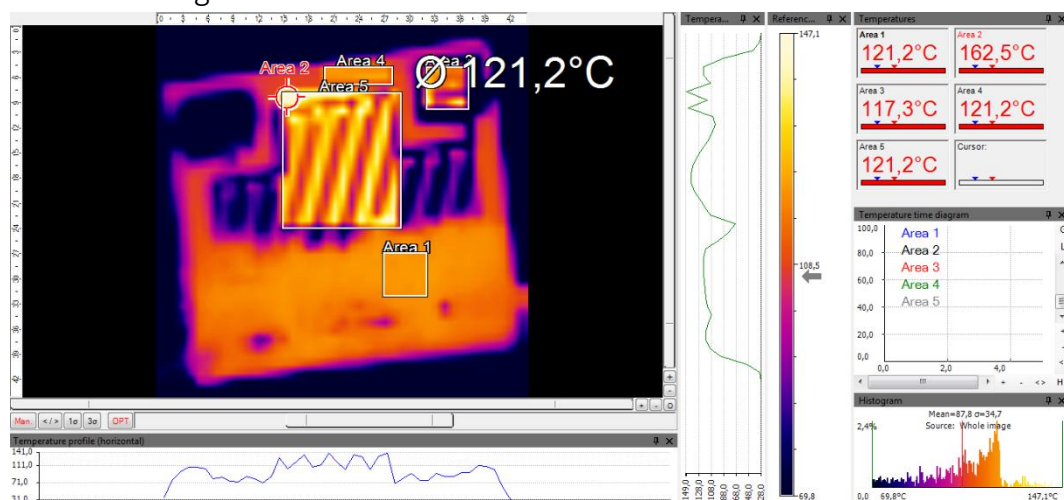


Obrázek 7: Snímek 1T_192_6583_R900_VR.

Tabulka 7: Emisivity oblastí ve snímku 1T_192_6583_R900_VR.

Oblast (Area)	emisivita
1	0,96
3	0,100
4	0,767
5	0,354

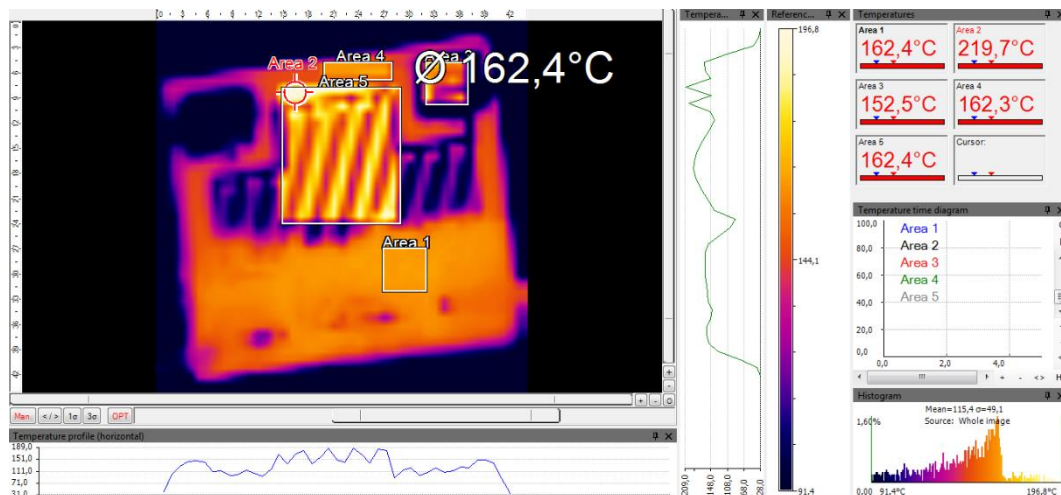
2. Strana s interdigitálními elektrodami



Obrázek 8: Snímek 1E_121_2287_R250_VR.

Tabulka 8: Emisivity oblastí ve snímku 1E_121_2287_R250_VR.

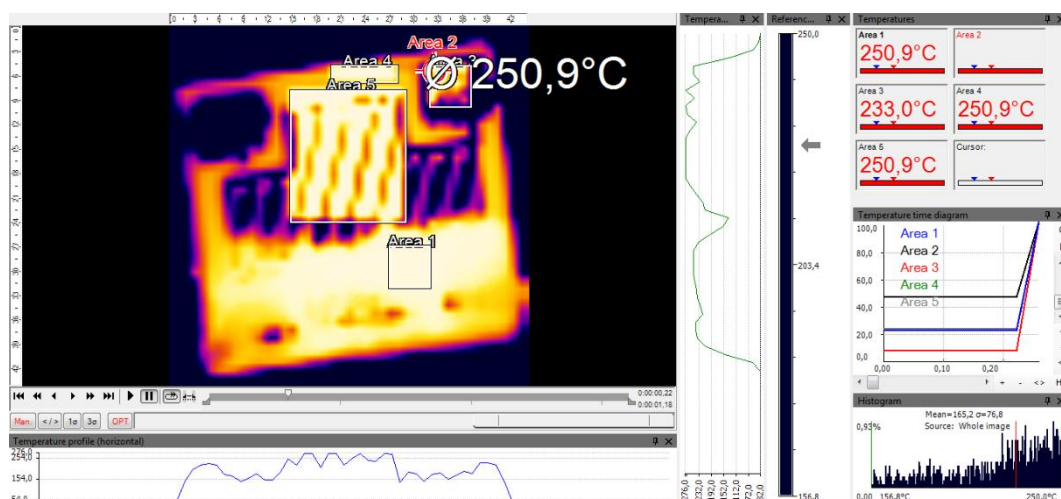
Oblast (Area)	emisivita
1	0,96
3	0,100
4	0,788
5	0,479



Obrázek 9: Snímek 1E_140_2964_R250_VR.

Tabulka 9: Emisivity oblastí ve snímku 1E_140_2964_R250_VR.

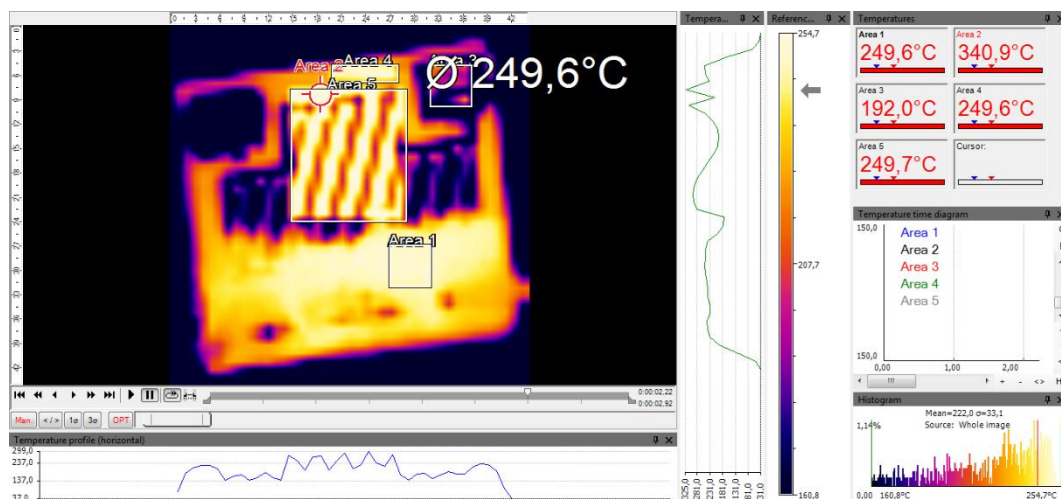
Oblast (Area)	emisivita
1	0,96
3	0,100
4	0,794
5	0,481



Obrázek 10: Snímek 1E_163_4220_R250_VR.

Tabulka 10: Emisivity oblastí ve snímku 1E_163_4220_R250_VR.

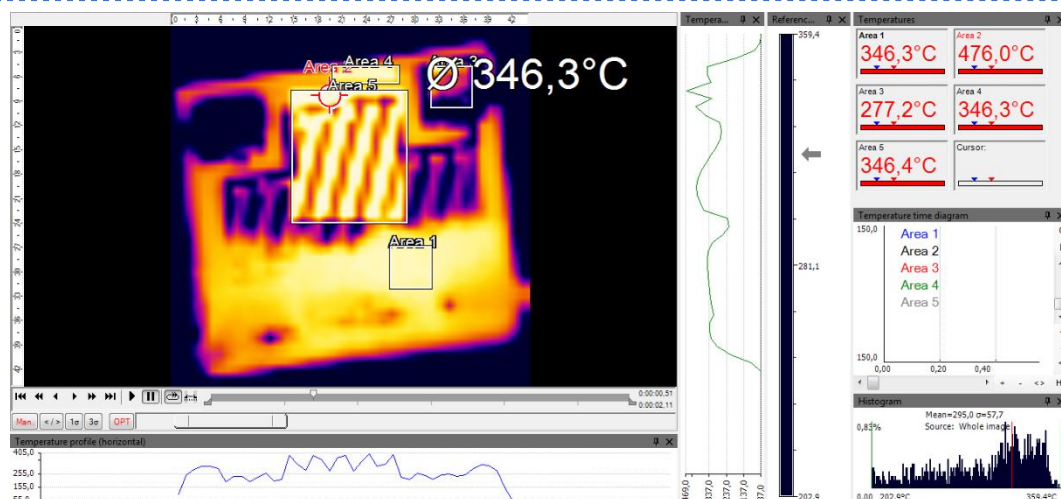
Oblast (Area)	emisivita
1	0,96
3	0,100
4	0,799
5	0,453



Obrázek 11: Snímek 1E_163_4220_R900_VR.

Tabulka 11: Emisivity oblastí ve snímku 1E_163_4220_R900_VR.

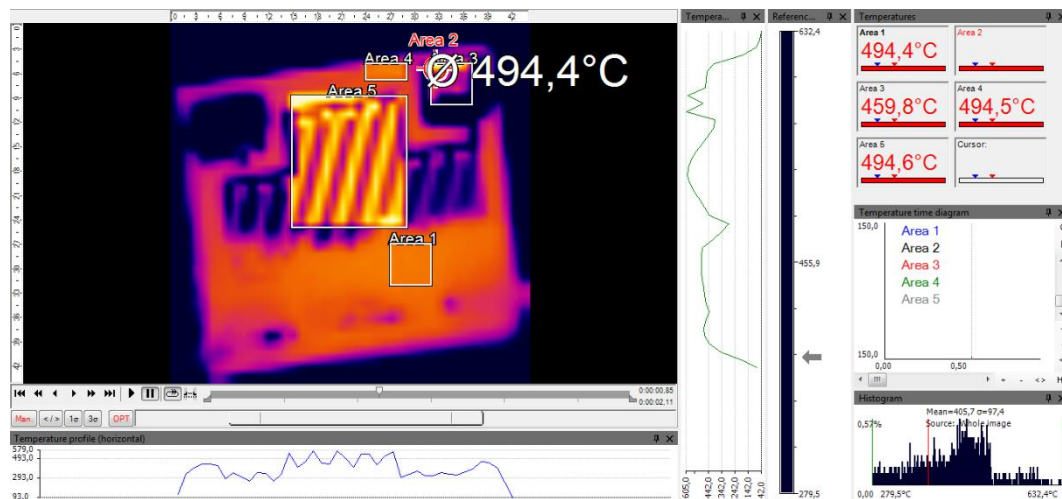
Oblast (Area)	emisivita
1	0,96
3	0,100
4	0,789
5	0,437



Obrázek 12: Snímek 1E_181_5655_R900_VR.

Tabulka 12: Emisivity oblastí ve snímku 1E_181_5655_R900_VR.

Oblast (Area)	emisivita
1	0,96
3	0,100
4	0,787
5	0,455



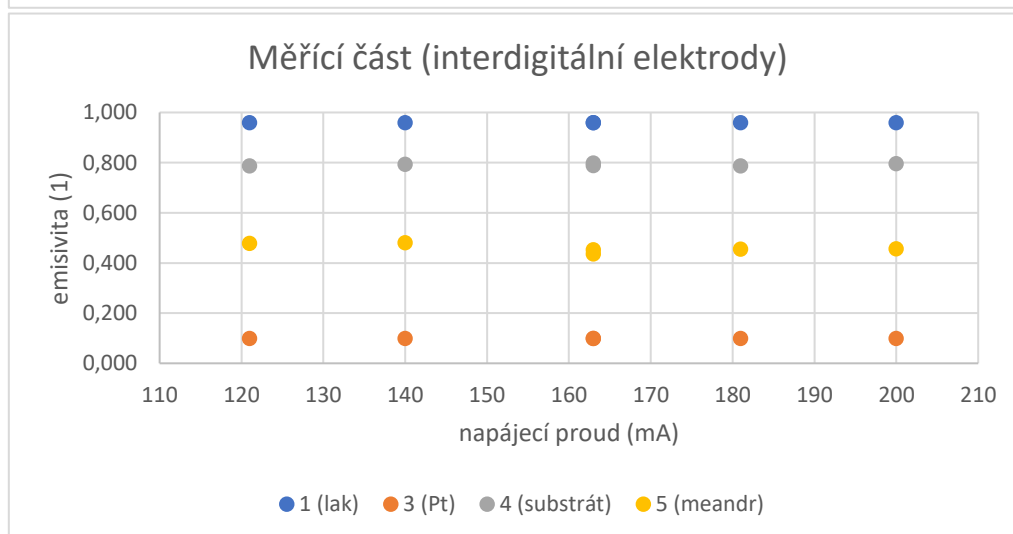
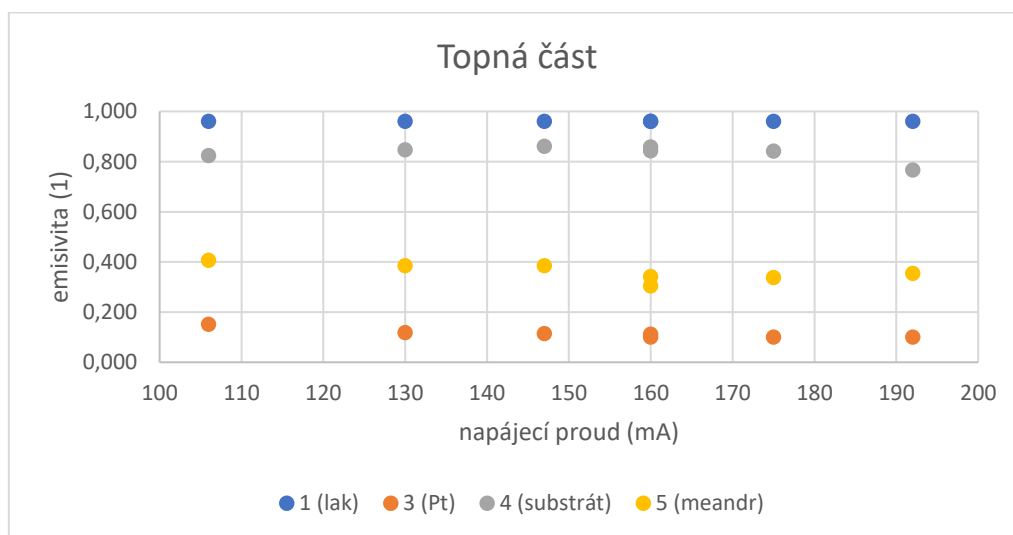
Obrázek 13: Snímek 1E_200_7813_R900_VR.

Tabulka 13: Emisivity oblastí ve snímku 1E_200_7813_R900_VR.

Oblast (Area)	emisivita
1	0,96
3	0,100
4	0,796
5	0,457

Vyhodnocení výsledků a závěr

				Emisivita oblasti			
	č. pokusu	Proud (mA)	Napětí (mV)	1 (lak)	3 (Pt)	4 (substrát)	5 (meandr)
Topný meandr	1	106	1820	0,960	0,152	0,824	0,407
	2	130	2503	0,960	0,118	0,847	0,385
	3	147	3278	0,960	0,114	0,861	0,385
	4	160	3984	0,960	0,112	0,859	0,305
	5	160	3989	0,960	0,100	0,843	0,342
	6	175	5090	0,960	0,100	0,842	0,338
	7	192	6583	0,960	0,100	0,767	0,354
Interdig. elektrody	8	121	2287	0,960	0,100	0,788	0,479
	9	140	2964	0,960	0,100	0,794	0,481
	10	163	4220	0,960	0,100	0,799	0,453
	11	163	4220	0,960	0,100	0,789	0,437
	12	181	5655	0,960	0,100	0,787	0,455
	13	200	7813	0,960	0,100	0,796	0,457



Emisivita platinových elektrod (*Area 3*) na topné straně s rostoucí teplotou klesá a pro teploty vyšší jak cca 200 °C je nižší než nejnížší nastavitelná emisivita v programu TIM Connect (0,100) a nemůže tedy být dále touto metodou vyhodnocena. Na straně měřící se emisivita platinových elektrod pohybuje v celém měřeném rozsahu pod hodnotou 0,100. Emisivita substrátu se udržuje na obou stranách senzoru v okolí hodnoty 0,8. V posledních 3 měřeních v topné části vykazuje emisivita substrátu klesající trend, to však může být způsobeno mírným posunutím vzorku a tím i oblasti, ze které se emisivita vyhodnocuje. Emisivita oblasti s topným meandrem kolísá kolem hodnoty 0,356 ($\pm 0,051$). Emisivita interdigitálních elektrod na měřící straně je o cca 0,1 vyšší a stabilnější s hodnotou $0,459 \pm 0,022$.