

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ



HABILITAČNÍ PRÁCE

Veličiny charakterizující sálové vlastnosti

neprůteplivých stavebních materiálů

EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

Akreditovaný obor: Teorie stavebních konstrukcí a materiálů

Ing. Roman Vávra, Ph.D.

2006

OBSAH

| | |
|--|------------|
| ÚVOD..... | 3 |
| ČLENĚNÍ EXPERIMENTÁLNÍ ČÁSTI | 3 |
| KAPITOLA PRVNÍ | 5 |
| - výsledky experimentálního stanovení sálavých vlastností (směrových spektrálních reflektancí $\rho_{\Omega\lambda}$ [-] a transmitancí $\tau_{\Omega\lambda}$ [-]) vybraných stavebních materiálů | |
| CHARAKTERISTIKY MĚŘÍCÍCH PŘÍSTROJŮ..... | 21 |
| OKRAJOVÉ PODMÍNKY MĚŘENÍ..... | 22 |
| DETAILNÍ POPIS VZORKŮ..... | 23 |
| TYPY MATERIÁLOVÝCH SKLADEB REFLEXNÍCH MATERIÁLŮ A REFLEXNÍCH TEPELNÝCH IZOLACÍ..... | 24 |
| CELKOVÝ SOUHRN VÝSLEDKŮ | |
| ODDÍL A) | |
| A1) DÍLČÍ SHRNU TÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ:..... | 122 |
| A2) DÍLČÍ SHRNU TÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ:..... | 123 |
| A3) DÍLČÍ SHRNU TÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ:..... | 124 |
| A4) DÍLČÍ SHRNU TÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ:..... | 125 |
| A5) DÍLČÍ SHRNU TÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ:..... | 126 |
| A6) DÍLČÍ SHRNU TÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ:..... | 127 |
| A7) DÍLČÍ SHRNU TÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ:..... | 128 |
| ODDÍL B) | |
| B1) DÍLČÍ SHRNU TÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ:..... | 129 |
| B2) DÍLČÍ SHRNU TÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ:..... | 130 |
| B3) DÍLČÍ SHRNU TÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ:..... | 131 |
| B4) DÍLČÍ SHRNU TÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ:..... | 132 |
| B5) DÍLČÍ SHRNU TÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ:..... | 133 |
| B6) DÍLČÍ SHRNU TÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ:..... | 135 |
| B7) DÍLČÍ SHRNU TÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ:..... | 136 |
| KAPITOLA DRUHÁ | 137 |
| - ověření vlivu vybraných materiálů interiérových povrchových úprav (včetně materiálů reflexních) na tepelně technické parametry otopného tělesa a vnitřního prostředí | |
| A) Grafické vyhodnocení středních hodnot tepelných výkonů Q [W] | 162 |
| B) Grafické vyhodnocení středních hodnot ΔQ [%] | 164 |
| C) Grafické vyhodnocení středních hodnot vztažných teplot vzduchu t_D [°C]..... | 166 |
| D) Grafické vyhodnocení středních hodnot výsledných teplot t_v [°C] (Vernon - Jokl)..... | 168 |
| E) Grafické vyhodnocení povrchových teplot $t_{p,0,3}$ [°C]..... | 170 |
| LITERATURA | 172 |

ÚVOD

Následující text a grafické výstupy z měření tvoří experimentální část habilitační práce „Veličiny charakterizující sálavé vlastnosti neprůteplivých stavebních materiálů“. Experimentální část je jednou ze tří částí zmíněné habilitační práce a navazuje na její teoretickou část. Závěrečnou částí habilitační práce je část diskusní a souhrnná. Z důvodu relativně velkého rozsahu experimentální části byla tato část oddělena od části teoretické a diskusní a souhrnné části habilitační práce. Na konci experimentální části je uvedena použitá literatura.

Předložené výsledky experimentálních měření uvedené zejména v první kapitole experimentální části habilitační práce navazují na předešlá měření uskutečněná autorem habilitační práce v letech 1997 až 2004. Tato měření byla realizována ve VZLÚ v Praze Letňanech (1997) [1], v Institutu pro testování a certifikaci, a.s ve Zlíně (1998) [2], ve Fyzikálním ústavu Akademie Věd ČR (1998) [3], na VŠCHT v Praze (1999) [4], v laboratoři Katedry stavebních hmot FSv ČVUT v Praze (1999) [5], na Matematicko fyzikální fakultě Karlovy university (2002) a na Přírodovědecké fakultě Masarykovy university v Brně (2004).

Předložené výsledky experimentálních měření uvedené v první kapitole experimentální části habilitační práce vznikly v rámci řešení výzkumných úkolů Výzkumného ústavu pozemních staveb – Certifikační společnosti [6] [7] [8], jejichž vedoucím řešitelem byl autor habilitační práce.

Podstatná část výsledků experimentálních měření uvedených experimentální části byla publikována autorem této habilitační práce nejen na mezinárodních a českých konferencích a v českém i zahraničním odborném tisku, ale stala se i součástí ČSN 73 0540-3/2005 Tepelná ochrana budov, Část 3: Návrhové hodnoty veličin [9] resp. ČSN 73 0540-1/2005 Tepelná ochrana budov, Část 1: Terminologie [10]. Specifikované ČSN je autor habilitační práce spoluautorem.

Členění experimentální části

Experimentální část habilitační práce tvoří dvě samostatné kapitoly. V první kapitole „Výsledky experimentálního stanovení sálavých vlastností vybraných stavebních materiálů, tj. směrových spektrálních reflektancí $\rho_{\Omega\lambda}$ [-], transmitancí $\tau_{\Omega\lambda}$ [-]“ jsou uvedeny výsledky experimentálního stanovení specifikovaných sálavých veličin vybraných stavebních materiálů. Směrové spektrální reflektance $\rho_{\Omega\lambda}$ [-] byly stanoveny nejen v okrajových podmínkách charakteristických pro interiéry obytných budov, které jsou vytápěny otopnými tělesy sdílejícími část svého topného výkonu tepelným sáláním, ale i v okrajových podmínkách typických pro exteriéry staveb, kde je převažujícím zdrojem tepelného sálání slunce [7] [8].

Směrové spektrální pohltivosti $\tau_{\Omega\lambda}$ [-] byly experimentálně určeny u tepelně izolačních materiálů, které obvykle tvoří mezivrstvy mezi hliníkovými fóliemi u reflexních tepelných izolací. Směrové spektrální pohltivosti $\tau_{\Omega\lambda}$ [-] byly stanoveny v okrajových podmínkách typických pro interiéry obytných budov [7].

Hlavním důvodem provedených experimentů, obsažených v první kapitole experimentální části, bylo určení sálavých veličin u vybraných stavebních materiálů a stavebních výrobků (reflexních tepelných izolací) jako vstupních hodnot nutných k navrhování a posuzování stavebních konstrukcí a k navrhování a posuzování stavebních výrobků, jejichž vlastnosti souvisí s využitím sálavých vlastností reflexních materiálů (reflexních tepelných izolací) [7] [8].

V druhé kapitole „Ověření vlivu vybraných materiálů interiérových povrchových úprav na tepelně technické parametry otopného tělesa a vnitřního prostředí“ jsou uvedeny výsledky provedených experimentů zaměřených na zjištění vlivu vybraných materiálů aplikovaných jako interiérové povrchové úpravy stěn a stropů na tepelně technické parametry otopných těles (tepelný výkon) a vnitřního prostředí (velikost teploty vzduchu, velikost povrchových teplot ap.) [11] [12] [13].

Hlavním důvodem provedených experimentů, obsažených v druhé kapitole experimentální části, bylo ověření vlivu reflexních materiálů [5] aplikovaných jako povrchové úpravy stěn a stropů z hlediska jejich vlivu na úspory nákladů na vytápění interiérů obytných staveb.

KAPITOLA

PRVNÍ

(výsledky experimentálního stanovení sálových vlastností (směrových spektrálních reflektancí $\rho_{\Omega\lambda}$ [-] a transmitancí $\tau_{\Omega\lambda}$ [-]) vybraných stavebních materiálů)

SOUHRNNÝ OBSAH PRVNÍ KAPITOLY

| | |
|---|----|
| ÚVOD PRVNÍ KAPITOLY | 13 |
| CHARAKTERISTIKY MĚŘÍCÍCH PŘÍSTROJŮ..... | 21 |
| OKRAJOVÉ PODMÍNKY MĚŘENÍ..... | 22 |
| DETAILNÍ POPIS VZORKŮ..... | 23 |
| TYPY MATERIÁLOVÝCH SKLADEB REFLEXNÍCH MATERIÁLŮ A REFLEXNÍCH TEPELNÝCH IZOLACÍ..... | 24 |

Oddíl A – sálavé vlastnosti stavebních materiálů v okrajových podmínkách vnitřního (interiérového) prostředí

| | |
|--|---|
| A1) spekulární reflektance – reflexní materiály, reflexní tepelné izolace | $\rho_{j=1}^{n=8} \Omega=10^\circ, \lambda \in \langle 2; 2,5 \rangle$ |
| Vzorek č. 1 až č. 16: | 29-36 |
| A1) DÍLČÍ SHRUTÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ:..... | 37 |
| A2) spekulární reflektance – reflexní materiály, reflexní tepelné izolace | $\rho_{j=1}^{n=10} \Omega=30^\circ, \lambda \in \langle 2; 2,5 \rangle$ |
| Vzorek č. 2 a č. 16:..... | 38 |
| A2) DÍLČÍ SHRUTÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ:..... | 39 |
| A3) difuzní reflektance – reflexní materiály, reflexní tepelné izolace | $\rho_{j=1}^{n=10} \lambda \in \langle 2; 2,5 \rangle$ |
| Vzorek č. 1 až č. 16: | 40-47 |
| A3) DÍLČÍ SHRUTÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ:..... | 48 |
| A4) difuzní reflektance - vnitřní strany folií | $\rho_{j=1}^{n=10} \lambda \in \langle 2; 2,5 \rangle$ |
| Vzorek č. 1, č. 4, č. 5, č. 7 a č. 11: | 49-51 |
| A4) DÍLČÍ SHRUTÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ:..... | 52 |
| A5) transmitance – mezivrstev reflexních izolací | $\tau_{j=1}^{n=1} \lambda \in \langle 2; 2,5 \rangle$ |
| Vzorek č. 34 až č. 43: | 53-54 |
| A5) DÍLČÍ SHRUTÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ:..... | 55 |
| A6) difuzní reflektance – vybrané podklady, nátěry a další materiály | $\rho_{j=1}^{n=5} \lambda \in \langle 2; 2,5 \rangle$ |
| Vzorek č. 21 až č. 33: | 56-62 |
| A6) DÍLČÍ SHRUTÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ:..... | 63 |
| A7) difuzní reflektance – referenčních materiálů (laboratorních etanolů) | $\rho_{j=1}^{n=1} \lambda \in \langle 2; 2,5 \rangle$ |
| Vzorek č. 44 až č. 45: | 64 |
| A7) DÍLČÍ SHRUTÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ:..... | 65 |

Oddíl B – sálavé vlastnosti stavebních materiálů v okrajových podmínkách vnějšího (exteriérového) prostředí

| | |
|--|---|
| B1) spekulární reflektance – reflexní materiály, reflexní tepelné izolace | $\rho_{j=1}^{n=10}$ $\Omega=10^\circ, \lambda \in \langle 0,8;2 \rangle$ |
| Vzorek č. 1 až č. 16: | 67-74 |
| B1) DÍLČÍ SHRNU TÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ: | 75 |
| B2) difuzní reflektance – integrační sféra Antaris | $\rho_{j=1}^{n=10}$ $\lambda \in \langle 0,8;2 \rangle$ |
| Vzorek č. 1 až č. 16: | 76-83 |
| B2) DÍLČÍ SHRNU TÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ: | 84 |
| B3) difuzní reflektance | $\rho_{j=1}^{n=10}$ $\lambda \in \langle 0,8;2 \rangle$ |
| Vzorek č. 17 až č. 20: | 85-87 |
| B3) DÍLČÍ SHRNU TÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ: | 88 |
| B4) difuzní reflektance - vzorník RAL | $\rho_{j=1}^{n=3}$ $\lambda \in \langle 0,8;2 \rangle$ |
| Vzorek č. 46 až č. 56: | 89-94 |
| B4) DÍLČÍ SHRNU TÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ: | 95 |
| B5) difuzní reflektance – povrchové úpravy | $\rho_{j=1}^{n=5}$ $\lambda \in \langle 0,8;2 \rangle$ |
| Vzorek č. 21, č. 22, č. 57 až č. 83: | 96-110 |
| B5) DÍLČÍ SHRNU TÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ: | 111 |
| B6) difuzní reflektance tenkovrstvých omítek | $\rho_{j=1}^{n=10}$ $\lambda \in \langle 0,8;2 \rangle$ a ostatních materiálů $\rho_{j=1}^{n=5}$ $\lambda \in \langle 0,8;2 \rangle$ |
| Vzorek č. 31 až č. 33, č. 84 až č. 90: | 113-117 |
| B6) DÍLČÍ SHRNU TÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ: | 118 |
| B7) difuzní reflektance | $\rho_{j=1}^{n=1}$ $\lambda \in \langle 2;2,5 \rangle$ |
| Vzorek č. 37 a č. 38: | 119 |
| B7) DÍLČÍ SHRNU TÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ: | 120 |
| CELKOVÝ SOUHRN VÝSLEDKŮ | |
| A1) až A7) DÍLČÍ SHRNU TÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ: | 122-128 |
| B1) až B7) DÍLČÍ SHRNU TÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ: | 129-136 |
| L I T E R A T U R A | 172 |

DETAILNÍ OBSAH PRVNÍ KAPITOLY

| | |
|--|----|
| ÚVOD PRVNÍ KAPITOLY | 13 |
| CHARAKTERISTIKY MĚŘÍCÍCH PŘÍSTROJŮ..... | 21 |
| Charakteristika používaných spektrometrů:..... | 21 |
| Specifikace použitých měřících nástavců: | 21 |
| OKRAJOVÉ PODMÍNKY MĚŘENÍ..... | 22 |
| OKRAJOVÉ PODMÍNKY VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ | 22 |
| OKRAJOVÉ PODMÍNKY VNĚJŠÍHO PROSTŘEDÍ | 22 |
| DETAILNÍ POPIS VZORKŮ..... | 23 |
| TYPY MATERIÁLOVÝCH SKLADEB REFLEXNÍCH MATE- RIÁLŮ A REFLEXNÍCH TEPELNÝCH IZOLACÍ..... | 24 |

Oddíl A – sálavé vlastnosti stavebních materiálů - vnitřní prostředí

tzn. výsledky experimentálního stanovení sálavých vlastností vybraných stavebních materiálů v okrajových podmínkách vnitřního prostředí tj. v intervalu vlnových délek $\lambda \in \langle 2; 25 \rangle$ [μm].

| | | |
|---|---|----|
| A1) spekulární reflektance – reflexní materiály, reflexní tepelné izolace | $\rho_{j=1}^{n=8} \Omega=10^\circ, \lambda \in \langle 2; 2,5 \rangle$ | |
| Vzorek č. 1: | | 29 |
| Vzorek č. 2: | | 29 |
| Vzorek č. 3: | | 30 |
| Vzorek č. 4: | | 30 |
| Vzorek č. 5: | | 31 |
| Vzorek č. 6: | | 31 |
| Vzorek č. 7: | | 32 |
| Vzorek č. 8: | | 32 |
| Vzorek č. 9: | | 33 |
| Vzorek č. 10: | | 33 |
| Vzorek č. 11: | | 34 |
| Vzorek č. 12: | | 34 |
| Vzorek č. 13: | | 35 |
| Vzorek č. 14: | | 35 |
| Vzorek č. 15: | | 36 |
| Vzorek č. 16: | | 36 |
| A1) DÍLČÍ SHRUTÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ:..... | | 37 |
| A2) spekulární reflektance – reflexní materiály, reflexní tepelné izolace | $\rho_{j=1}^{n=10} \Omega=30^\circ, \lambda \in \langle 2; 2,5 \rangle$ | |
| Vzorek č. 2: | | 38 |
| Vzorek č. 16: | | 38 |
| A2) DÍLČÍ SHRUTÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ:..... | | 39 |

| | | | |
|---|---------------------|--------------------------------------|----|
| A3) difuzní reflektance – reflexní materiály, reflexní tepelné izolace | $\rho_{j=1}^{n=10}$ | $\lambda \in \langle 2; 2,5 \rangle$ | |
| Vzorek č. 1: | | | 40 |
| Vzorek č. 2: | | | 40 |
| Vzorek č. 3: | | | 41 |
| Vzorek č. 4: | | | 41 |
| Vzorek č. 5: | | | 42 |
| Vzorek č. 6: | | | 42 |
| Vzorek č. 7: | | | 43 |
| Vzorek č. 8: | | | 43 |
| Vzorek č. 9: | | | 44 |
| Vzorek č. 10: | | | 44 |
| Vzorek č. 11: | | | 45 |
| Vzorek č. 12: | | | 45 |
| Vzorek č. 13: | | | 46 |
| Vzorek č. 14: | | | 46 |
| Vzorek č. 15: | | | 47 |
| Vzorek č. 16: | | | 47 |
| A3) DÍLČÍ SHRNU TÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ: | | | 48 |
| A4) difuzní reflektance - vnitřní strany folií | $\rho_{j=1}^{n=10}$ | $\lambda \in \langle 2; 2,5 \rangle$ | |
| Vzorek č. 1: | | | 49 |
| Vzorek č. 4: | | | 49 |
| Vzorek č. 5: | | | 50 |
| Vzorek č. 7: | | | 50 |
| Vzorek č. 11: | | | 51 |
| A4) DÍLČÍ SHRNU TÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ: | | | 52 |
| A5) transmittance – mezivrstev reflexních izolací | $\tau_{j=1}^{n=1}$ | $\lambda \in \langle 2; 2,5 \rangle$ | |
| Vzorek č. 34, 35, 36 a 37: | | | 53 |
| Vzorek č. 38, 39 a 40: | | | 53 |
| Vzorek č. 41, 42 a 43: | | | 54 |
| A5) DÍLČÍ SHRNU TÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ: | | | 55 |
| A6) difuzní reflektance – vybrané podklady, nátěry a další materiály | $\rho_{j=1}^{n=5}$ | $\lambda \in \langle 2; 2,5 \rangle$ | |
| Vzorek č. 21: | | | 56 |
| Vzorek č. 22: | | | 56 |
| Vzorek č. 23: | | | 57 |
| Vzorek č. 24: | | | 57 |
| Vzorek č. 25: | | | 58 |
| Vzorek č. 26: | | | 58 |
| Vzorek č. 27: | | | 59 |
| Vzorek č. 28: | | | 59 |
| Vzorek č. 29: | | | 60 |
| Vzorek č. 30: | | | 60 |
| Vzorek č. 31: | | | 61 |
| Vzorek č. 32: | | | 61 |

| | |
|---|----|
| Vzorek č. 33: | 62 |
| A6) DÍLČÍ SHRNU TÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ: | 63 |

| | | |
|---|--------------------|--------------------------------------|
| A7) difuzní reflektance – referenčních materiálů (laboratorních etanolů) | $\rho_{j=1}^{n=1}$ | $\lambda \in \langle 2; 2,5 \rangle$ |
| Vzorek č. 44: | 64 | |
| Vzorek č. 45: | 64 | |
| A7) DÍLČÍ SHRNU TÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ: | 65 | |

Oddíl B – sálavé vlastnosti stavebních materiálů - vnější prostředí

tzn. výsledky experimentálního stanovení sálavých vlastností vybraných stavebních materiálů v okrajových podmínkách vnějšího prostředí tj. v intervalu vlnových délek $\lambda \in \langle 0,8; 2,0 \rangle$ [μm].

| | | |
|--|---------------------|---|
| B1) spekulární reflektance – reflexní materiály, reflexní tepelné izolace | $\rho_{j=1}^{n=10}$ | $\Omega=10^\circ, \lambda \in \langle 0,8; 2 \rangle$ |
| Vzorek č. 1: | 67 | |
| Vzorek č. 2: | 67 | |
| Vzorek č. 3: | 68 | |
| Vzorek č. 4: | 68 | |
| Vzorek č. 5: | 69 | |
| Vzorek č. 6: | 69 | |
| Vzorek č. 7: | 70 | |
| Vzorek č. 8: | 70 | |
| Vzorek č. 9: | 71 | |
| Vzorek č. 10: | 71 | |
| Vzorek č. 11: | 72 | |
| Vzorek č. 12: | 72 | |
| Vzorek č. 13: | 73 | |
| Vzorek č. 14: | 73 | |
| Vzorek č. 15: | 74 | |
| Vzorek č. 16: | 74 | |
| B1) DÍLČÍ SHRNU TÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ: | 75 | |

| | | |
|---|---------------------|--------------------------------------|
| B2) difuzní reflektance – integrační sféra Antaris | $\rho_{j=1}^{n=10}$ | $\lambda \in \langle 0,8; 2 \rangle$ |
| Vzorek č. 1: | 76 | |
| Vzorek č. 2: | 76 | |
| Vzorek č. 4: | 77 | |
| Vzorek č. 5: | 77 | |
| Vzorek č. 6: | 78 | |
| Vzorek č. 7: | 78 | |
| Vzorek č. 8: | 79 | |
| Vzorek č. 9: | 79 | |
| Vzorek č. 10: | 80 | |
| Vzorek č. 11: | 80 | |
| Vzorek č. 12: | 81 | |
| Vzorek č. 13: | 81 | |
| Vzorek č. 14: | 82 | |

| | |
|--|-----|
| Vzorek č. 15: | 82 |
| Vzorek č. 16: | 83 |
| B2) DÍLČÍ SHRNU TÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ: | 84 |
| B3) difuzní reflektance $\rho_{j=1}^{n=10}$ $\lambda \in \langle 0,8;2 \rangle$ | |
| Vzorek č. 17: | 85 |
| Vzorek č. 18: | 85 |
| Vzorek č. 18: | 86 |
| Vzorek č. 19: | 86 |
| Vzorek č. 20: | 87 |
| Vzorek č. 20: | 87 |
| B3) DÍLČÍ SHRNU TÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ: | 88 |
| B4) difuzní reflektance - vzorník RAL $\rho_{j=1}^{n=3}$ $\lambda \in \langle 0,8;2 \rangle$ | |
| Vzorek č. 46: | 89 |
| Vzorek č. 47: | 89 |
| Vzorek č. 48: | 90 |
| Vzorek č. 49: | 90 |
| Vzorek č. 50: | 91 |
| Vzorek č. 51: | 91 |
| Vzorek č. 52: | 92 |
| Vzorek č. 53: | 92 |
| Vzorek č. 54: | 93 |
| Vzorek č. 55: | 93 |
| Vzorek č. 56: | 94 |
| B4) DÍLČÍ SHRNU TÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ: | 95 |
| B5) difuzní reflektance – povrchové úpravy $\rho_{j=1}^{n=5}$ $\lambda \in \langle 0,8;2 \rangle$ | |
| Vzorek č. 57: | 96 |
| Vzorek č. 21: | 96 |
| Vzorek č. 22: | 97 |
| Vzorek č. 58: | 97 |
| Vzorek č. 59: | 98 |
| Vzorek č. 60: | 98 |
| Vzorek č. 61: | 99 |
| Vzorek č. 62: | 99 |
| Vzorek č. 63: | 100 |
| Vzorek č. 64: | 100 |
| Vzorek č. 65: | 101 |
| Vzorek č. 66: | 101 |
| Vzorek č. 67: | 102 |
| Vzorek č. 68: | 102 |
| Vzorek č. 69: | 103 |
| Vzorek č. 70: | 103 |
| Vzorek č. 71: | 104 |
| Vzorek č. 72: | 104 |
| Vzorek č. 73: | 105 |
| Vzorek č. 74: | 105 |

| | |
|---|------------|
| Vzorek č. 75: | 106 |
| Vzorek č. 76: | 106 |
| Vzorek č. 77: | 107 |
| Vzorek č. 78: | 107 |
| Vzorek č. 79: | 108 |
| Vzorek č. 80: | 108 |
| Vzorek č. 81: | 109 |
| Vzorek č. 82: | 109 |
| Vzorek č. 83: | 110 |
| B5) DÍLČÍ SHRNU TÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ: | 111 |
| B6) difuzní reflektance tenkovrstvých omítek $\rho_{j=1}^{n=10}$ $\lambda \in \langle 0,8;2 \rangle$ a ostatních materiálů $\rho_{j=1}^{n=5}$ $\lambda \in \langle 0,8;2 \rangle$ | |
| Vzorek č. 84: | 113 |
| Vzorek č. 85: | 113 |
| Vzorek č. 86: | 114 |
| Vzorek č. 87: | 114 |
| Vzorek č. 31: | 115 |
| Vzorek č. 32: | 115 |
| Vzorek č. 33: | 116 |
| Vzorek č. 88: | 116 |
| Vzorek č. 89: | 117 |
| Vzorek č. 90: | 117 |
| B6) DÍLČÍ SHRNU TÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ: | 118 |
| B7) difuzní reflektance $\rho_{j=1}^{n=1}$ $\lambda \in \langle 2;2,5 \rangle$ | |
| Vzorek č. 37: | 119 |
| Vzorek č. 38: | 119 |
| B7) DÍLČÍ SHRNU TÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ: | 120 |
| CELKOVÝ SOUHRN VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ | |
| ODDÍL A) | |
| A1) DÍLČÍ SHRNU TÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ: | 122 |
| A2) DÍLČÍ SHRNU TÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ: | 123 |
| A3) DÍLČÍ SHRNU TÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ: | 124 |
| A4) DÍLČÍ SHRNU TÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ: | 125 |
| A5) DÍLČÍ SHRNU TÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ: | 126 |
| A6) DÍLČÍ SHRNU TÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ: | 127 |
| A7) DÍLČÍ SHRNU TÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ: | 128 |
| ODDÍL B) | |
| B1) DÍLČÍ SHRNU TÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ: | 129 |
| B2) DÍLČÍ SHRNU TÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ: | 130 |
| B3) DÍLČÍ SHRNU TÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ: | 131 |
| B4) DÍLČÍ SHRNU TÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ: | 132 |
| B5) DÍLČÍ SHRNU TÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ: | 133 |
| B6) DÍLČÍ SHRNU TÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ: | 135 |
| B7) DÍLČÍ SHRNU TÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ: | 136 |
| L I T E R A T U R A | 172 |

Úvod první kapitoly

Dále uvedené výsledky experimentálního stanovení sálavých veličin a to směrových spektrálních odrazivostí $\rho_{\Omega\lambda}$ [-] a směrových spektrálních propustností $\tau_{\Omega\lambda}$ [-] vybraných stavebních materiálů byly uskutečněny na spektrometrech Nicolet Nexus a Nicolet Avatar výrobce Thermo Electron Corporation v letech 2004 a 2005 [7] [8].

Úkolem měření bylo stanovení závislosti směrové spektrální reflektance $\rho_{\Omega\lambda}$ [-] na vlnové délce λ [μm] tepelného elektromagnetického záření (sálání) vybraných stavebních materiálů a stavebních výrobků (dle zákona č. 22/1997 Sb. a nařízení vlády č. 163/2002 Sb.) a to za okrajových podmínek typických odděleně pro interiéry obytných budov a pro exteriéry budov. Prvním intervalem vlnových délek λ [μm] byl interval od 2 μm do 25 μm , který je typický pro termodynamické povrchové teploty (cca 340 [K]) zdrojů tepelného sálání, kterými v interiérech obytných budov nejčastěji jsou otopná tělesa (desková a článková).

Druhým intervalem vlnových délek λ [μm] byl interval od 0,8 μm do 2 μm , který je typický pro termodynamické povrchové teploty (v řádech tisíců [K]) zdrojů tepelného sálání, kterým je v exteriérech budov slunce [10] [14].

Jelikož není v rámci norem ČSN, ČSN EN, ČSN ISO ani v odborné literatuře uveden způsob měření a stanovení sálavých veličin stavebních materiálů v okrajových podmínkách stavebních konstrukcí, bylo v první řadě nutné vybrat nejvhodnější měřicí postup a měřicí techniku, pomocí které by bylo možné na základě experimentálních měření určit jednočíselnou hodnotu sálavých veličin stavebních materiálů.

V rámci přístrojové techniky Nicolet bylo možné volit mezi stanovením spekulární reflexe s použitím nástavců 10SpecTM nebo 30SpecTM a mezi stanovením difuzní reflexe s použitím nástavce EzDiffTM nebo integrační sféry spektrometru Nicolet Antaris v oblasti vlnových délek λ [μm] od 0,8 μm do 2 μm .

Infračervená spektrometrie

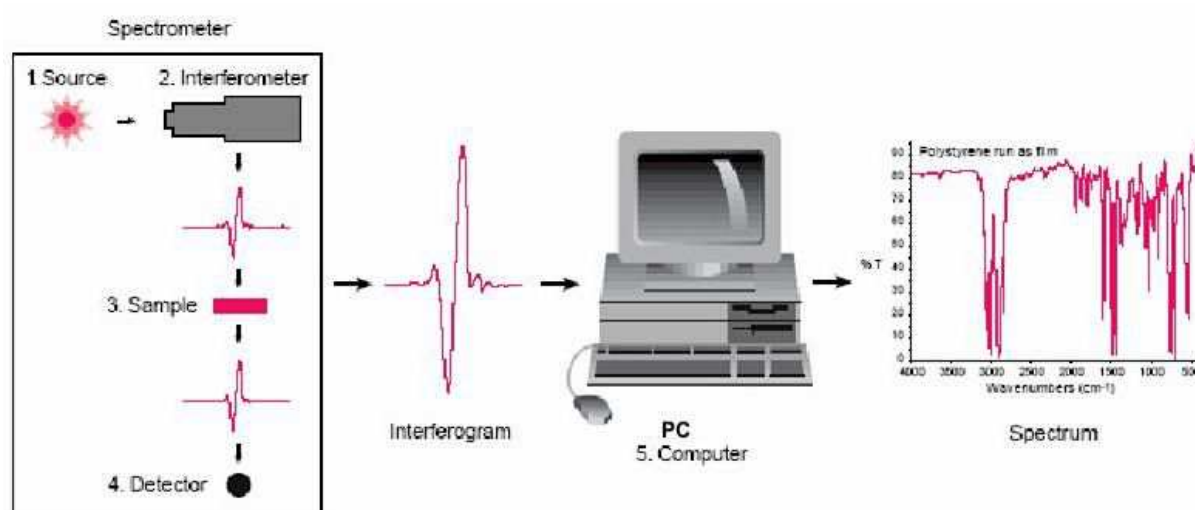
Úkolem infračerveného spektrometru je registrovat infračerveného spektra, tj. závislost intenzity záření na vlnové délce. Neexistuje však detektor, který by zaznamenával zároveň vlnovou délku záření a jeho intenzitu. U starších, tzv. disperzních přístrojů jsou jednotlivé vlnové délky snímány postupně, což je z hlediska časového, energetického (štěrbina vymezující úzký paprsek) a mechanického (složitost) nevýhodné.

Moderní spektrometry s Fourierovou transformací řeší tento problém jinak. Zjednodušeně řečeno, modulují pomocí interferencí najednou celou škálu infračervených vlnových délek a převádí je do oblasti audiofrekvencí, kde jsou detektory schopny zaznamenávat zároveň intenzitu a vlnovou délku.

Obr. č. 1 představuje jednoduché schéma vzniku spektra. Záření ze zdroje (source) je modulováno v Michelsonově modulátoru (interferometer) za pomoci dvou vzájemně kolmých zrcadel (jednoho pevného a jednoho lineárně pohyblivého) a mezi nimi umístěného děliče paprsků (tzv. beamsplitter, zrcadlo propouštějící 50% záření). Modulované záření projde vzorkem (sample), čímž se změní, a je detekováno detektorem. Signál z detektoru, tzv. interferogram, je Fourierovou transformací přepočten počítačem na spektrum.

Aby bylo k čemu vztáhnout intenzitu záření prošlého vzorkem či odraženého od vzorku, je třeba před měřením vzorku naměřit tzv. pozadí, což je v případě měření na průchod prázdný prostor přístroje a v případě reflexních měření co nejlépe odražející zrcátko. Měření pozadí také eliminuje vliv optických komponent konkrétního přístroje a vliv okolního prostředí (zejména vzdušné vlhkosti a oxidu uhličitého) na spektrum, takže spektra naměřená na různých spektrometrech a za různých „klimatických“ podmínek mohou být dobře porovnávána.

FTIR spektrometry měří relativně rychle – spektrum běžného vzorku je změřeno za necelou sekundu. Aby se však dosáhlo vyšší kvality spektra, která se vyjadřuje jako poměr signálu k šumu, obvykle se do výsledného spektra průměruje určitý počet jednotlivých spekter. Šum se vzájemně vyruší a signál se tak relativně k šumu zvýší. Tento parametr výsledného spektra se označuje jako „počet scanů“. Pojmem „scan“ je míněn jeden pohyb pohyblivého zrcadla modulátoru, kterým se naměří jedno spektrum.



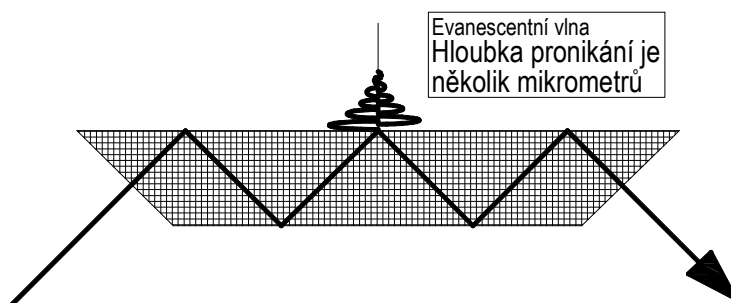
Obr. č. 1: Schéma vzniku IČ spektra

Druhým důležitým parametrem infračerveného spektra je rozlišení, čímž (hustota datových bodů spektra). Vyjadřuje se obvykle v cm^{-1} . Čím je číselná hodnota rozlišení nižší, tím více datových bodů tvoří výsledné spektrum a tím více podrobností je ve spektru vidět. Na druhé straně měření spektra s lepším rozlišením trvá déle. Pro tuhé a kapalné vzorky jsou nejběžnější hodnota $4 - 16 \text{ cm}^{-1}$ pro střední infračervenou oblast ($4000 - 400 \text{ cm}^{-1}$) a $8 - 32 \text{ cm}^{-1}$ pro blízkou infračervenou oblast ($12\,500 - 4000 \text{ cm}^{-1}$).

Reflexní měřicí techniky

FTIR spektroskopie díky své vysoké citlivosti detektorů a velkému průchodu energie často s výhodou využívá technik „na odraz“. Odrazové techniky zároveň nevyžadují žádnou speciální přípravu vzorku. Volba odrazové techniky opět úzce souvisí s požadovaným analytickým výsledkem.

Pro dostatečně silně absorbující vzorky lze použít techniky vnitřního odrazu - ATR (tlumená totální reflexe). Její princip je schematicky znázorněn na obr. 2.

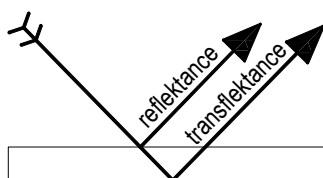


Obr. č. 2: Princip techniky ATR.

Vzorek je přitlačen ke vhodnému krystalu (ZnSe, Ge, Si, aj.) a záření vícenásobně odražené uvnitř krystalu proniká do vzorku do hloubky několika μm . V současné době jsou hojně využívány také jednodrazové ATR nástavce, které fokusují infračervené záření na plochu několika málo mm^2 , což je výhodné jednak pro malá množství vzorku, jednak pro možnost lepšího přitlačení tuhého vzorku ke krystalu. Efektivní hloubka pronikání záření do vzorku závisí na indexu lomu použitého krystalu, na úhlu dopadu záření na hranu krystalu a na vlnové délce.

ATR technika je vhodná pro kvalitativní analýzu tuhých a kapalných vzorků a pro kvantitativní analýzu kapalných směsí. V této práci bylo použito měření na jednodrazovém ZnSe ATR krystalu pro identifikaci materiálů opačných stran kovových folií a mezivrstev, které byly součástí reflexních tepelných izolací.

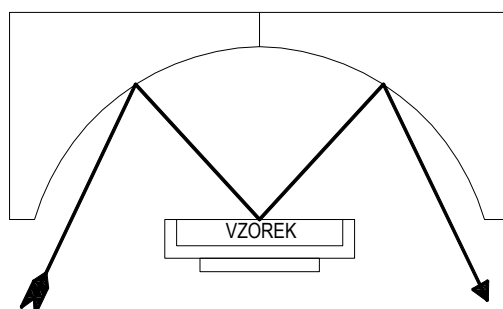
Zrcadlová (spekulární) reflexe umožňuje studium povrchů a tenkých vrstev. Využívá přímého odrazu infračerveného záření od povrchu předmětného materiálu. Volbou úhlu dopadu lze měnit hloubku pronikání záření do vzorku. Pro monomolekulární vrstvy je vhodné použít velmi tupý úhel dopadu ($80 - 85^\circ$) a pozlacené povrchy zrcadel. Při kvantitativním studiu tenkých vrstev je důležité mít na paměti, že záření může proniknout celou vrstvou a optická dráha záření ve vzorku je dvojnásobná (transflekance). Schéma obou dějů je na obr. č. 3.



Obr. č. 3: Zrcadlová reflexe a transreflektance.

Transreflektance - v technické praxi se lze setkat i s pojmy transreflektance, transabsorptance nebo transmitance. Uvedené pojmy se vztahují k především k povrchovým úpravám o relativně malé tloušťce, kterými je část dopadajícího záření propuštěna a dále je odražena resp. pohlcena materiálem, na kterém je aplikována zmíněná povrchová úprava. V praxi se např. transreflektance uplatní tehdy, když vrstva nátěrového systému má menší tloušťku než cca 0,1 mm.

Difuzní reflexe (DRIFT) je založená na detekci difúzně rozptýleného záření. Pro fokusaci záření slouží sféra umístěná nad vzorkem (obr. 4). Tato metodika je obvykle nevhodná pro kvantitativní analýzu, protože vzhled spektra závisí na fyzikálních vlastnostech vzorku (velikosti částic, upěchování apod.).



Obr. č. 4: Experimentální uspořádání při měření difúzně reflexních spekter (pro jednoduchost vyznačena pouze jedna „dráha paprsku“).

Měřicí přístroje

Měření byla provedena na spektrometrech Nicolet firmy Thermo Electron Corporation. Spektra v tzv. střední IČ oblasti byla měřena na spektrometrech Nicolet NEXUS a Nicolet AVATAR vybavenými optikou z bromidu draselného, která propouští infračervené záření až do vlnové délky 25 μm , a DTGS detektorem, který je nejběžnějším detektorem pro střední infračervenou oblast (2,5 μm – 25 μm). Součástí přístroje Nicolet NEXUS byla také proměnná irisová apertura pro zúžení svazku IČ, což je důležité pro reflexní měření na nástavcích s maskami menších rozměrů.

Spektra v tzv. blízké IČ oblasti (0,8 μm – 2 μm) byly měřeny na spektrometru Nicolet NEXUS uzpůsobeném pro tuto spektrální oblast (zdroj bílého světla, CaF₂ beamsplitter, detektor termoelektricky chlazený InGaAs, zesilovací mřížka).

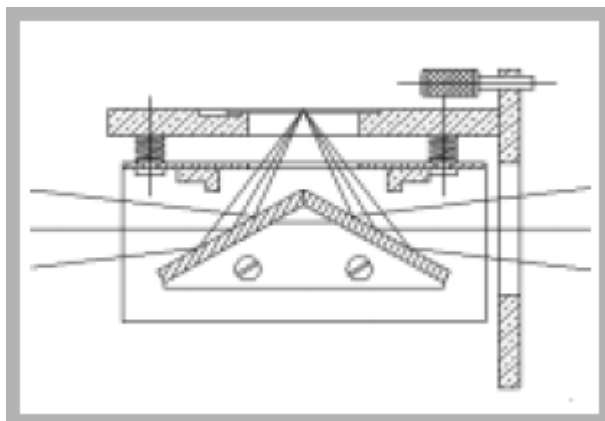
Difúzně reflexní spektra vybraných vzorků v blízké IČ oblasti byla za účelem porovnání s měřeními na difúzně-reflexním nástavci EzDiffTM změřena také na přístroji Nicolet ANTARIS (viz obr. 5) vybaveném integrační sférou se safírovým okénkem a InGaAs detektorem, zdrojem bílého světla a CaF₂ beamsplitterem. (beamsplittersy z fluoridu vápenatého a detektory s čipem z InGaAs jsou v blízké IČ oblasti používané nejběžněji).



Obr. č. 5: FT-NIR spektrometr Nicolet ANTARIS

Metoda spekulární reflexe

K měření přímého zrcadlového odrazu byl použit nástavec „10SpecTM“ (viz obr. 6) s fixním úhlem dopadu 10 stupňů (od kolmice) a maskou o průměru 5/8 palce. Spolehlivé kolmější nástavce k dispozici nejsou. Spektra byla změřena v rozsahu 2 – 25 μm , rozlišení 4, rychlost zrcadla modulátoru 0.9494, apertura 78, zesílení 4, hliníkové zrcátko jako pozadí na 64 scanů, vzorky pak na 25 scanů.



Obr. č. 6: Nástavec „10SpecTM“ (vlevo) a schéma nástavce „30SpecTM“

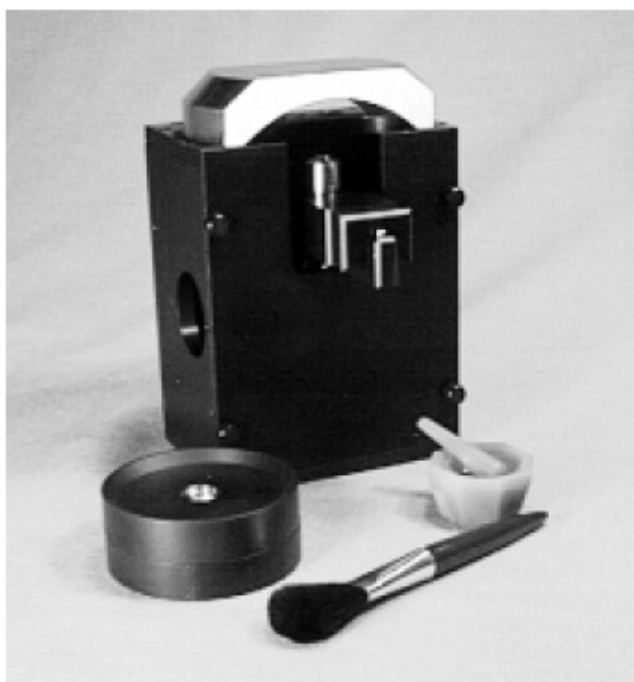
Pomocí tzv. jednoscanového náhledu bylo nalezeno maximum a minimum reflektivity a v nich naměřena spektra. Další spektra byla naměřena z náhodně vybraných míst vzorku.

Metoda difuzní reflexe

K měření spekter metodou difuzní reflexe byl použit nástavec „EzDiff™“ (obr. 7). Ten je vhodný zejména proto, že umožňuje nastavení nejhodnější polohy (výšky) vzorku v nástavci a že neobsahuje žádnou zábranu proti spekulární složce záření, takže výsledný signál je sumou spekulárně a difuzně reflektovaného záření. Úhel záření dopadajícího na vzorek je okolo 47° (podle nastavené výšky vzorku). Spektra ve střední IČ oblasti byla měřena na spektrometrech Nicolet NEXUS nebo Nicolet AVATAR z plochy vzorku o průměru cca 8 mm v rozsahu 2 μm – 25 μm , rozlišení 8, rychlost zrcadla modulátoru 0,9494 nebo 0,6329, maximální apertura, zesílení 2, hliníkové zrcátko jako pozadí na 64 scanů, vzorky pak na 25 scanů. Ze vzorků bylo vystřiženo vždy 5 obdélníků rozměru cca 1 x 1,5 cm. Z každého byla změřena 2 spektra (s otočením o 90° a posunem vzorku), celkem tedy 10 spekter. Pro každé měření byla optimalizována výška umístění vzorku v nástavci tak, aby dosažená reflektance vzorku byla co nejvyšší.

Sada vzorků 1 – 15 byla proměřena také v NIR oblasti (rozsah 0,8 – 2 μm) na difuzní reflexi odlišného typu – tzv. integrační sféře zabudované v FT-NIR spektrometru Nicolet ANTARIS. Integrační sféry mají ještě větší účinnost sběru reflektovaného záření než jakýkoli nástavec pro difuzní reflexi (i když přesné údaje nemáme, výrobce je neuvádí). V principu fungují tak, že záření odražené od vzorku je postupnými odrazy od přibližně ideálně difúzně reflektujícího vnitřního povrchu koule fokusováno na detektor.

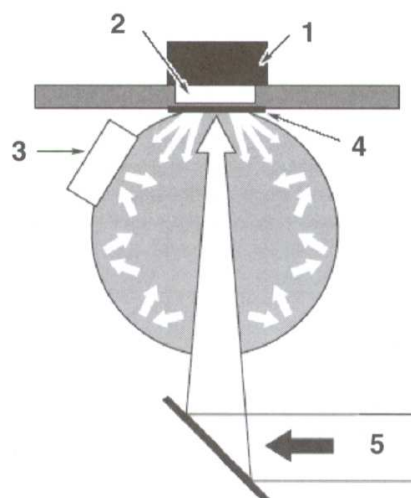
Integrační sféra ve spektrometru ANTARIS je konstruována tak, že na detektor nedopadá záření přímo (tj. spekulárně) od vzorku odražené. Sbírá jen záření odražené difúzně do jiných směrů. Je to zřejmé z konstrukce integrační sféry na obr. 8 - přímý odraz jde zpátky "ven" vstupním otvorem infračerveného záření.



Obr. č. 7: Nástavec „EzDiff™“

10 spekter z náhodně zvolených míst každého vzorku bylo změřeno po přitíštění na safírové okénko integrační sféry v rozsahu 0,8 – 2 μm , rozlišení 8, rychlost zrcadla modulátoru 1,2659, zesílení 1, jako pozadí difúzně reflektující zlato na 50 scanů, vzorky pak na 25 scanů. Vzorky materiálů střešních krytin byly měřeny z deseti náhodně vybraných míst v blízké IČ

oblasti ($0,8 \mu\text{m} - 2 \mu\text{m}$) na spektrometru NEXUS s nástavcem EzDiffTM z plochy vzorku o průměru cca 8 mm, rozlišení 8, rychlost zrcadla modulátoru 1,2659, apertura 88, zesílení 2, hliníkové zrcátko jako pozadí na 50 scanů, vzorky pak na 25 scanů.



Obr. č. 8: Integrační sféra FTIR spektrometru Nicolet Antaris: 1 – vzorek, 2 – safírové okénko (deska, ve které je zabudováno, je vlastně horní plocha spektrometru), 3 – detektor sbíraného záření (typ InGaAs), 4 – pohyblivá vnitřní zlatá difuzní reference, řízená počítačem, 5 – vstup záření

Stejnou technikou byla naměřena také difúzně reflexní spektra vnitřních stran folií těch vzorků, které se skládají ze dvou kovových folií a izolační mezivrstvy. Folie byly opatrně odtrhnuty od izolační mezivrstvy a mechanicky očištěny.

Dalšími vzorky měřenými stejným postupem na difuzní reflexi v blízké IČ oblasti byly odstíny barev dle vzorníku RAL. Jelikož se jedná o vzorky podstatně stejnoměrnější než předchozí materiály, byla měřena a následně průměrována vždy jen tři spektra.

Stejnou technikou a při stejných parametrech měření byla také naměřena difúzně reflexní spektra nátěrů. Z důvodu hledání nejvhodnější přípravy vzorků k měření byly proměřeny nejprve tři vytipované vzorky nanesené v jedné, dvou a třech vrstvách na hliníkové folii a v jedné vrstvě na papíře. Ostatní nátěry pak byly měřeny jako 3 vrstvy na hliníkové folii a vzorek jediného venkovního nátěru také na štku. Z důvodu větší stejnoměrnosti vzorků bylo místo deseti spekter od každého vzorku měřeno jen 5.

Dalšími vzorky měřenými na difuzní reflexi v blízké IČ oblasti byly tenkovrstvé omítky a vzorky běžně používaných stavebních materiálů (beton, keramika – řez z cihly, glazovaná keramika) a vzorky živičných a plastových hydroizolací. Z živičných izolací byl před měřením seříznut minerální posyp nanesený na povrchu. Jako referenční materiál pro všechna difúzně reflexní měření bylo použito napařované hliníkové zrcátko.

Transmisní měření

Transmisní měření velikostí směrových spektrálních transmitancí (propustností) $\tau_{\Omega\lambda}$ [-] bylo použito na tepelně izolačních materiálech, které tvoří izolační vrstvy vzorků reflexních tepelných izolací. Toto měření v rozsahu $2 - 25 \mu\text{m}$ bylo provedeno na FTIR spektrometru Nicolet Avatar z plochy vzorku o průměru 13 mm, který byl uchycen v tzv. univerzálním držáku vzorků, rozlišení 8, rychlost zrcadla modulátoru 0.6329, zesílení automatické, prázdný vzorkový prostor jako pozadí na 64 scanů, vzorky pak rovněž na 64 scanů.

Příprava vzorků

Na vzorky stavebních materiálů, u kterých byly stanoveny velikosti jejich sálavých veličin byly kladeny následující požadavky:

- rovinnost povrchu vzorku, hladkost povrchu vzorku, nepřítomnost prachu a nečistot na povrchu vzorku, nepřítomnost mechanického poškození vzorku. Tyto požadavky byly nezbytné pro použitelnost spekulární reflexe, ale také při použití difuzní reflexe EzDiffTM.
- pro měření na difuzně reflexním nástavci EzDiffTM musel mít vzorek maximální rozměry 25 x 25 mm a tloušťku maximálně 11 mm.

Postupy měření odrazivosti v ČSN

Existují měřicí postupy stanovení zrcadlové odrazivosti a zrcadlového lesku hliníku a slitin hliníku. Ty jsou detailně rozebrány v ČSN EN 12373-11/2001 [11]. Uvedenými postupy nebyly experimentálně stanoveny velikosti sálavých veličin vybraných stavebních materiálů, neboť převážná část hliníkových fólií tvořících součást reflexních tepelných izolací má matný hrubý povrch, způsoby měření v citované ČSN EN nereflektují na směrovou a spektrální závislost sálavých veličin apod.

Tato část evropské normy stanovuje metody pro měření zrcadlové odrazivosti a zrcadlového lesku plochých vzorků anodicky oxidovaného hliníku při použití geometrie 20° (metoda A), 45° (metoda B), 60° (metoda C) a 85° (metoda D), a zrcadlové odrazivosti doplňkovou metodou při 45° (metoda E) používající úzký přijímací úhel. Popsané metody jsou určeny především pro použití na bezbarvých anodicky oxidovaných plochách. Mohou být použity na barevném anodicky oxidovaném hliníku, ale pouze s podobnými barvami.

V uvedené ČSN jsou mimo jiné definovány:

zrcadlová odrazivost, tj. poměr světelného toku odraženého ve směru odrazu, pro stanovený úhel zdroje světla a receptoru, ke světelnému toku dopadajícího světla, obvykle vyjádřený v procentech;

zrcadlový lesk, tj. poměr světelného toku odraženého od objektu ve směru odrazu, pro stanovený úhel zdroje světla a receptoru, ke světelnému toku odraženému od skla s indexem lomu 1,567 ve směru odrazu.

CHARAKTERISTIKY MĚŘÍCÍCH PŘÍSTROJŮ

Charakteristika používaných spektrometrů:

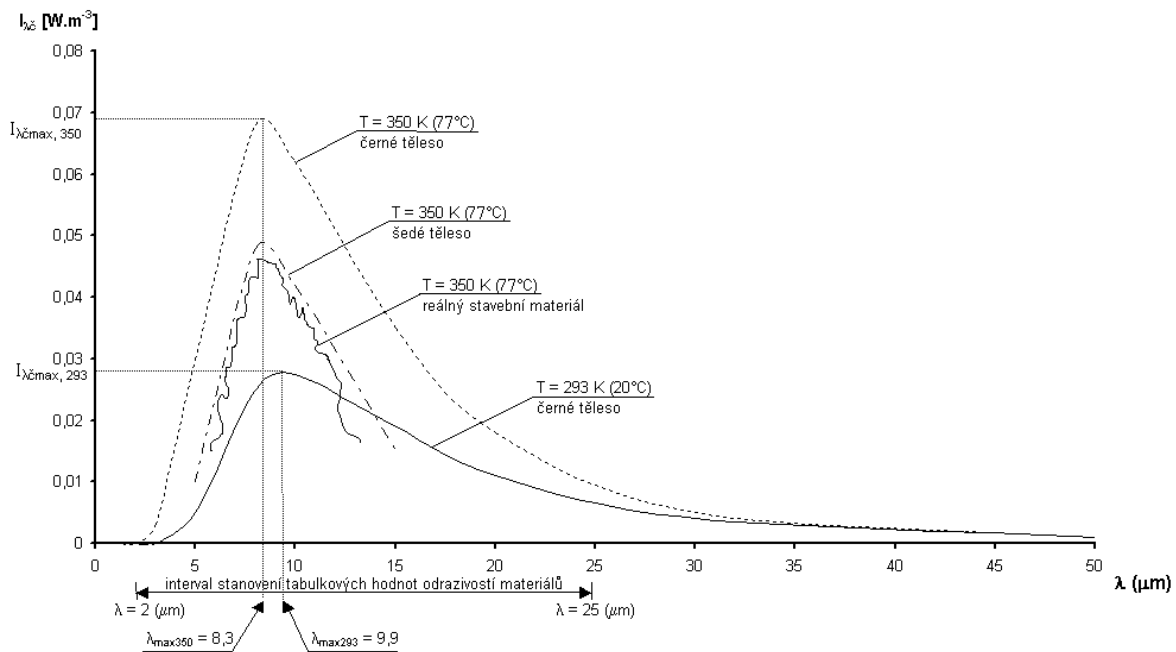
| | Nicolet AVATAR | Nicolet NEXUS | Nicolet ANTARIS |
|---------------------|----------------------------|----------------------------|------------------|
| dělič paprsků | KBr | KBr a CaF ₂ | CaF ₂ |
| detektor | DTGS | DTGS a InGaAs | InGaAs |
| max. rozsah měření | 1,32 – 26 μm | 0,8 – 26 μm | 0,8 – 2,5 μm |
| použitelné nástavce | 10Spec, 30Spec, EzDiff aj. | 10Spec, 30Spec, EzDiff aj. | Integrační sféra |

Specifikace použitých měřících nástavců:

| název | Popis |
|----------------------|--|
| 10spec TM | Nástavec pro spekulární reflexi s fixním úhlem dopadu 10° od kolmice ke vzorku. Vkládá se s vhodnou podstavou do vzorkového prostoru FTIR spektrometru. Používá se největší maska, jakou dovolí rozměry vzorku. |
| 30spec TM | Nástavec pro spekulární reflexi s fixním úhlem dopadu 30° od kolmice ke vzorku. Vsouvá se do transmisního držáku ve vzorkovém prostoru FTIR spektrometru. Používá se největší maska, jakou dovolí rozměry vzorku. |
| EzDiff TM | Nástavec pro difuzní reflexi s úhlem dopadu záření na vzorek okolo 47° od kolmice ke vzorku (závisí na přesné výšce umístění vzorku, která je nastavitelná mikrometrickým šroubem). Zahrnuje spekulární i difuzně reflexní složku záření odraženého od vzorku. Vkládá se s vhodnou podstavou do vzorkového prostoru FTIR spektrometru. |
| integrační sféra | Pomocí vnitřního kulového, dokonale difuzně reflektujícího povrchu směruje prakticky veškeré difuzně reflexní záření od vzorku na interní InGaAs detektor. Eliminuje spekulární složku od vzorku odraženého záření. Je zabudovaná napevno do FT-NIR spektrometru Nicolet ANTARIS. Umožňuje měření jen v rozsahu 0,8 – 2,5 μm. |

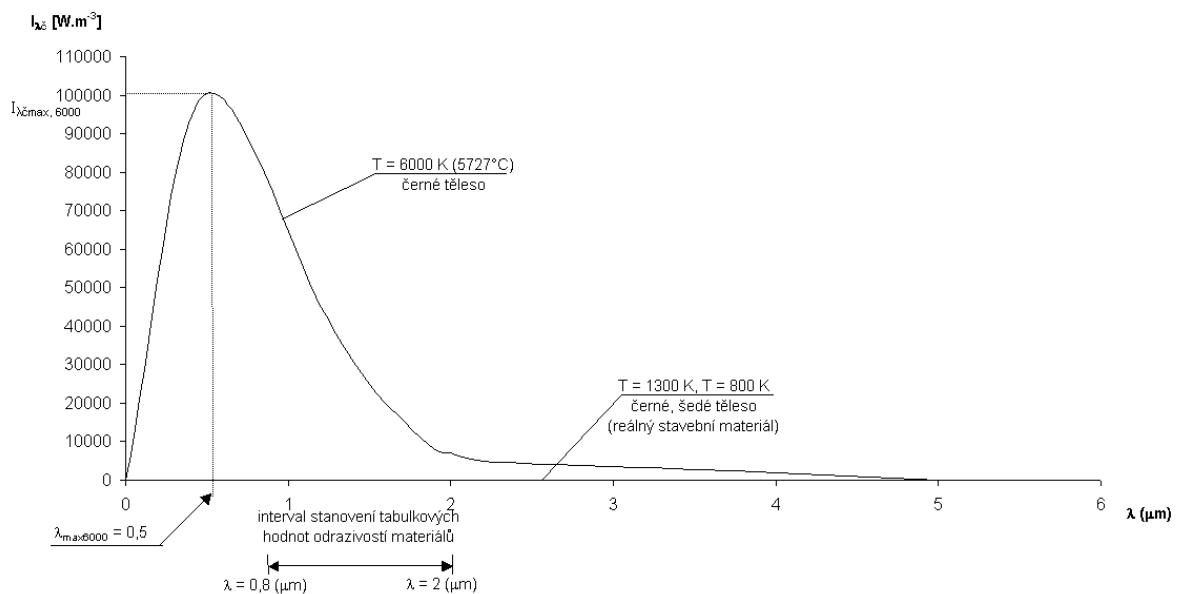
OKRAJOVÉ PODMÍNKY MĚŘENÍ

OKRAJOVÉ PODMÍNKY VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ



Obr. č. 9: Závislost spektrální intenzity záření $I_{\lambda c}$ [W/m^3] ideálně černého tělesa na vlnové délce tepelného záření λ [μm] pro danou střední teplotu vnitřního zdroje záření.

OKRAJOVÉ PODMÍNKY VNĚJŠÍHO PROSTŘEDÍ



Obr. č. 10: Závislost spektrální intenzity záření $I_{\lambda c}$ [W/m^3] ideálně černého tělesa o dané střední teplotě a vlnové délce λ [μm].

DETAILNÍ POPIS VZORKŮ

- reflexní materiály a reflexní tepelné izolace

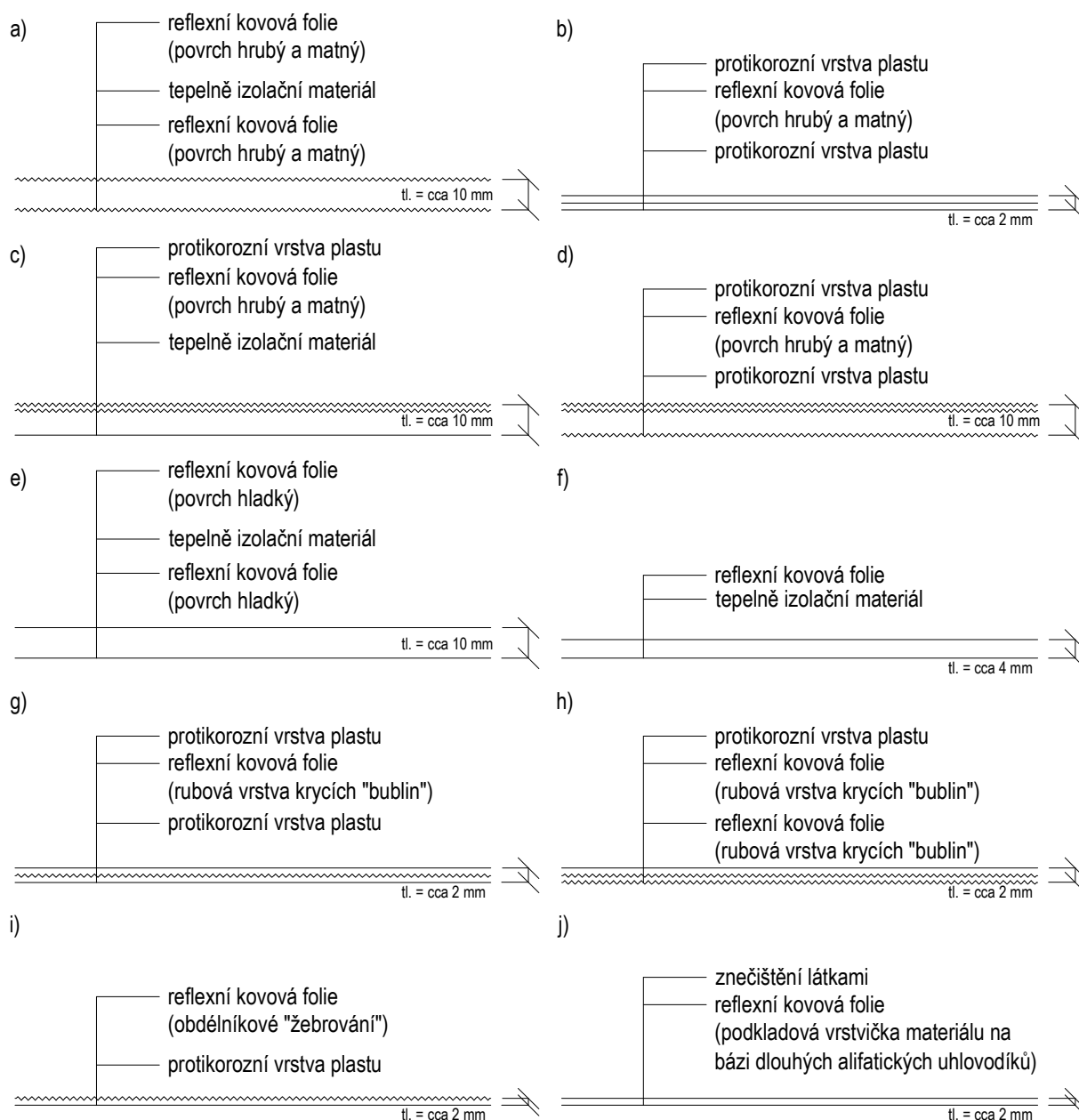
| VZOREK | MATERIÁL | TYP* | ZJIŠTĚNO MĚŘENÍM | $\tau_{\Omega\lambda}$ ** |
|--------|---|------|---|---------------------------|
| 1 | dvě hliníkové fólie tl. 0,07 [mm] (bez vrstvy plastu), mezi nimiž je vrstva pěnového polyethylenu tl. 8 [mm] | a | - | - |
| 2 | hladká hliníková fólie tl. 0,095 [mm] | b | z obou stran pokryta vrstvou polypropylenu | - |
| 3 | hladká hliníková fólie tl. 0,09 [mm] s vrstvou pěnového polyethylenu tl. 3 [mm] | c | pokryta vrstvou poly(ethylenetereftelátu) | $\tau_{\Omega\lambda}$ |
| 4 | dvě fólie tl. 0,12 [mm] s matným, hrubým povrchem s mezivrstvou pěnového polyethylenu tl. 7,8 [mm] | d | pokryta vrstvou poly(ethylenetereftelátu) | - |
| 5 | dvě fólie tl. 0,12 [mm] s matným, hrubým povrchem s mezivrstvou pěnového polyethylenu tl. 7,8 [mm] | e | bez pokrytí polymerem | $\tau_{\Omega\lambda}$ |
| 6 | hliníková fólie tl. 0,09 [mm] (bez vrstvy plastu) s matným, hrubým povrchem s rubovou vrstvou pěnového polyethylenu tl. 4,5 [mm] | f | - | - |
| 7 | dvě hliníkové fólie tl. 0,085 [mm] s matným, hrubým povrchem z obou stran, s vrstvou pěnového polyethylenu tl. 8 [mm] | d | pokryta vrstvou poly(ethylenetereftelátu) | - |
| 8 | hladká hliníková fólie tl. 0,09 [mm] s obdélníkovým „žebrováním“, rub včetně žebrování pokryt vrstvou polyethylenu tl. 3 [mm], fólie měřena strany s lesklým hladkým povrchem | g | na lici pokryta vrstvou polypropylenu | $\tau_{\Omega\lambda}$ |
| 9 | hliníková fólie tl. 0,1 [mm] s matným, hrubým povrchem s rubovou vrstvou pěnového polyethylenu tl. 2,25 [mm] | c | na lici pokryta vrstvou poly(ethylenetereftelátu) | $\tau_{\Omega\lambda}$ |
| 10 | hliníková fólie tl. 0,03 [mm] s matným, hrubým povrchem s rubovou vrstvou z polyethylenu tl. 3,75 [mm] | g | lic fólie je pokryt vrstvou poly(ethylenetereftelátu) | - |
| 11 | dvě hliníkové fólie tl. 0,04 [mm] s mezivrstvou z polyethylenu tl. 3,65 [mm], povrch jedné z folií zvrásněn (z této strany byla fólie měřena) | h | lic fólie je pokryt vrstvou poly(ethylenetereftelátu) | - |
| 12 | hladká hliníková fólie tl. 0,07 [mm] s obdélníkovým „žebrováním“, na rubové straně je pokryta polyethylenem tl. 3 [mm] | i | na lici nepokryta vrstvou plastů (zde měřena) | $\tau_{\Omega\lambda}$ |
| 13 | hladká hliníková fólie tl. 0,02 [mm] s rubovou vrstvou z polyethylenu tl. 3 [mm] | h | lic fólie je pokryt vrstvou poly(ethylenetereftelátu) | $\tau_{\Omega\lambda}$ |
| 14 | hliníková fólie tl. 0,05 [mm] s matným, hrubým povrchem s vrstvou pěnového polystyrenu tl. 3,53 [mm] na rubu | f | na lici nepokryta vrstvou plastů | - |
| 15 | hliníková fólie tl. 0,04 [mm] s matným, hrubým povrchem s rubovou vrstvou z polyethylenu tl. 5,6 [mm] | h | lic fólie je pokryt vrstvou poly(ethylenetereftelátu) | - |
| 16 | hladká měděná fólie tl. 0,07 [mm] pokrytou vrstvou asfaltu tl. 1,2 [mm] | j | na povrchu mírně znečištěna asfaltem | - |

Vzorky byly měřeny vždy ze strany kovové folie. Materiál opačných stran folií a mezivrstev byl stejně jako materiál pokrývající kovovou folii identifikován naměřením infračerveného spektra některou z reflexních technik a jeho počítačovým porovnáním s elektronickou databází spekter.

* Typy materiálových skladeb reflexních materiálů a reflexních izolací

** Transmittance $\tau_{\Omega\lambda}$ [-] tepelné izolace materiálů (mezivrstev u reflexní tepelné izolace)

TYPY MATERIÁLOVÝCH SKLADEB REFLEXNÍCH MATERIÁLŮ A REFLEXNÍCH IZOLACÍ



Obr. č. 11: Materiálové složení reflexních izolací a) dvě reflexní kovové fólie, mezi kterými je vrstva tepelně izolačního materiálu b) reflexní kovová fólie na lícové i rubové straně opatřena protikorozní vrstvou plastu c) reflexní kovová fólie na lícové straně opatřena protikorozní vrstvou plastu a na rubové straně s vrstvou tepelně izolačního materiálu d) dvě reflexní kovové fólie, na jejichž vnějším povrchu je ochranná protikorozní vrstva plastu, mezi kterými je vrstva tepelně izolačního materiálu e) dvě reflexní kovové hladké fólie, mezi kterými je vrstva tepelně izolačního materiálu f) reflexní kovová fólie s vrstvou tepelně izolačního materiálu g) reflexní kovová fólie na lícové i rubové straně opatřena protikorozní vrstvou plastu h) dvě reflexní kovové fólie, jedna opatřena protikorozní vrstvou plastu i) reflexní kovová fólie, opatřena protikorozní vrstvou plastu j) reflexní kovová fólie na povrchu mírně znečištěna asfaltem

Pro měření především v oblasti blízkého infračerveného záření byly později zadavatelem dodány další vzorky:

| VZOREK | MATERIÁL | | POZNÁMKA |
|--------|---------------------|---|---|
| 17 | ALUKRYT | hnědočervený nátěr na kovovém podkladu | - |
| 18 | MĚĎ | měděný plech | jedna strana lesklá, spektra označena jako MĚĎ 1, druhá strana s rovnoběžnými rýhami, spektra označena jako MĚĎ 2 |
| 19 | POZINK | pozinkovaný ocelový plech | - |
| 20 | TITANZINEK | ocelový plech pokovený zinkem s obsahem 1 – 2% titanu | jedna strana lesklá, spektra označena jako TITANZINEK 1, druhá strana trochu matnější, spektra označena jako TITANZINEK 2 |
| 21 | PAPÍR | - | podklad pod vzorky |
| 22 | ŠTUK | - | podklad pod vzorky |
| 23 | NÁTĚR 2 | nanesen v jedné vrstvě na papír | - |
| 24 | NÁTĚR 4 | nanesen v jedné vrstvě na papír | - |
| 25 | NÁTĚR 5 | nanesen v jedné vrstvě na papír | - |
| 26 | NÁTĚR 6 | nanesen v jedné vrstvě na papír | - |
| 27 | NÁTĚR 6 | nanesen ve dvou vrstvách na štuk | - |
| 28 | NÁTĚR 11 | nanesen v jedné vrstvě na papír | - |
| 29 | NÁTĚR 16 | nanesen v jedné vrstvě na papír | - |
| 30 | NÁTĚR 17 | nanesen v jedné vrstvě na papír | - |
| 31 | KERAMIKA | - | - |
| 32 | BETON | - | - |
| 33 | GLAZURA | - | - |
| 34 | MEZIVRTSVA VZORKU 1 | - | ze vzorků byla oddělením obou kovových folií „vy-preparována“ izolační mezivrstva nebo byla oddělena jen jedna folie |
| 35 | IZOLACE VZORKU 3 | - | ze vzorků byla oddělením obou kovových folií „vy-preparována“ izolační mezivrstva nebo byla oddělena jen jedna folie |
| 36 | MEZIVRTSVA VZORKU 4 | - | ze vzorků byla oddělením obou kovových folií „vy-preparována“ izolační mezivrstva nebo byla oddělena jen jedna folie |
| 37 | IZOLACE VZORKU 6 | - | ze vzorků byla oddělením obou kovových folií „vy-preparována“ izolační mezivrstva nebo byla oddělena jen jedna folie |
| 38 | MEZIVRTSVA VZORKU 7 | - | ze vzorků byla oddělením obou kovových folií „vy-preparována“ izolační mezivrstva nebo byla oddělena jen jedna folie |
| 39 | IZOLACE VZORKU 9 | - | ze vzorků byla oddělením obou kovových folií „vy-preparována“ izolační mezivrstva nebo byla oddělena jen jedna folie |
| 40 | IZOLACE VZORKU 10 | - | ze vzorků byla oddělením obou kovových folií „vy-preparována“ izolační mezivrstva nebo byla oddělena jen jedna folie |

| VZOREK | MATERIÁL | | POZNÁMKA |
|--------|-------------------------|-------------------------------------|--|
| 41 | MEZIVRTSVA VZORKU 11 | - | ze vzorků byla oddělením obou kovových folií „vy-preparována“ izolační mezivrstva nebo byla oddělena jen jedna folie |
| 42 | IZOLACE VZORKU 13 | - | ze vzorků byla oddělením obou kovových folií „vy-preparována“ izolační mezivrstva nebo byla oddělena jen jedna folie |
| 43 | IZOLACE VZORKU 14 | - | ze vzorků byla oddělením obou kovových folií „vy-preparována“ izolační mezivrstva nebo byla oddělena jen jedna folie |
| 44 | ZLATÉ ZRCÁTKO | proti hliníkovému zrcátku | - |
| 45 | HLINÍKOVÉ ZRCÁTKO | proti zlatému zrcátku | - |
| 46 | NÁTĚR | Barva dle RAL | 1006 okrová |
| 47 | NÁTĚR | Barva dle RAL | 1021 žlutá |
| 48 | NÁTĚR | Barva dle RAL | 2003 oranžová |
| 49 | NÁTĚR | Barva dle RAL | 5012 modrá |
| 50 | NÁTĚR | Barva dle RAL | 6025 zelená |
| 51 | NÁTĚR | Barva dle RAL | 7038 šedá |
| 52 | NÁTĚR | Barva dle RAL | 9003 bílá |
| 53 | NÁTĚR | Barva dle RAL | 9004 černá |
| 54 | NÁTĚR | Barva dle RAL | 9011 uhlově černá |
| 55 | NÁTĚR | Barva dle RAL | 9016 bílá |
| 56 | RUB | - | - |
| 57 | HLINÍKOVÁ FOLIE | - | podklad pod vzorky |
| 58 | VZOREK 2 | nanesen v jedné vrstvě na hliník | - |
| 59 | VZOREK 2 | nanesen ve dvou vrstvách na hliník | - |
| 60 | VZOREK 2 | nanesen ve třech vrstvách na hliník | - |
| 61 | VZOREK 2 | nanesen v jedné vrstvě na papír | - |
| 62 | VZOREK 11 | nanesen v jedné vrstvě na hliník | - |
| 63 | VZOREK 11 | nanesen ve dvou vrstvách na hliník | - |
| 64 | VZOREK 11 | nanesen ve třech vrstvách na hliník | - |
| 65 | VZOREK 11 | nanesen v jedné vrstvě na papír | - |
| 66 | VZOREK 13 | nanesen v jedné vrstvě na hliník | - |
| 67 | VZOREK 13 | nanesen ve dvou vrstvách na hliník | - |
| 68 | VZOREK 13 | nanesen ve třech vrstvách na hliník | - |
| 69 | VZOREK 13 | nanesen v jedné vrstvě na papír | - |
| 70 | VZOREK 1 | nanesen ve třech vrstvách na hliník | - |

| VZOREK | MATERIÁL | | POZNÁMKA |
|---------------|-----------------------|-------------------------------------|-----------------|
| 71 | VZOREK 4 | nanesen ve třech vrstvách na hliník | - |
| 72 | VZOREK 5 | nanesen ve třech vrstvách na hliník | - |
| 73 | VZOREK 6 | nanesen ve třech vrstvách na hliník | - |
| 74 | VZOREK 7 | nanesen ve třech vrstvách na hliník | - |
| 75 | VZOREK 8 | nanesen ve třech vrstvách na hliník | - |
| 76 | VZOREK 9 | nanesen ve třech vrstvách na hliník | - |
| 77 | VZOREK 10 | nanesen ve třech vrstvách na hliník | - |
| 78 | VZOREK 12 | nanesen ve třech vrstvách na hliník | - |
| 79 | VZOREK 14 | nanesen ve třech vrstvách na hliník | - |
| 80 | VZOREK 15 | nanesen ve třech vrstvách na hliník | - |
| 81 | VZOREK 16 | nanesen ve třech vrstvách na hliník | - |
| 82 | VZOREK 17 | nanesen ve třech vrstvách na hliník | - |
| 83 | VZOREK 1 | nanesen ve dvou vrstvách na štuk | - |
| 84 | TENKOVROSTVÉ OMÍTKY 1 | tenkovrstvé omítky | - |
| 85 | TENKOVROSTVÉ OMÍTKY 2 | tenkovrstvé omítky | - |
| 86 | TENKOVROSTVÉ OMÍTKY 3 | tenkovrstvé omítky | - |
| 87 | TENKOVROSTVÉ OMÍTKY 4 | tenkovrstvé omítky | - |
| 88 | PVC FOLIE | - | - |
| 89 | ŽIVIČNÝ PÁS | - | - |
| 90 | ŽIVIČNÝ PÁS | - | - |

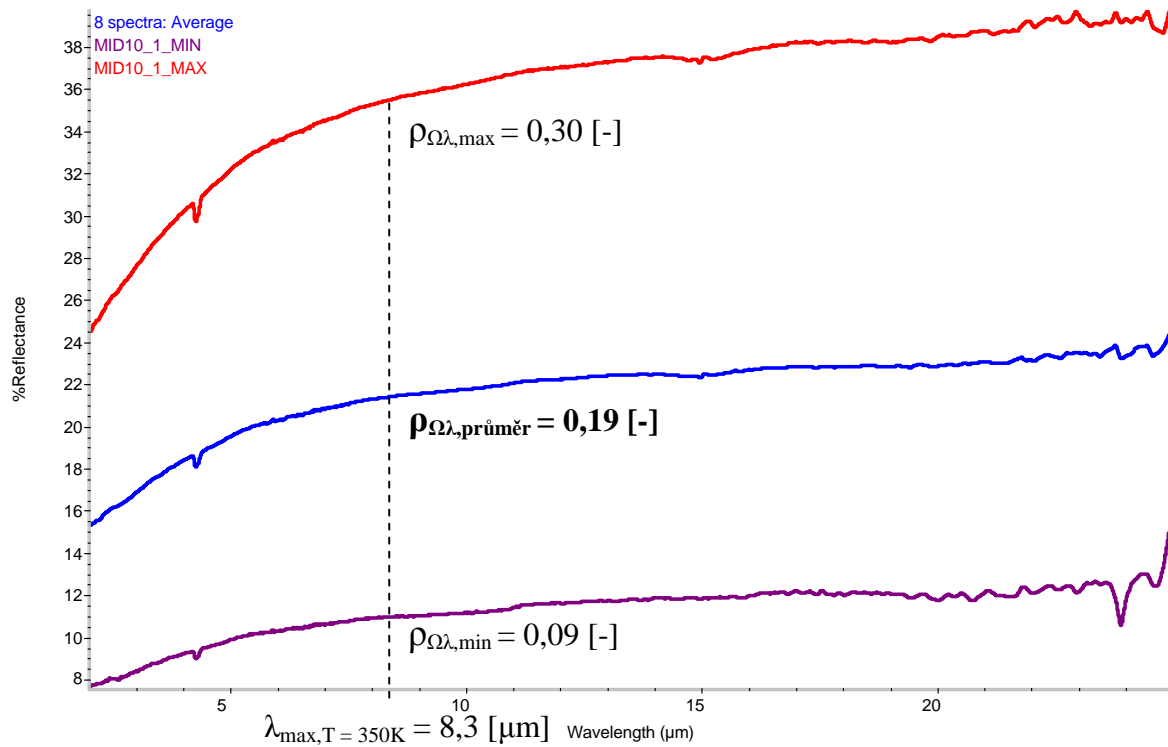
**VÝSLEDKY EXPERIMENTÁLNÍHO STANOVENÍ
SÁLA VÝCH VLASTNOSTÍ VYBRANÝCH
STAVEBNÍCH MATERIÁLŮ,
TJ. REFLEKTANCÍ $\rho_{\Omega\lambda}$ [-], TRANSMITANCÍ $\tau_{\Omega\lambda}$ [-]**

**OKRAJOVÉ PODMÍNKY
VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ**

A1) spekulární reflektance – reflexní materiály, reflexní tepelné izolace $\rho_{j=1}^{n=8, \Omega=10^\circ, \lambda \in (2; 2,5)}$

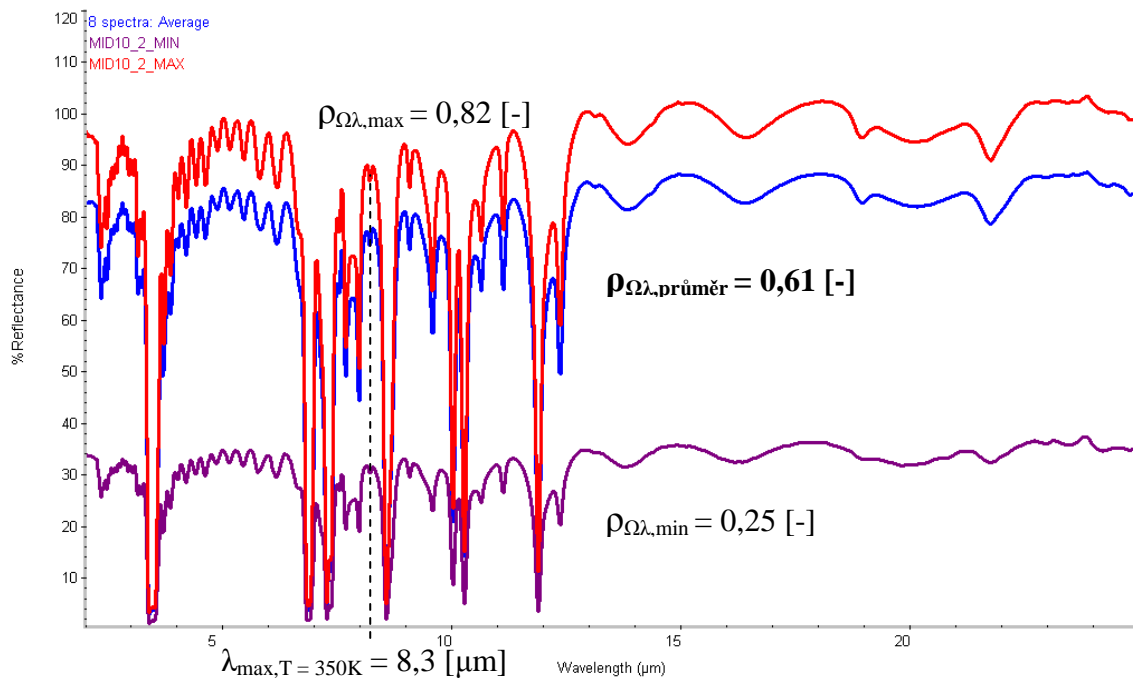
Vzorek č. 1:

dvě hliníkové fólie tl. 0,07 [mm] (bez vrstvy plastu), mezi nimiž je vrstva pěnového polyethylenu tl. 8 [mm]



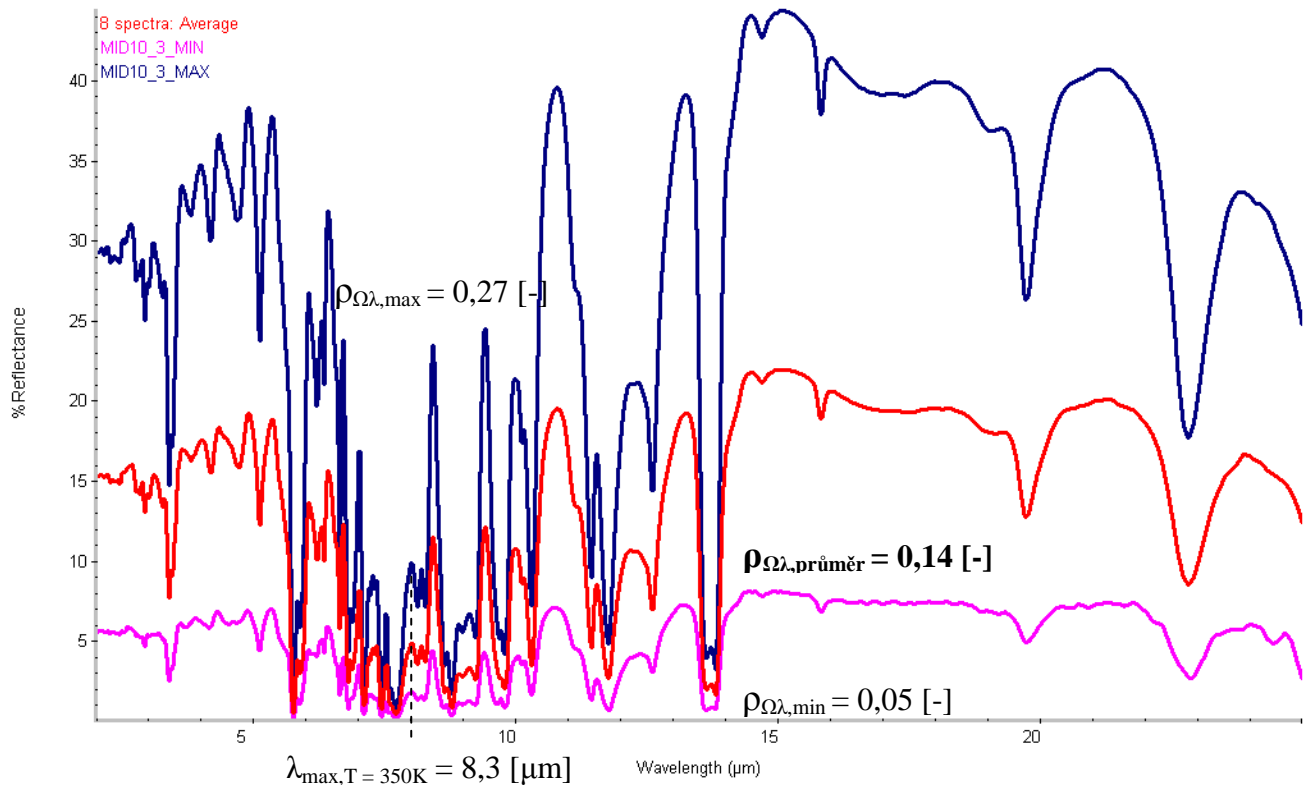
Vzorek č. 2:

hladká hliníková fólie tl. 0,095 [mm]



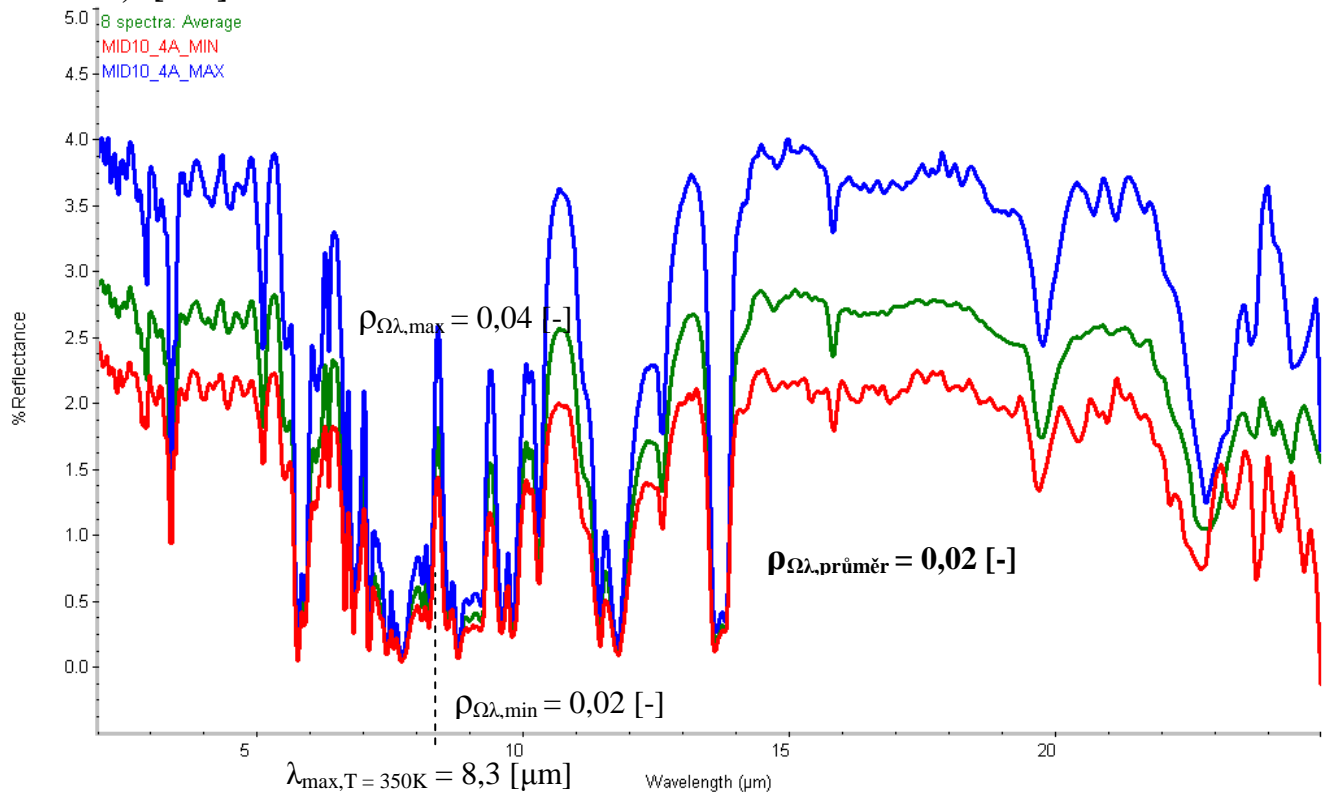
Vzorek č. 3:

hladká hliníková folie tl. 0,09 [mm] s vrstvou pěnového polyethylenu tl. 3 [mm]



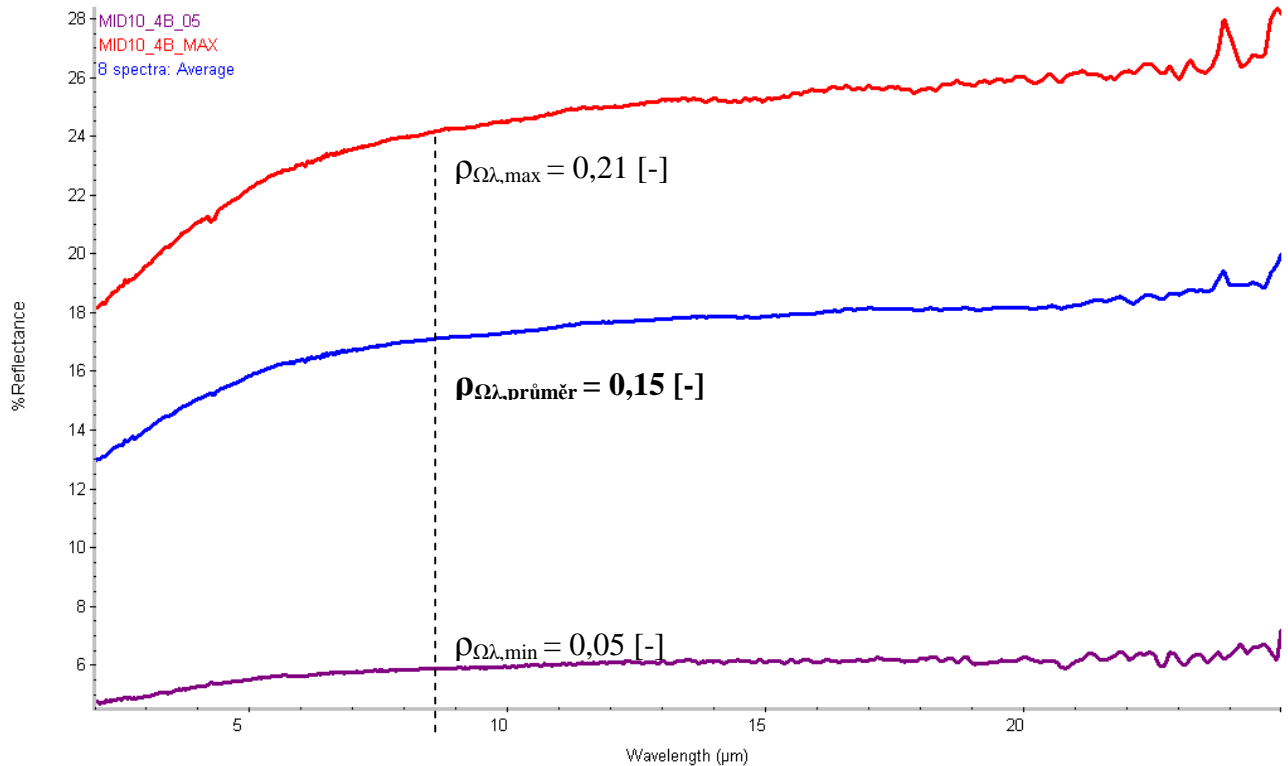
Vzorek č. 4:

dvě folie tl. 0,12 [mm] s matným, hrubým povrchem s mezivrstvou pěnového polyethylenu tl. 7,8 [mm]



Vzorek č. 5:

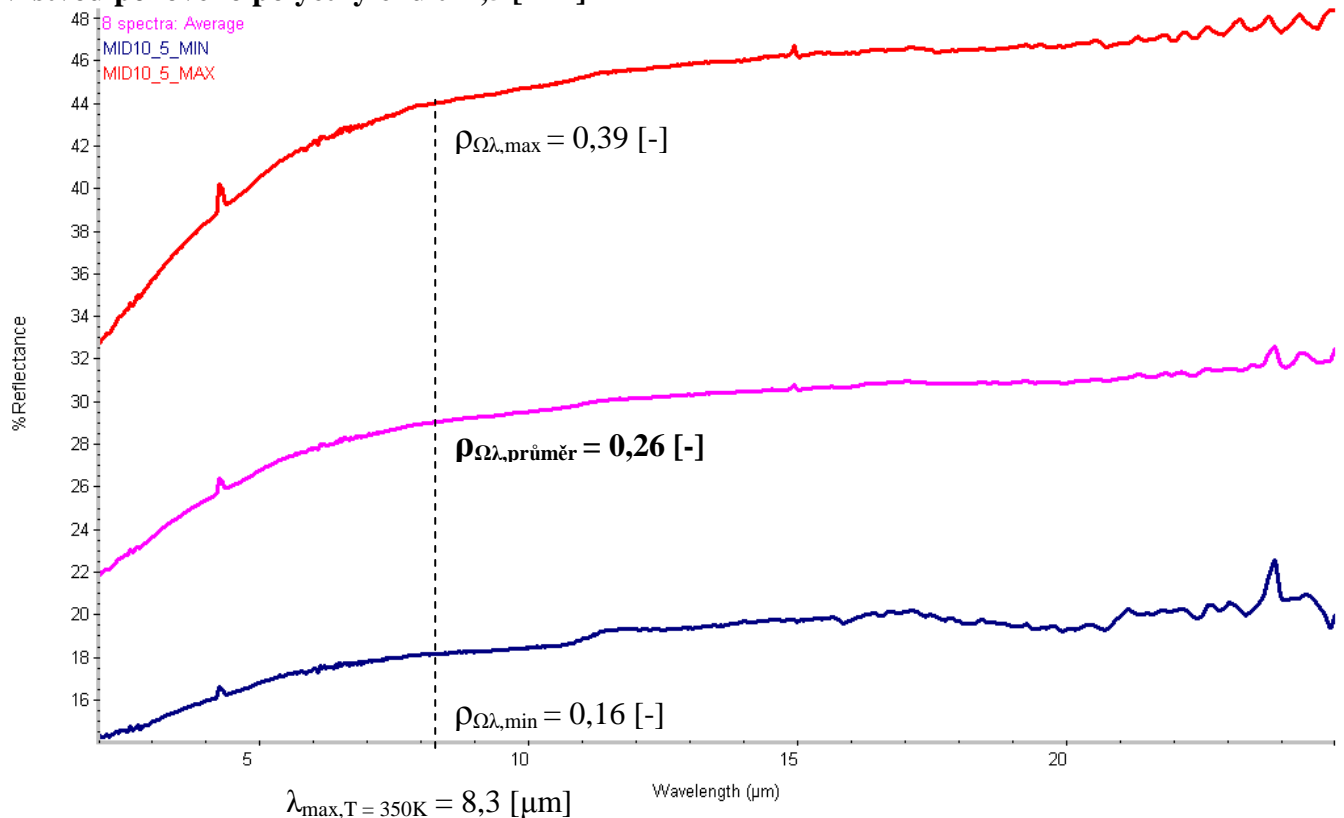
dvě folie tl. 0,12 [mm] s matným, hrubým povrchem s mezivrstvou pěnového polyethylenu tl. 7,8 [mm]



$$\lambda_{\text{max},T=350\text{K}} = 8,3 \mu\text{m}$$

Vzorek č. 6:

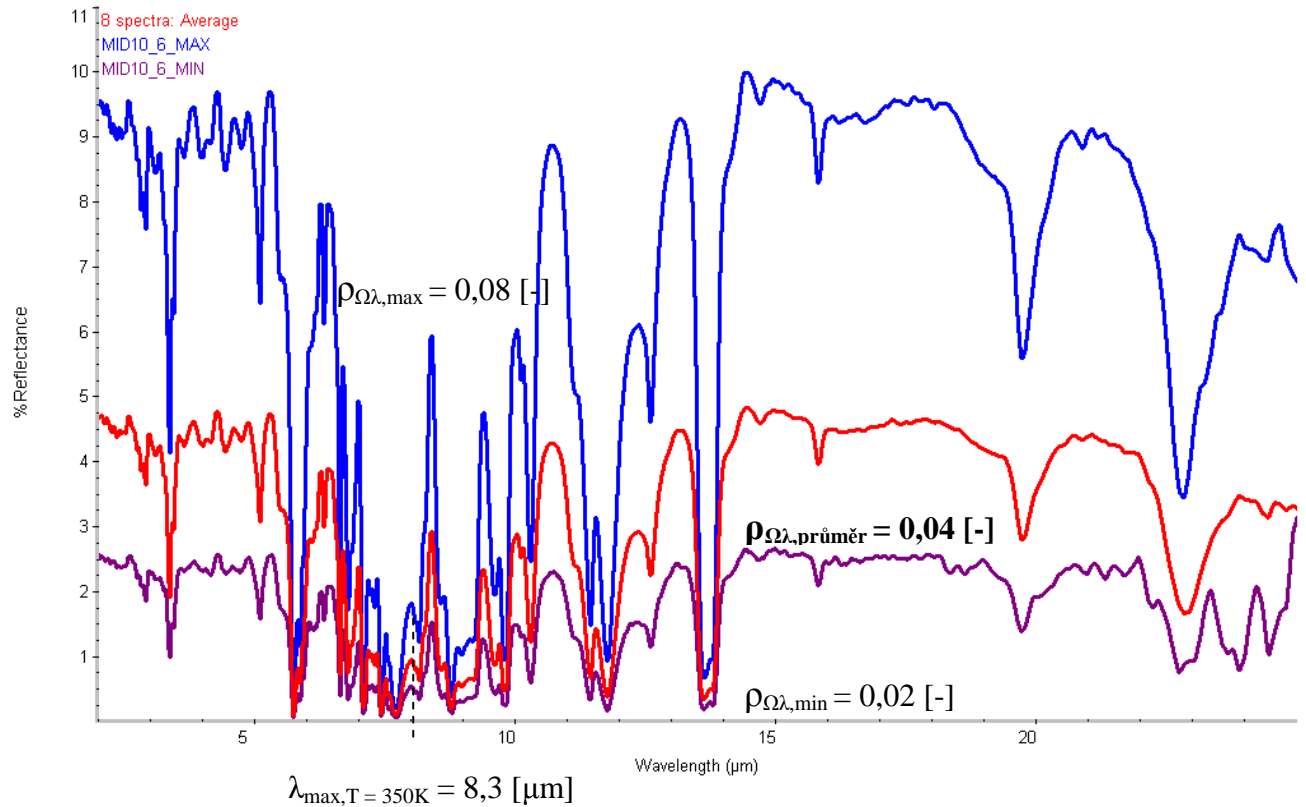
hliníková folie tl. 0,09 [mm] (bez vrstvy plastu) s matným, hrubým povrchem s rubovou vrstvou pěnového polyethylenu tl 4,5 [mm]



$$\lambda_{\text{max},T=350\text{K}} = 8,3 \mu\text{m}$$

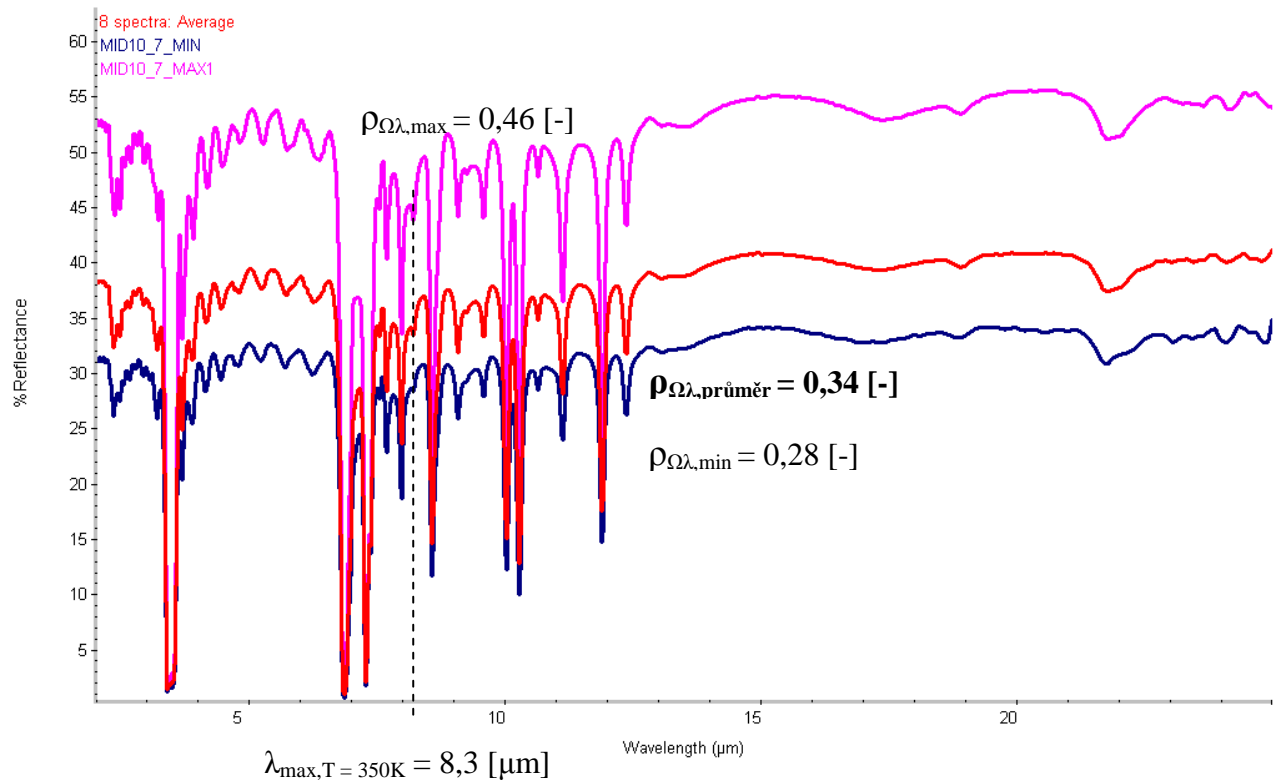
Vzorek č. 7:

dvě hliníkové folie tl. 0,085 [mm] s matným, hrubým povrchem z obou stran, s vrstvou pěnového polyethylenu tl. 8 [mm]



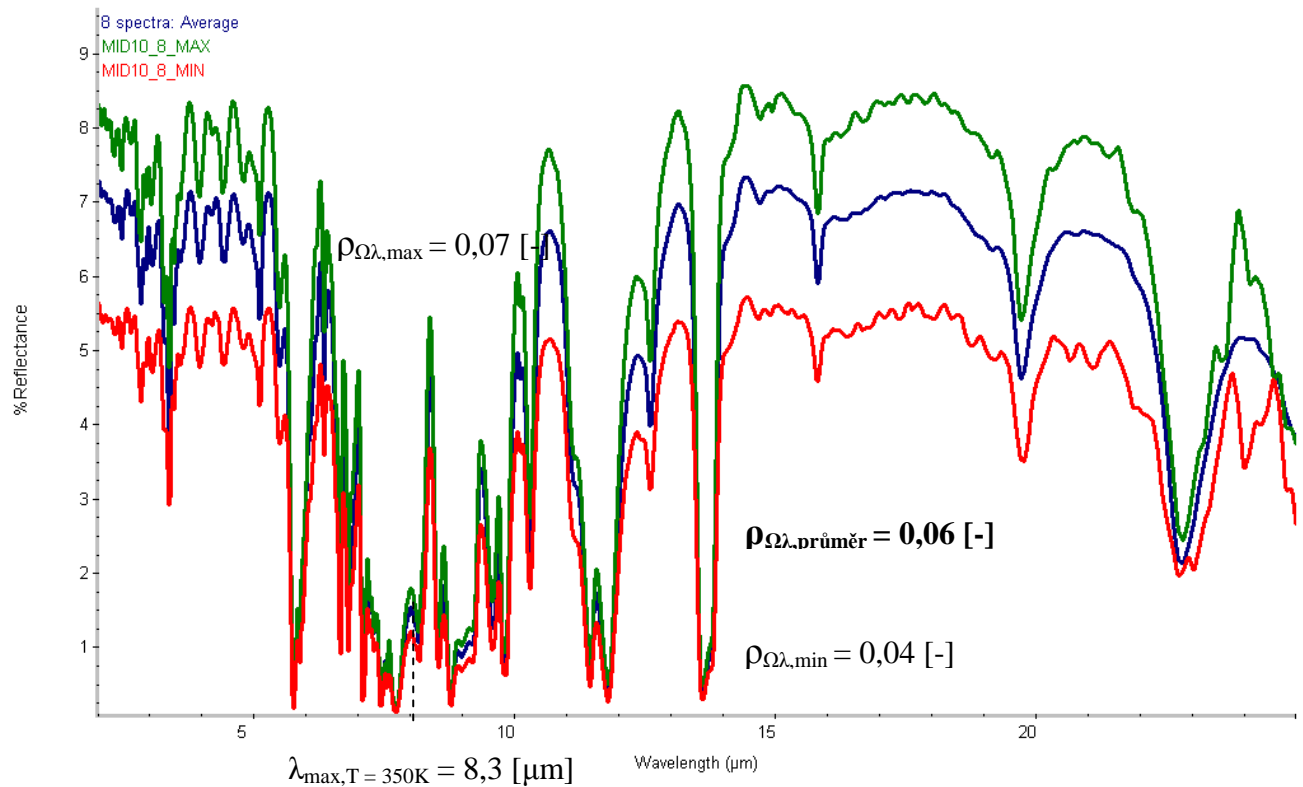
Vzorek č. 8:

hladká hliníková folie tl. 0,09 [mm] s obdélníkovým „žebrováním“, rub včetně žebrování pokryt vrstvou polyethylenu tl. 3 [mm], folie měřena strany s lesklým hladkým povrchem



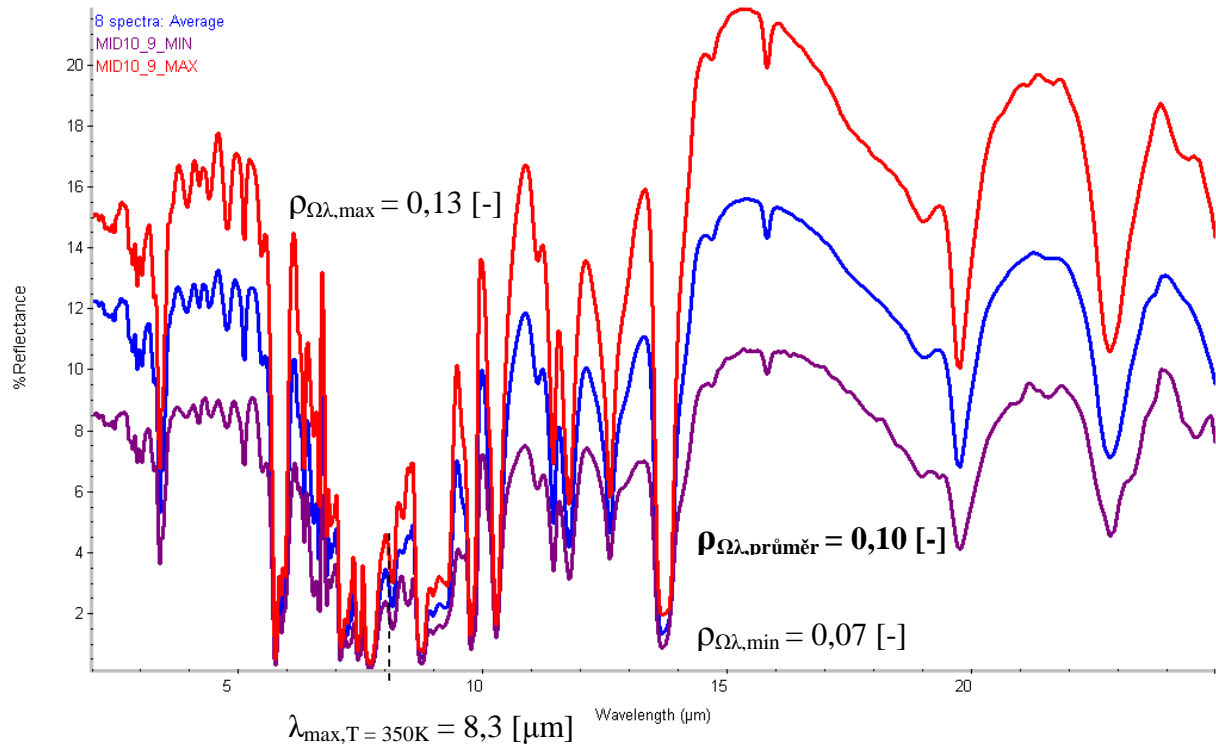
Vzorek č. 9:

hliníková folie tl. 0,1 [mm] s matným, hrubým povrchem s rubovou vrstvou pěnového polyethylenu tl. 2,25 [mm]



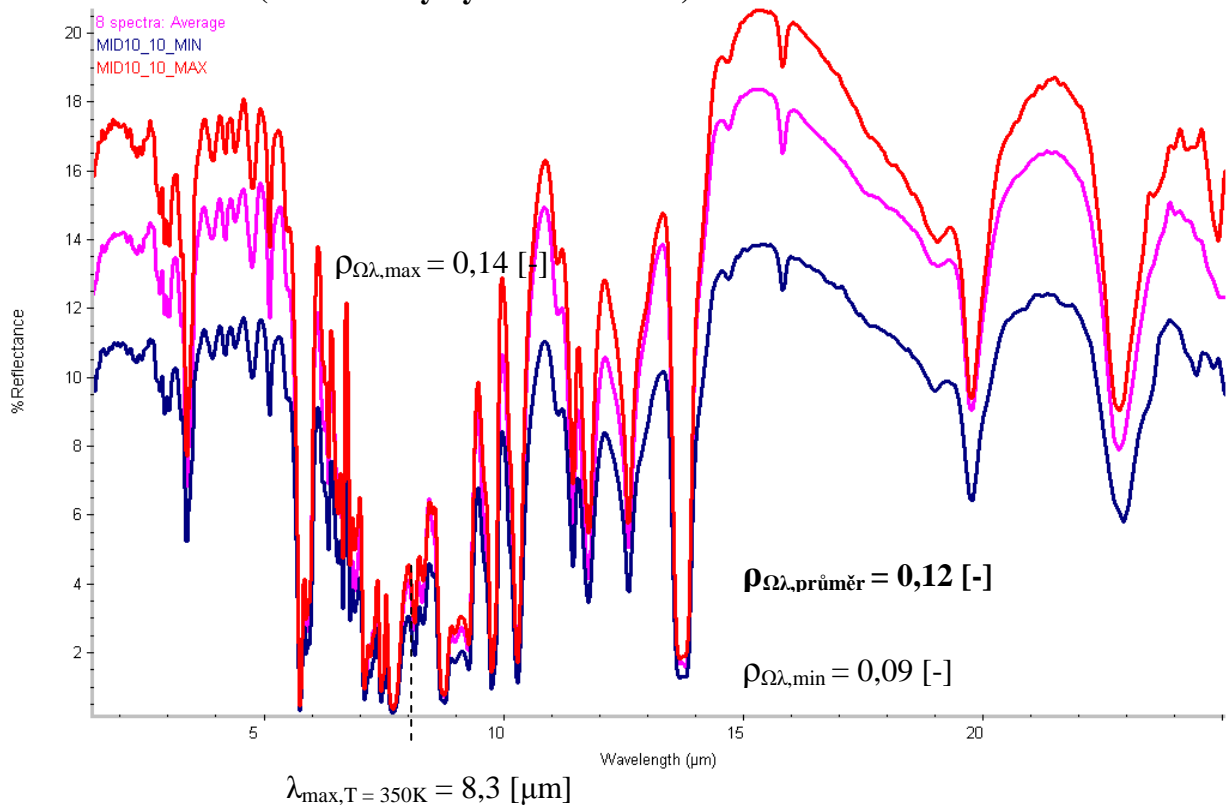
Vzorek č. 10:

hliníková folie tl. 0,03 [mm] s matným, hrubým povrchem s rubovou vrstvou z polyethylenu tl. 3,75 [mm]



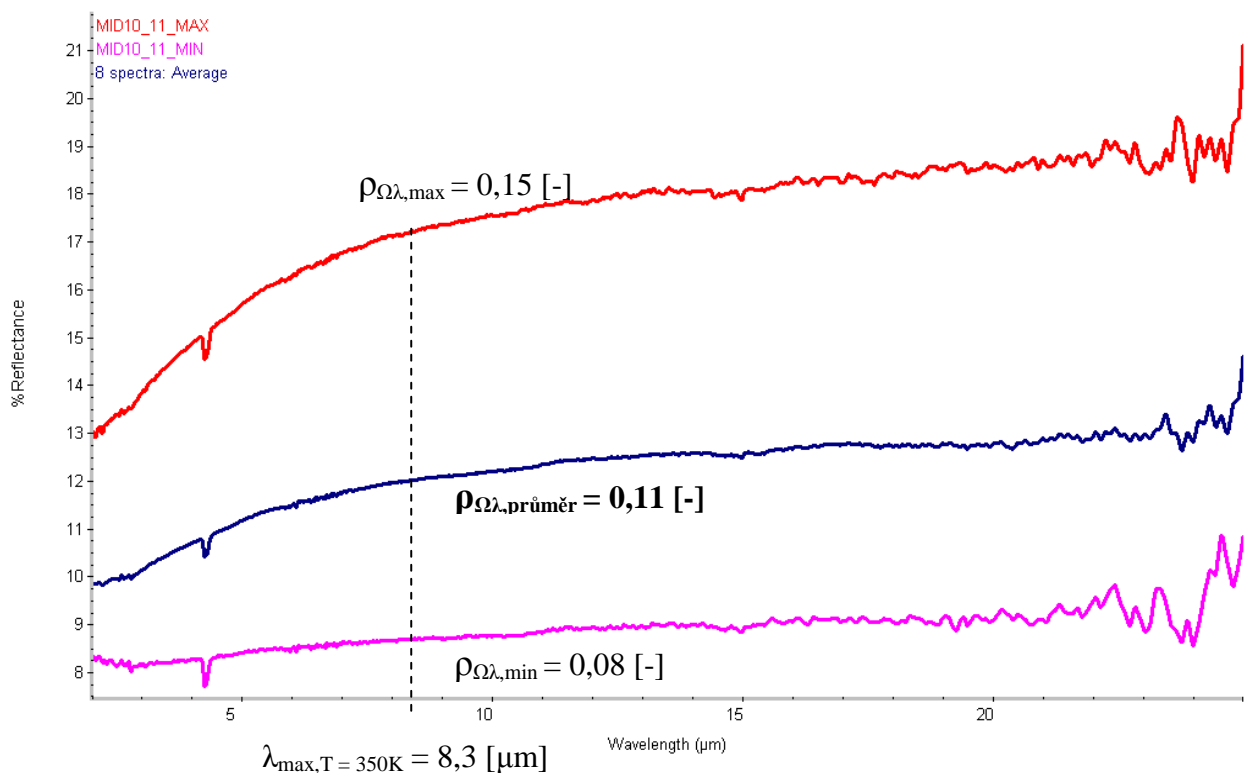
Vzorek č. 11:

dvě hliníkové folie tl. 0,04 [mm] s mezivrstvou z polyethylenu tl. 3,65 [mm], povrch jedné z folií zvrásněn (z této strany byla folie měřena)



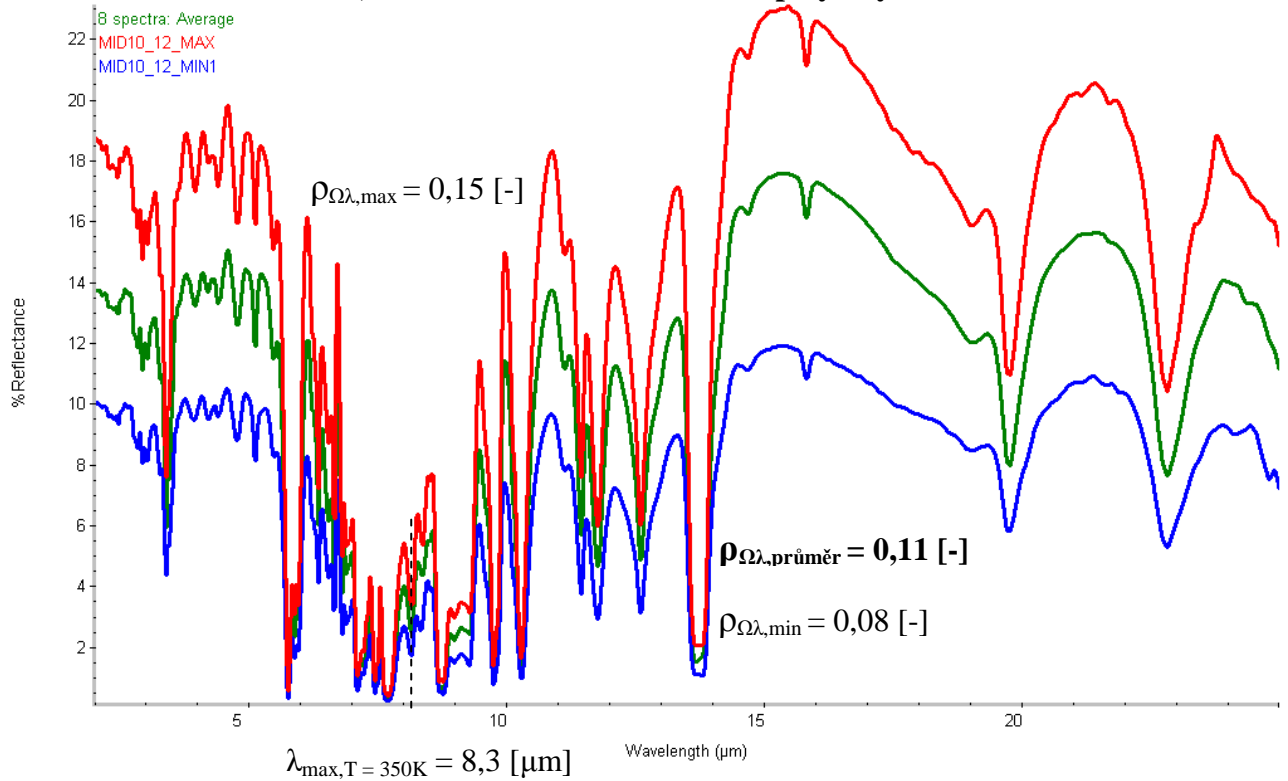
Vzorek č. 12:

hladká hliníková folie tl. 0,07 [mm] s obdélníkovým „žebrováním“, na rubové straně je pokryta polyethylenem tl. 3 [mm]



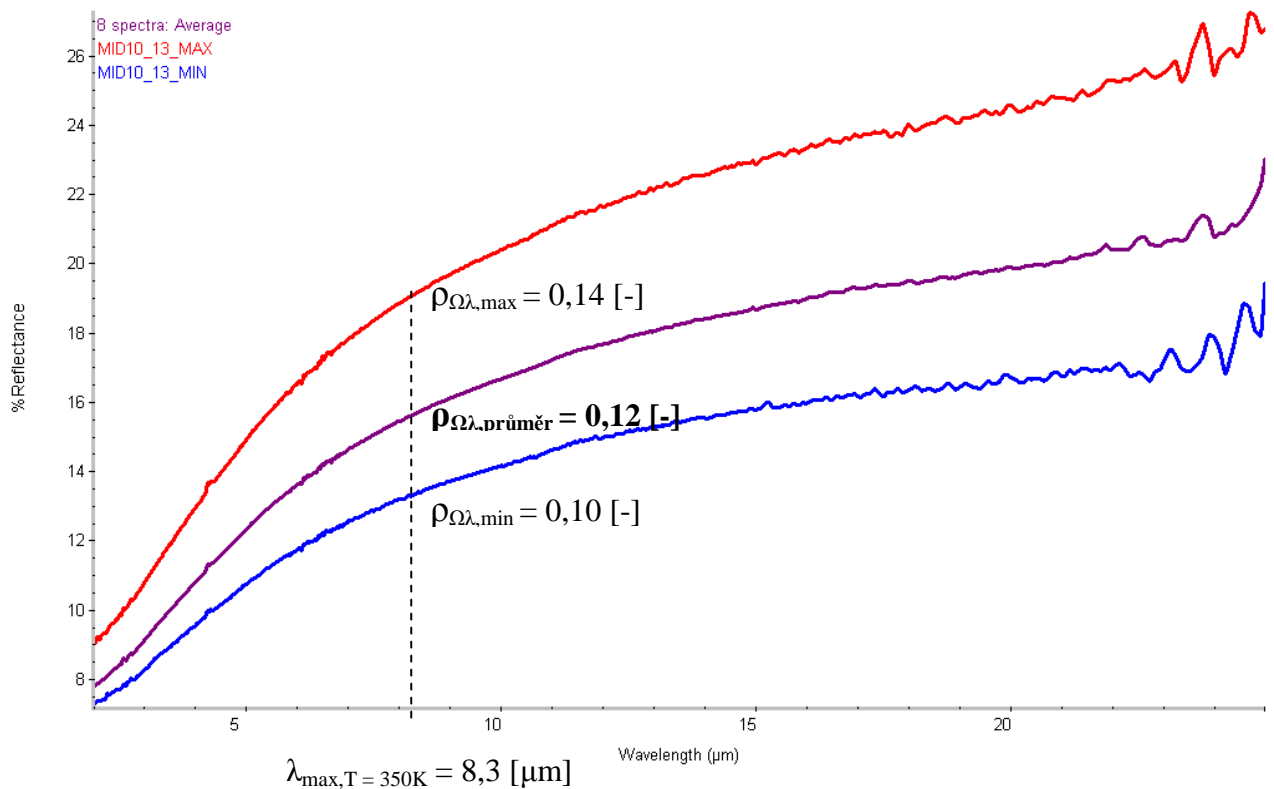
Vzorek č. 13:

hladká hliníková folie tl. 0,02 [mm] s rubovou vrstvou z polyethylenu tl. 3 [mm]



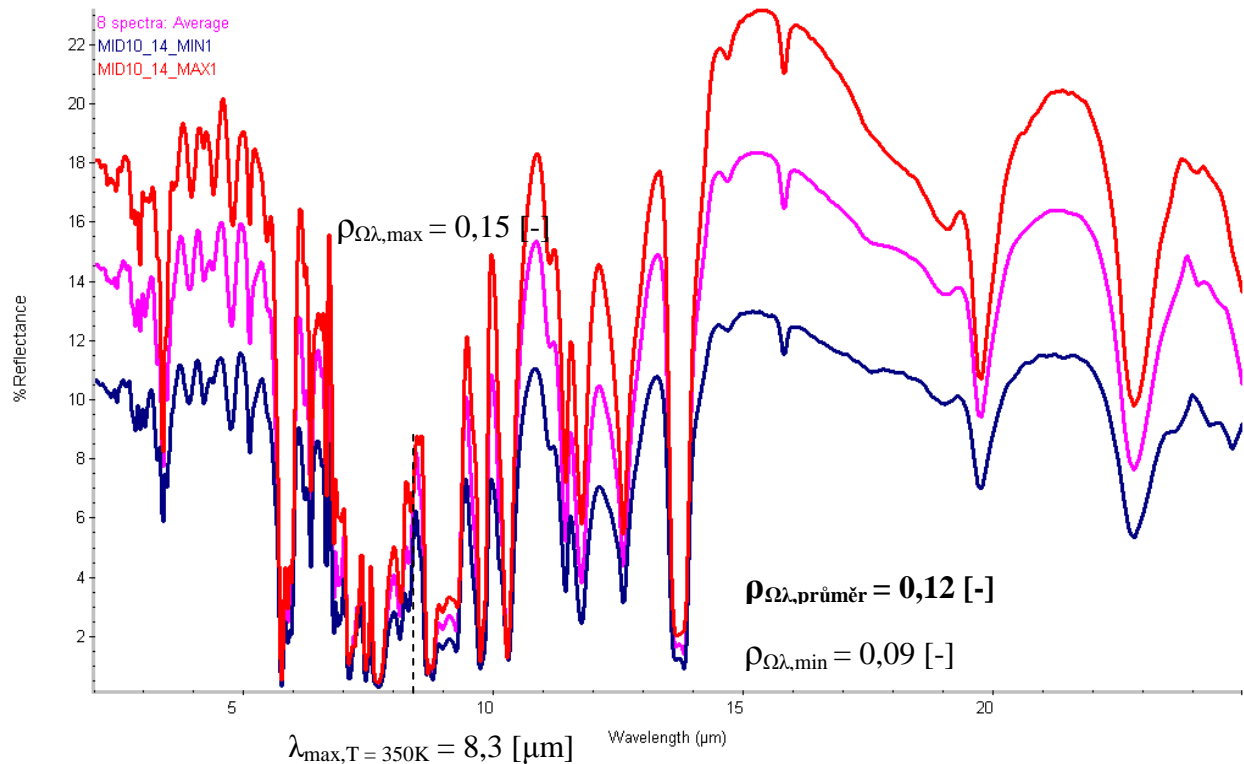
Vzorek č. 14:

hliníková folie tl. 0,05 [mm] s matným, hrubým povrchem s vrstvou pěnového polystyrenu tl. 3,53 [mm] na rubu



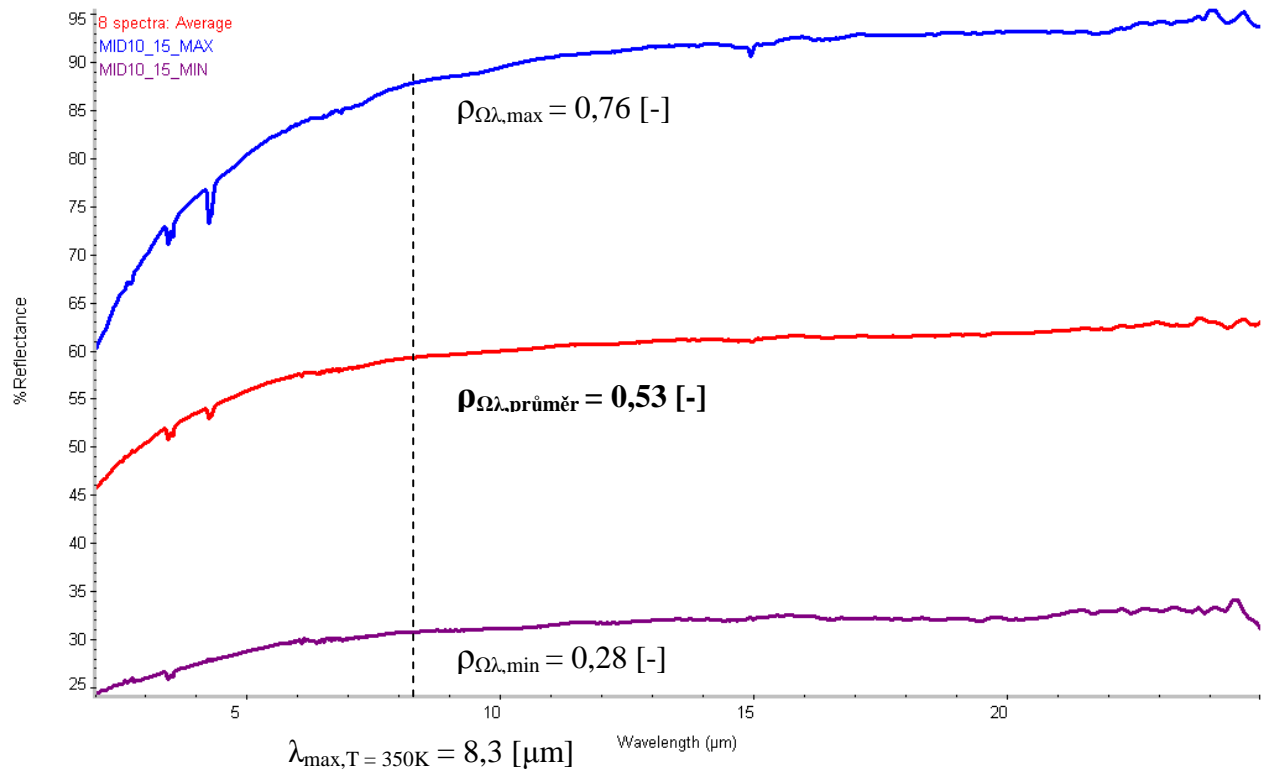
Vzorek č. 15:

hliníková folie tl. 0,04 [mm] s matným, hrubým povrchem s rubovou vrstvou z polyethylenu tl. 5,6 [mm]



Vzorek č. 16:

hladká měděná folie tl. 0,07 [mm] pokrytou vrstvou asfaltu tl. 1,2 [mm]



A1) DÍLČÍ SHRnutí VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ:

Spekulární reflektance - reflexní materiály, reflexní tepelné izolace $\rho_{\Omega\lambda}$ $\Omega=10^\circ, \lambda \in \langle 2; 2,5 \rangle$
 $n=8$
 $j=1$

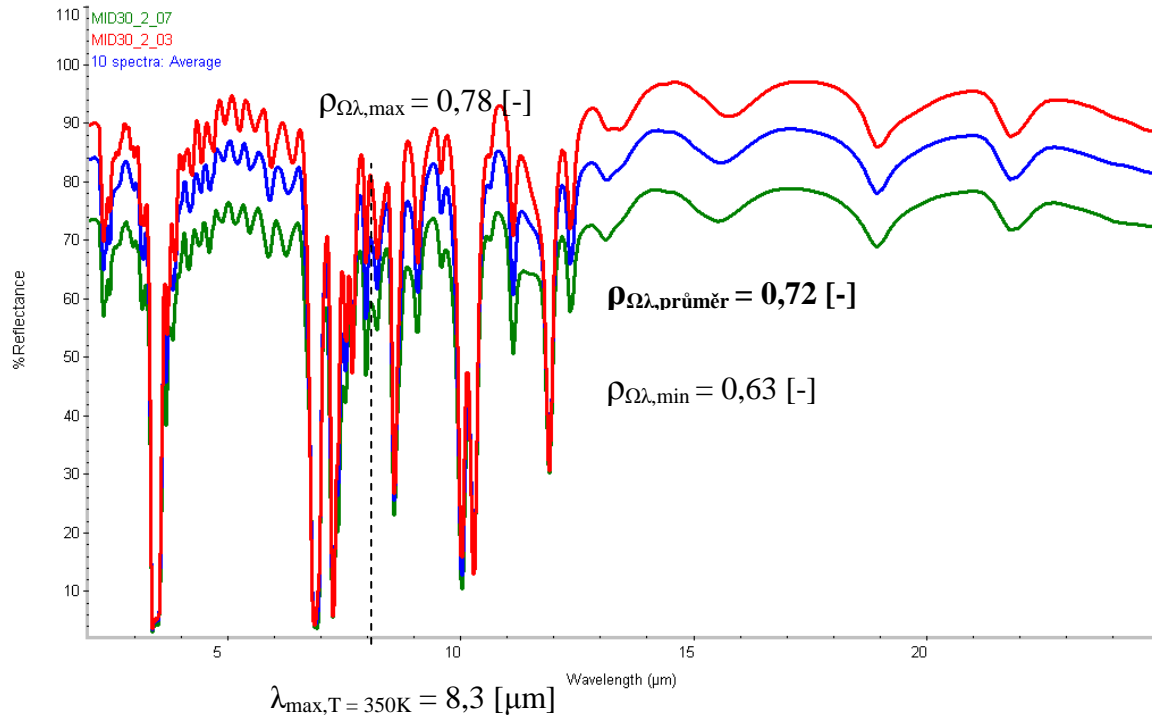
| č. | Vzorek | $\rho_{\Omega\lambda}$ max [-] | $\rho_{\Omega\lambda}$ min [-] | $\rho_{\Omega\lambda}$ průměr [-] n=1, j=8 | $\alpha_{\Omega\lambda}$ průměr [-]* |
|----|---|--------------------------------|--------------------------------|---|--------------------------------------|
| 1 | dvě hliníkové fólie tl. 0,07 [mm] (bez vrstvy plastu), mezi nimiž je vrstva pěnového polyethylenu tl. 8 [mm] | 0,30 | 0,09 | 0,19 | 0,81 |
| 2 | hladká hliníková fólie tl. 0,095 [mm] | 0,82 | 0,25 | 0,61 | 0,39 |
| 3 | hladká hliníková fólie tl. 0,09 [mm] s vrstvou pěnového polyethylenu tl. 3 [mm] | 0,27 | 0,05 | 0,14 | 0,86 |
| 4 | dvě fólie tl. 0,12 [mm] s matným, hrubým povrchem s mezivrstvou pěnového polyethylenu tl. 7,8 [mm] | 0,04 | 0,02 | 0,02 | 0,98 |
| 5 | dvě fólie tl. 0,12 [mm] s matným, hrubým povrchem s mezivrstvou pěnového polyethylenu tl. 7,8 [mm] | 0,21 | 0,05 | 0,15 | 0,85 |
| 6 | hliníková fólie tl. 0,09 [mm] (bez vrstvy plastu) s matným, hrubým povrchem s rubovou vrstvou pěnového polyethylenu tl. 4,5 [mm] | 0,39 | 0,16 | 0,26 | 0,74 |
| 7 | dvě hliníkové fólie tl. 0,085 [mm] s matným, hrubým povrchem z obou stran, s vrstvou pěnového polyethylenu tl. 8 [mm] | 0,08 | 0,02 | 0,04 | 0,96 |
| 8 | hladká hliníková fólie tl. 0,09 [mm] s obdélníkovým „žebrováním“, rub včetně žebrování pokryt vrstvou polyethylenu tl. 3 [mm], fólie měřena strany s lesklým hladkým povrchem | 0,46 | 0,28 | 0,34 | 0,66 |
| 9 | hliníková fólie tl. 0,1 [mm] s matným, hrubým povrchem s rubovou vrstvou pěnového polyethylenu tl. 2,25 [mm] | 0,07 | 0,04 | 0,06 | 0,94 |
| 10 | hliníková fólie tl. 0,03 [mm] s matným, hrubým povrchem s rubovou vrstvou z polyethylenu tl. 3,75 [mm] | 0,13 | 0,07 | 0,10 | 0,90 |
| 11 | dvě hliníkové fólie tl. 0,04 [mm] s mezivrstvou z polyethylenu tl. 3,65 [mm], povrch jedné z folií zvrásněn (z této strany byla fólie měřena) | 0,14 | 0,09 | 0,12 | 0,88 |
| 12 | hladká hliníková fólie tl. 0,07 [mm] s obdélníkovým „žebrováním“, na rubové straně je pokryta polyethylenem tl. 3 [mm] | 0,15 | 0,08 | 0,11 | 0,89 |
| 13 | hladká hliníková fólie tl. 0,02 [mm] s rubovou vrstvou z polyethylenu tl. 3 [mm] | 0,15 | 0,08 | 0,11 | 0,89 |
| 14 | hliníková fólie tl. 0,05 [mm] s matným, hrubým povrchem s vrstvou pěnového polystyrenu tl. 3,53 [mm] na rubu | 0,14 | 0,10 | 0,12 | 0,88 |
| 15 | hliníková fólie tl. 0,04 [mm] s matným, hrubým povrchem s rubovou vrstvou z polyethylenu tl. 5,6 [mm] | 0,15 | 0,09 | 0,12 | 0,88 |
| 16 | hladká měděná fólie tl. 0,07 [mm] pokrytou vrstvou asfaltu tl. 1,2 [mm] | 0,76 | 0,28 | 0,53 | 0,47 |

* Stanoveno výpočtem dle Kirchhoffova zákona $\alpha_{\Omega\lambda} [-] = \varepsilon_{\Omega\lambda} [-]$

A2) spekulární reflektance – reflexní materiály, reflexní tepelné izolace $\rho_{j=1}^{n=10} \Omega=30^\circ, \lambda \in \langle 2; 2,5 \rangle$

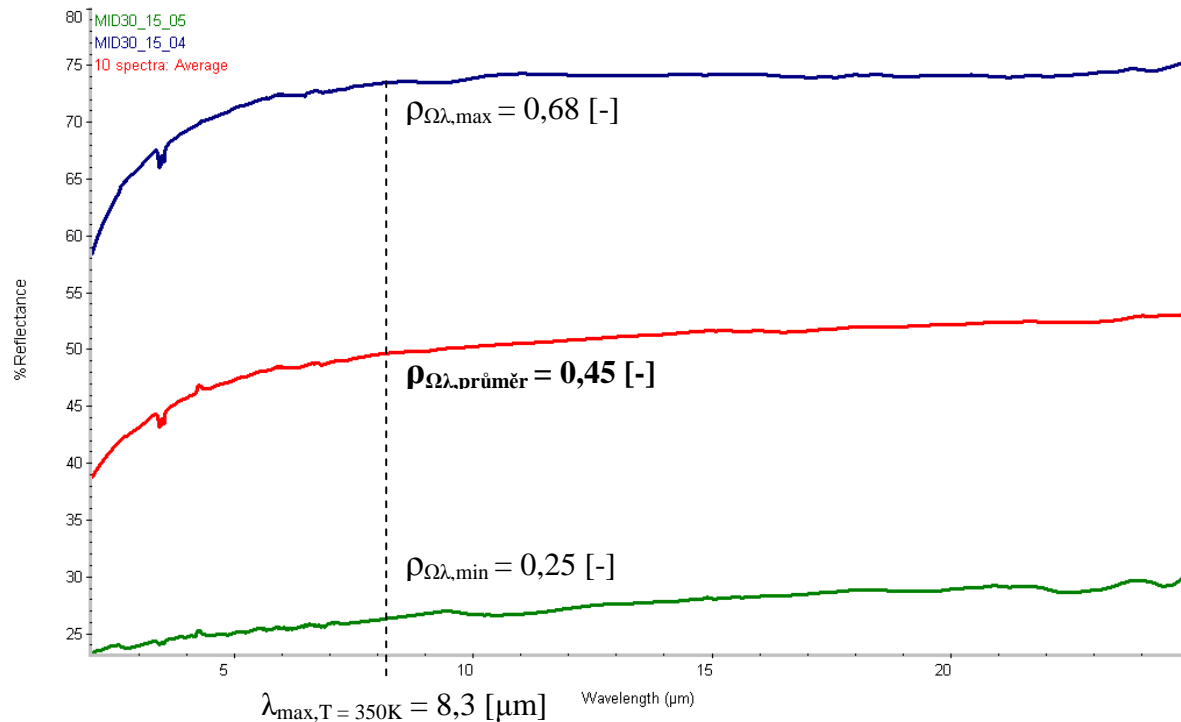
Vzorek č. 2:

hladká hliníková folie tl. 0,095 [mm]



Vzorek č. 16:

hladká měděná folie tl. 0,07 [mm] pokrytou vrstvou asfaltu tl. 1,2 [mm]



A2) DÍLČÍ SHRUTÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ:

Spekulární reflektance - reflexní materiály, reflexní tepelné izolace $\rho_{j=1}^{n=10, \Omega=30^\circ, \lambda \in (2; 2,5)}$

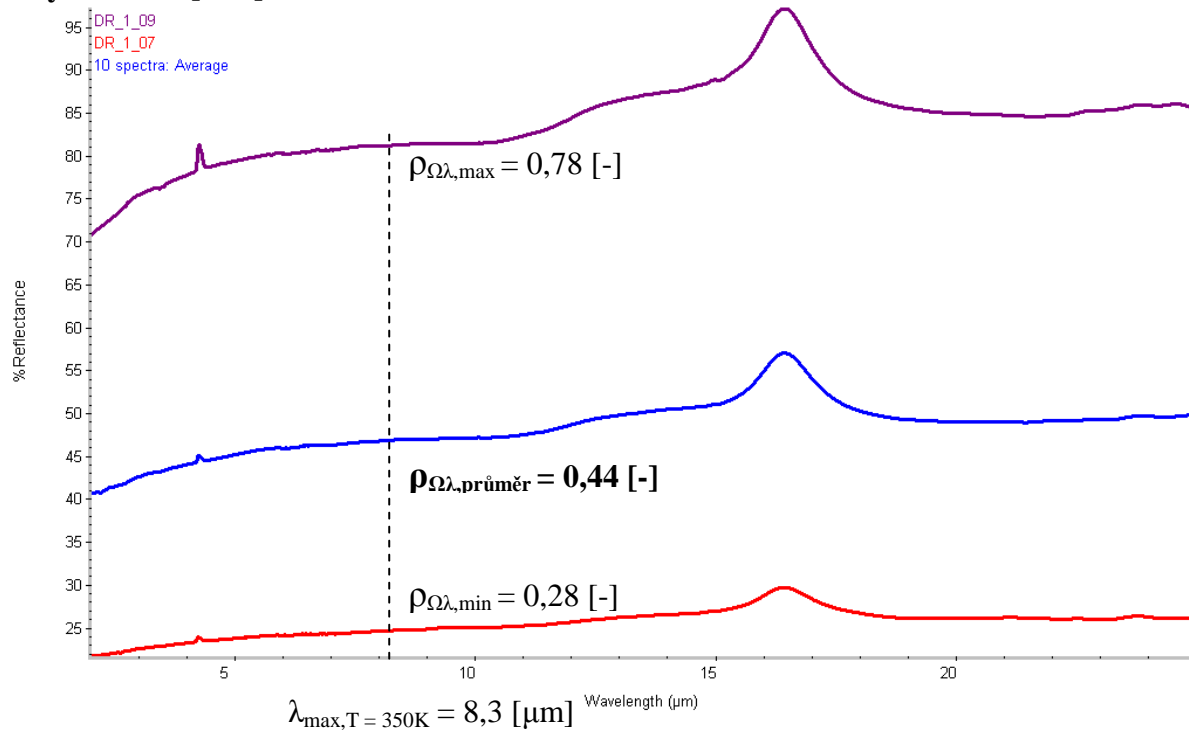
| č. | vzorek | $\rho_{\Omega\lambda} \text{ max [-]}$ | $\rho_{\Omega\lambda} \text{ min [-]}$ | $\rho_{\Omega\lambda} \text{ průměr [-]}$ <small>n=1, j=10</small> | $\alpha_{\Omega\lambda} \text{ průměr [-]}^*$ |
|-----------|---|--|--|---|---|
| 2 | hladká hliníková folie tl. 0,095 [mm] | 0,78 | 0,63 | 0,72 | 0,28 |
| 16 | hladká měděná folie tl. 0,07 [mm] pokrytou vrstvou asfaltu tl. 1,2 [mm] | 0,68 | 0,25 | 0,45 | 0,55 |

* Stanoveno výpočtem dle Kirchhoffova zákona $\alpha_{\Omega\lambda} [-] = \varepsilon_{\Omega\lambda} [-]$

A3) difuzní reflektance – reflexní materiály, reflexní tepelné izolace $\rho_{j=1}^{n=10} \lambda \in \langle 2; 2,5 \rangle$

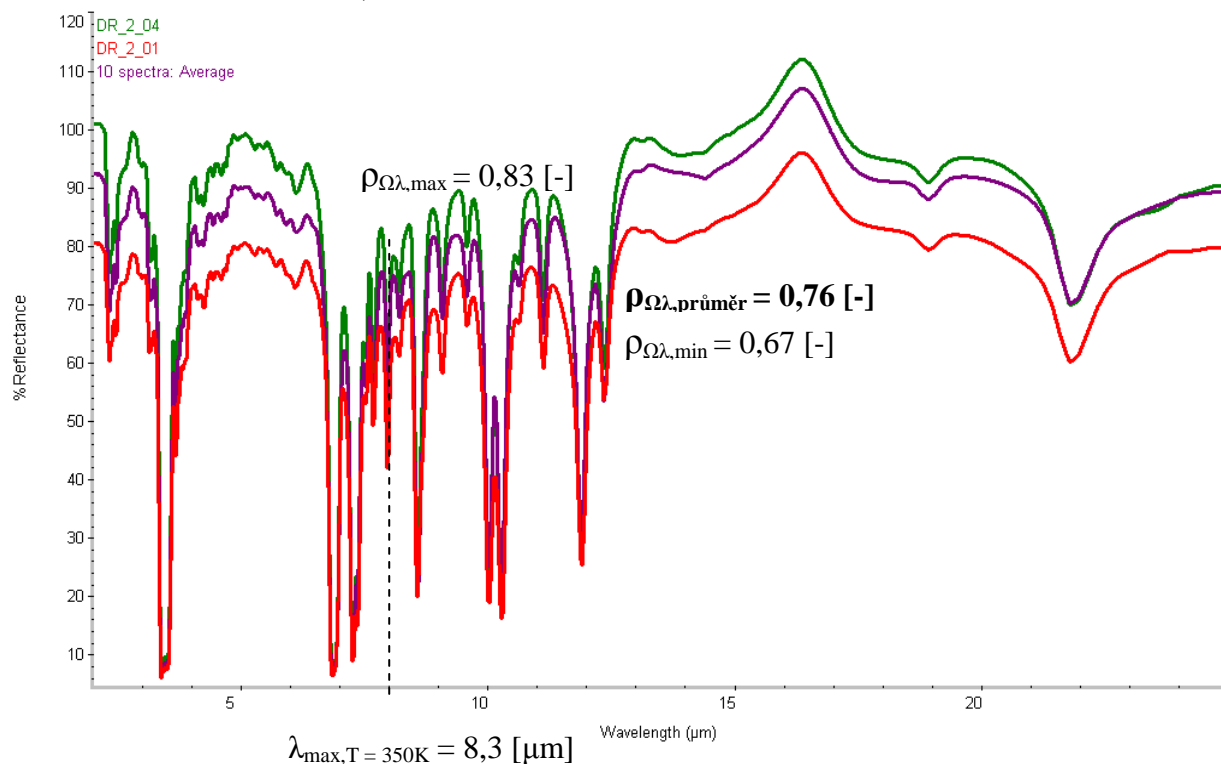
Vzorek č. 1:

dvě hliníkové fólie tl. 0,07 [mm] (bez vrstvy plastu), mezi nimiž je vrstva pěnového polyethylenu tl. 8 [mm]



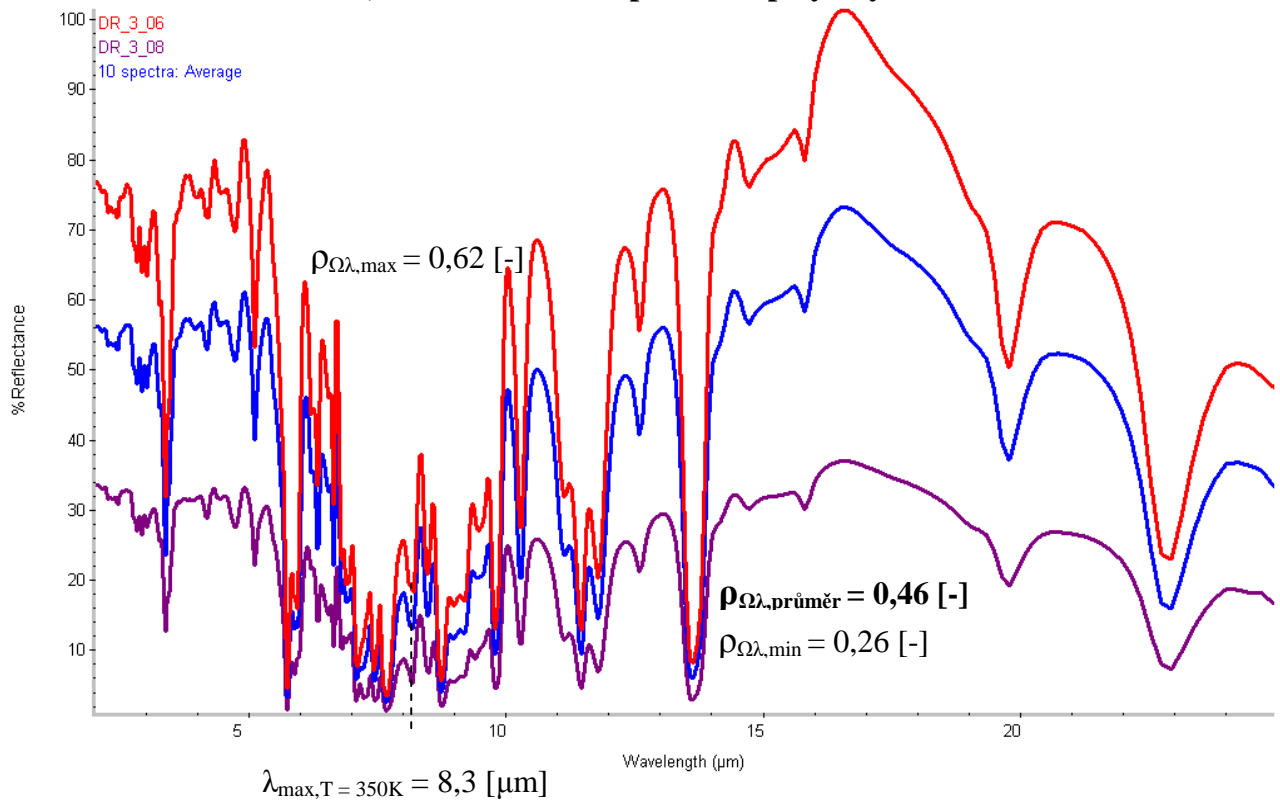
Vzorek č. 2:

hladká hliníková fólie tl. 0,095 [mm]



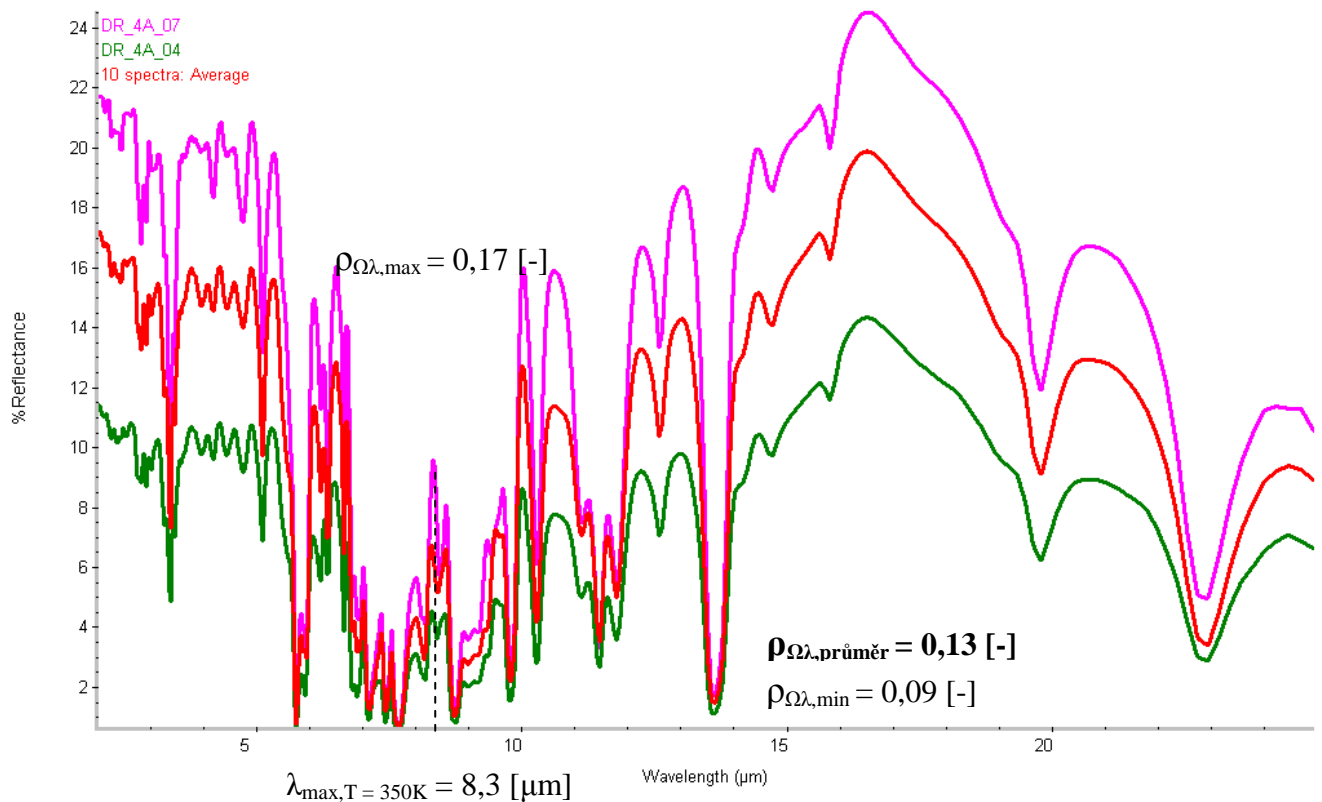
Vzorek č. 3:

hladká hliníková folie tl. 0,09 [mm] s vrstvou pěnového polyethylenu tl. 3 [mm]



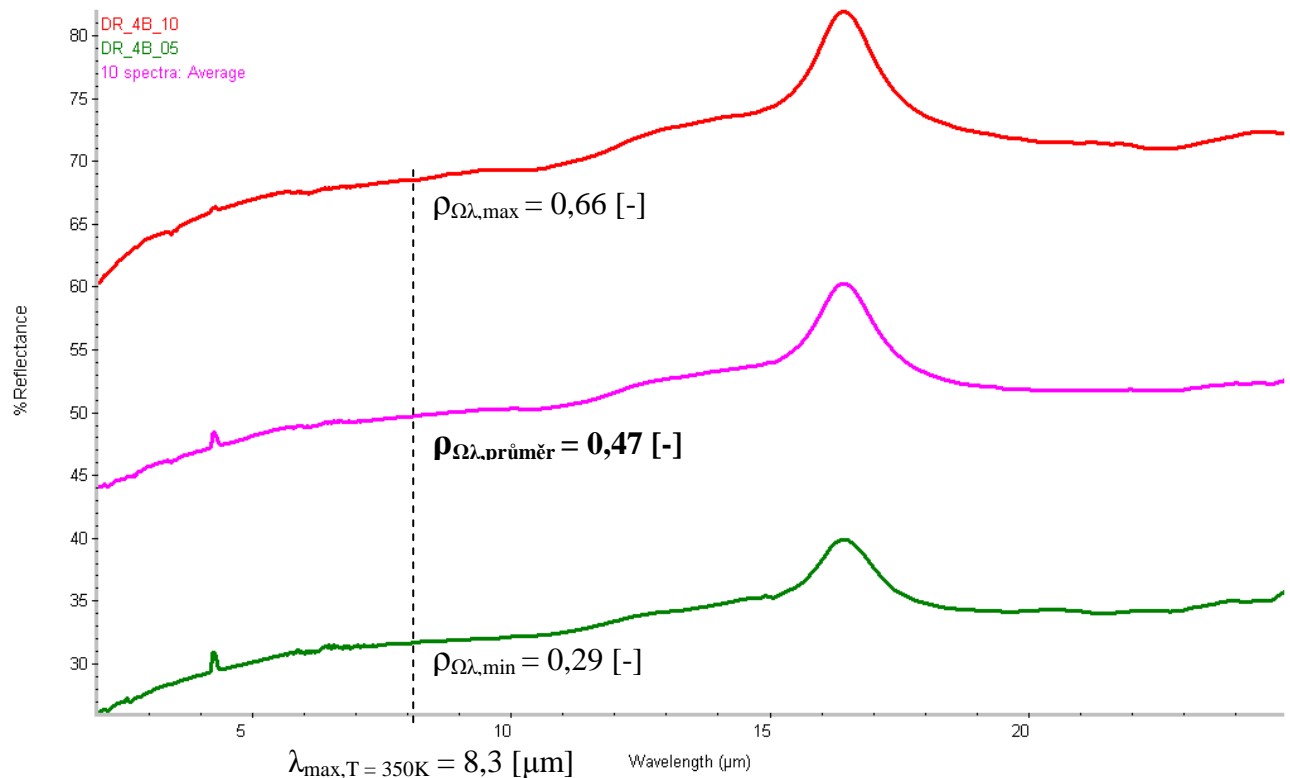
Vzorek č. 4:

dvě folie tl. 0,12 [mm] s matným, hrubým povrchem s mezivrstvou pěnového polyethylenu tl. 7,8 [mm]



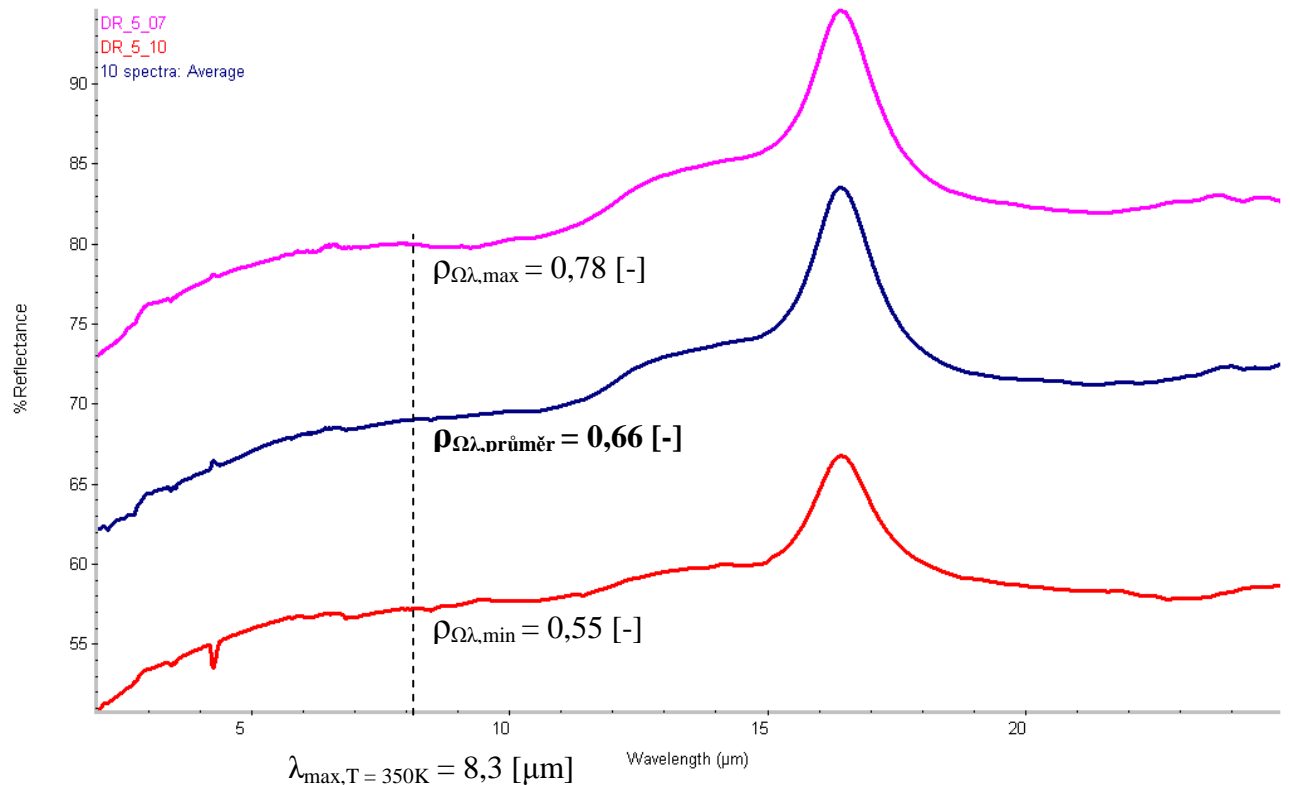
Vzorek č. 5:

dvě folie tl. 0,12 [mm] s matným, hrubým povrchem s mezivrstvou pěnového polyethylenu tl. 7,8 [mm]



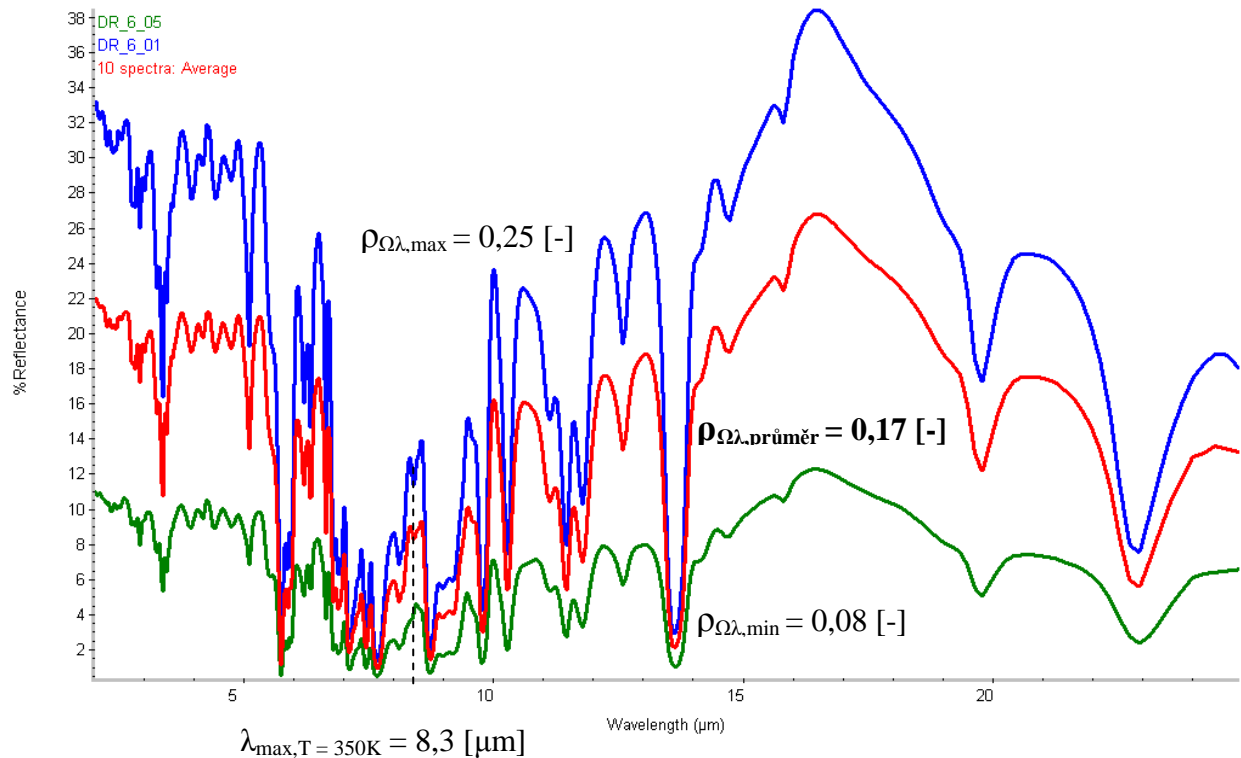
Vzorek č. 6:

hliníková folie tl. 0,09 [mm] (bez vrstvy plastu) s matným, hrubým povrchem s rubovou vrstvou pěnového polyethylenu tl 4,5 [mm]



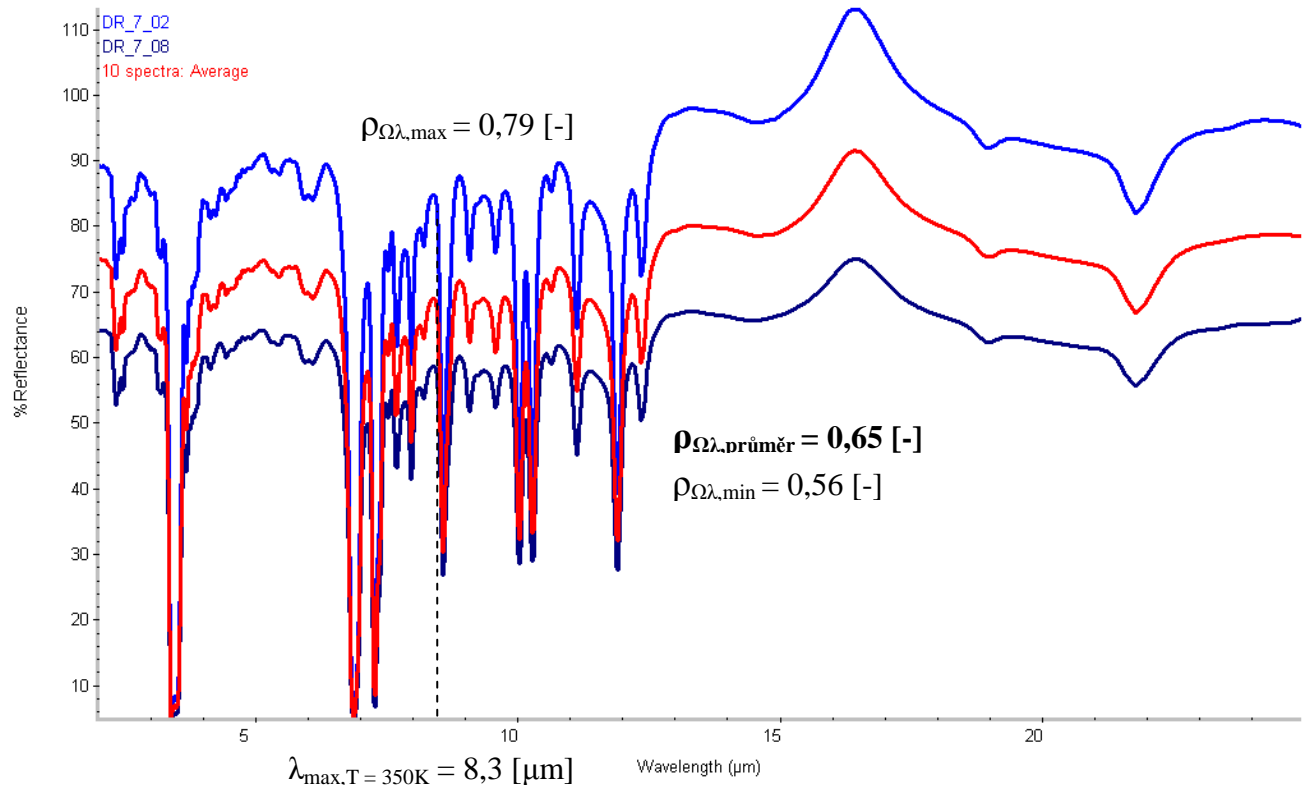
Vzorek č. 7:

dvě hliníkové folie tl. 0,085 [mm] s matným, hrubým povrchem z obou stran, s vrstvou pěnového polyethylenu tl. 8 [mm]



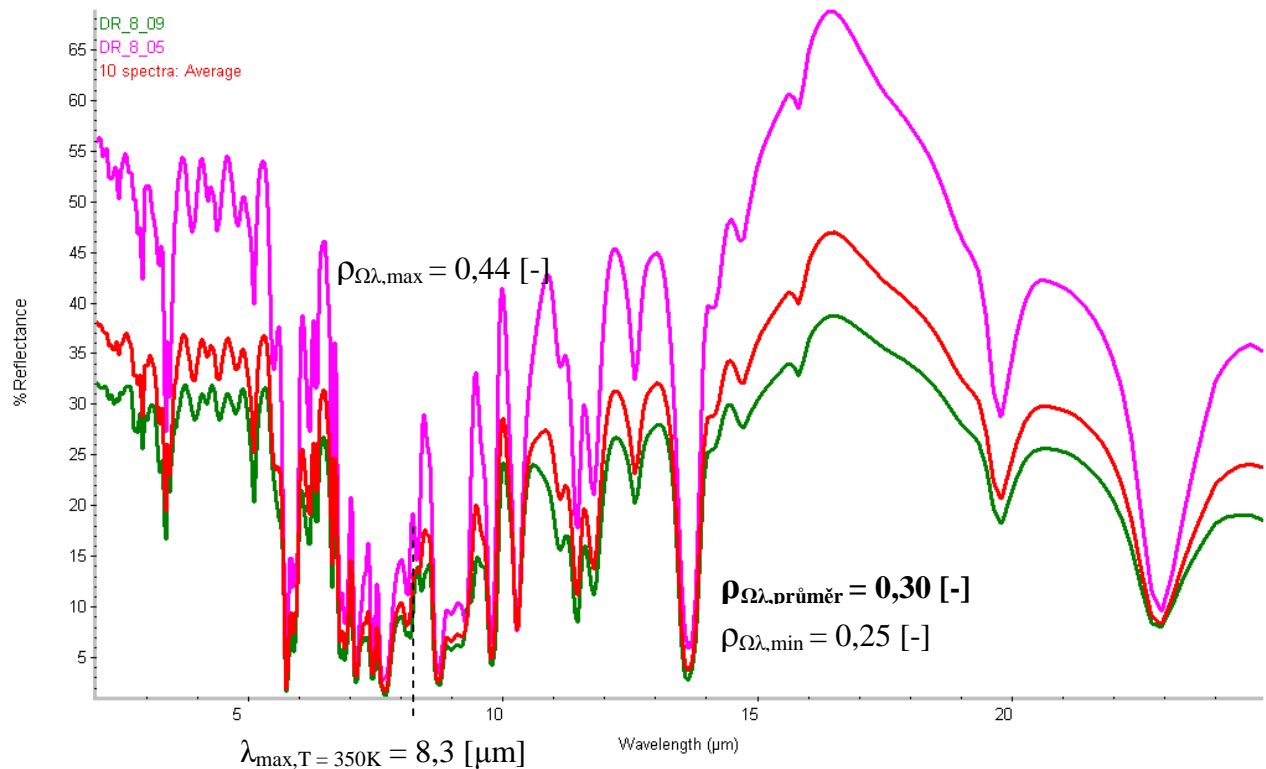
Vzorek č. 8:

hladká hliníková folie tl. 0,09 [mm] s obdélníkovým „žebrováním“, rub včetně žebrování pokryt vrstvou polyethylenu tl. 3 [mm], folie měřena strany s lesklým hladkým povrchem



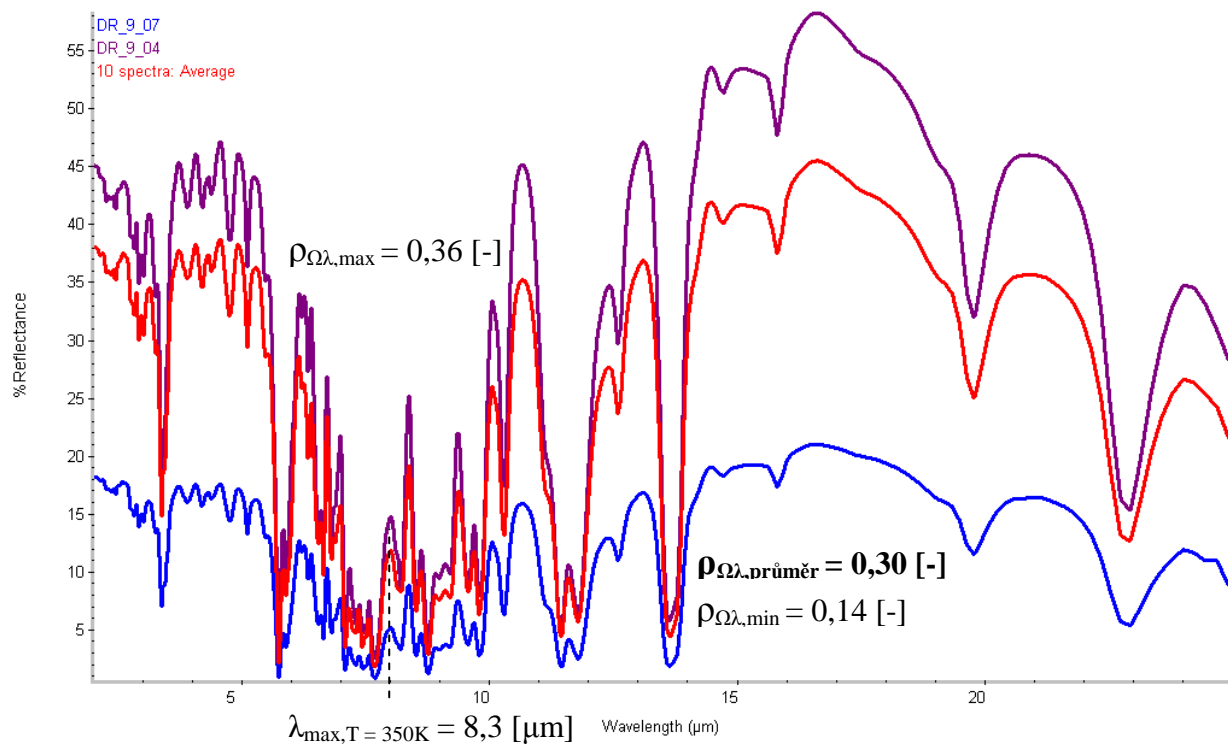
Vzorek č. 9:

hliníková folie tl. 0,1 [mm] s matným, hrubým povrchem s rubovou vrstvou pěnového polyethylenu tl. 2,25 [mm]



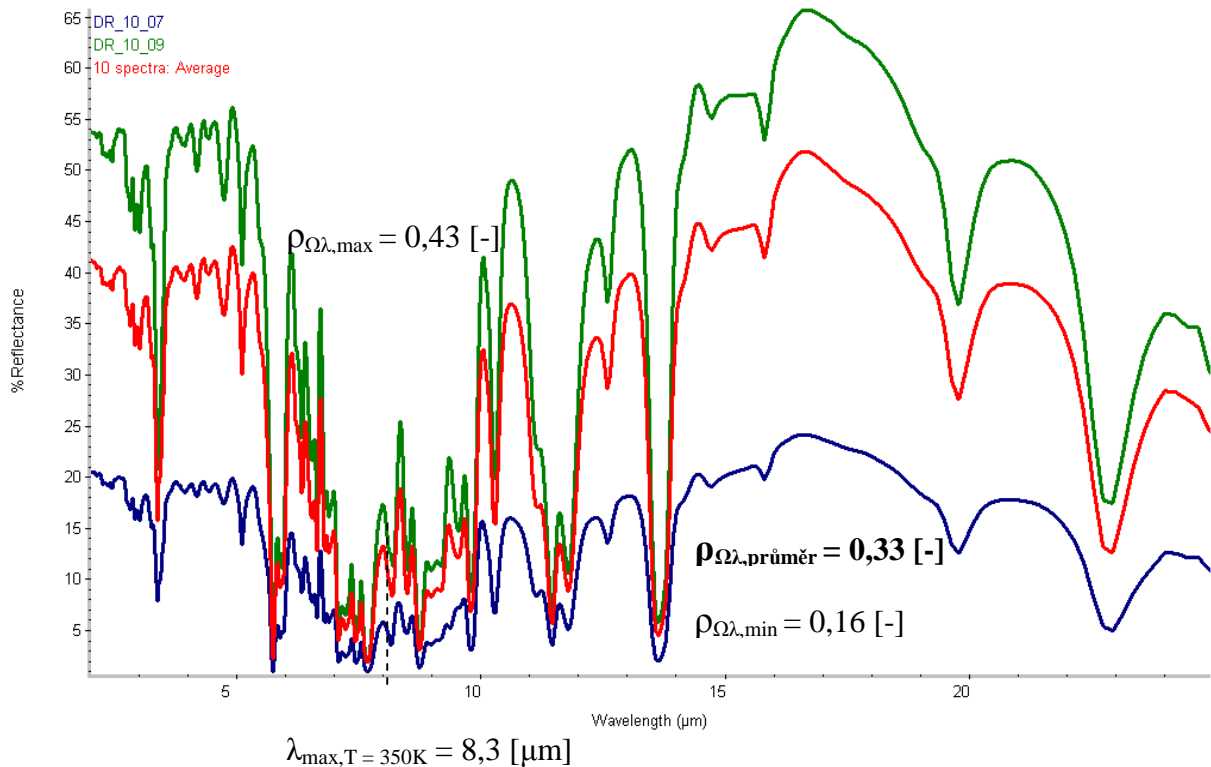
Vzorek č. 10:

hliníková folie tl. 0,03 [mm] s matným, hrubým povrchem s rubovou vrstvou z polyethylenu tl. 3,75 [mm]



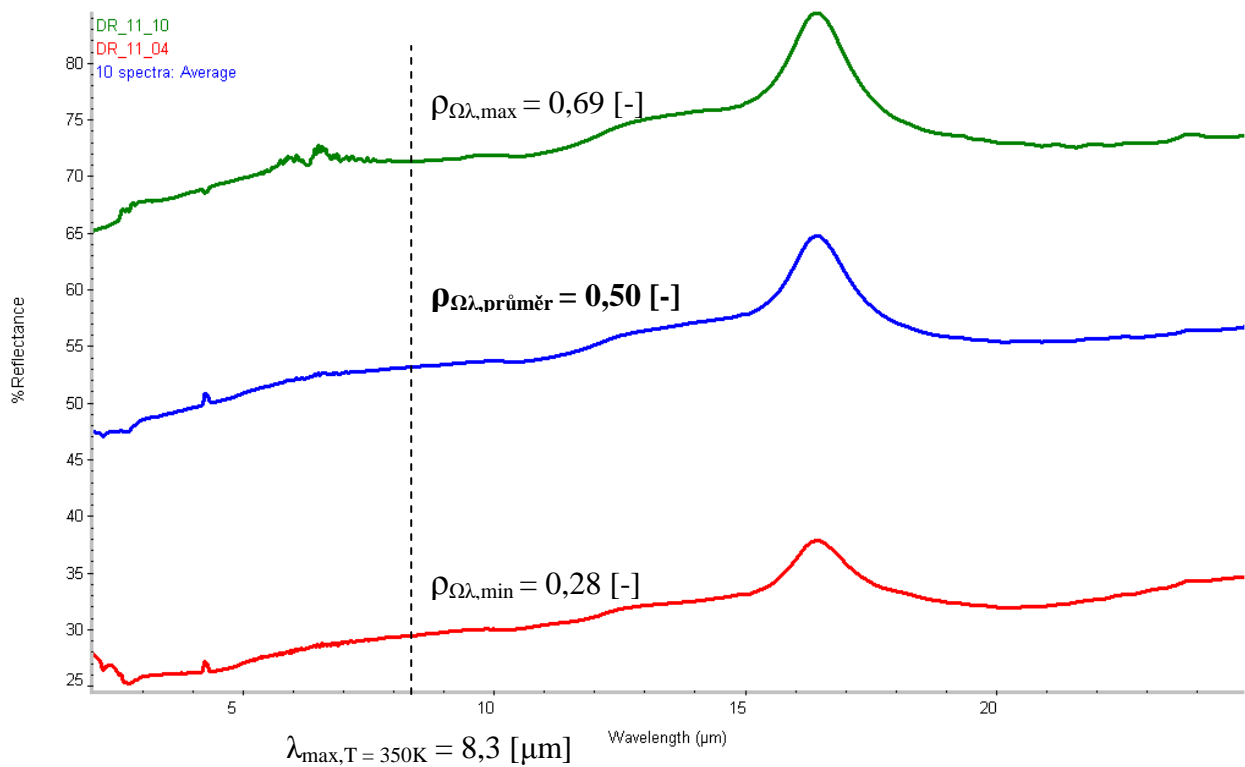
Vzorek č. 11:

dvě hliníkové folie tl. 0,04 [mm] s mezivrstvou z polyethylenu tl. 3,65 [mm], povrch jedné z folií zvrásněn (z této strany byla folie měřena)



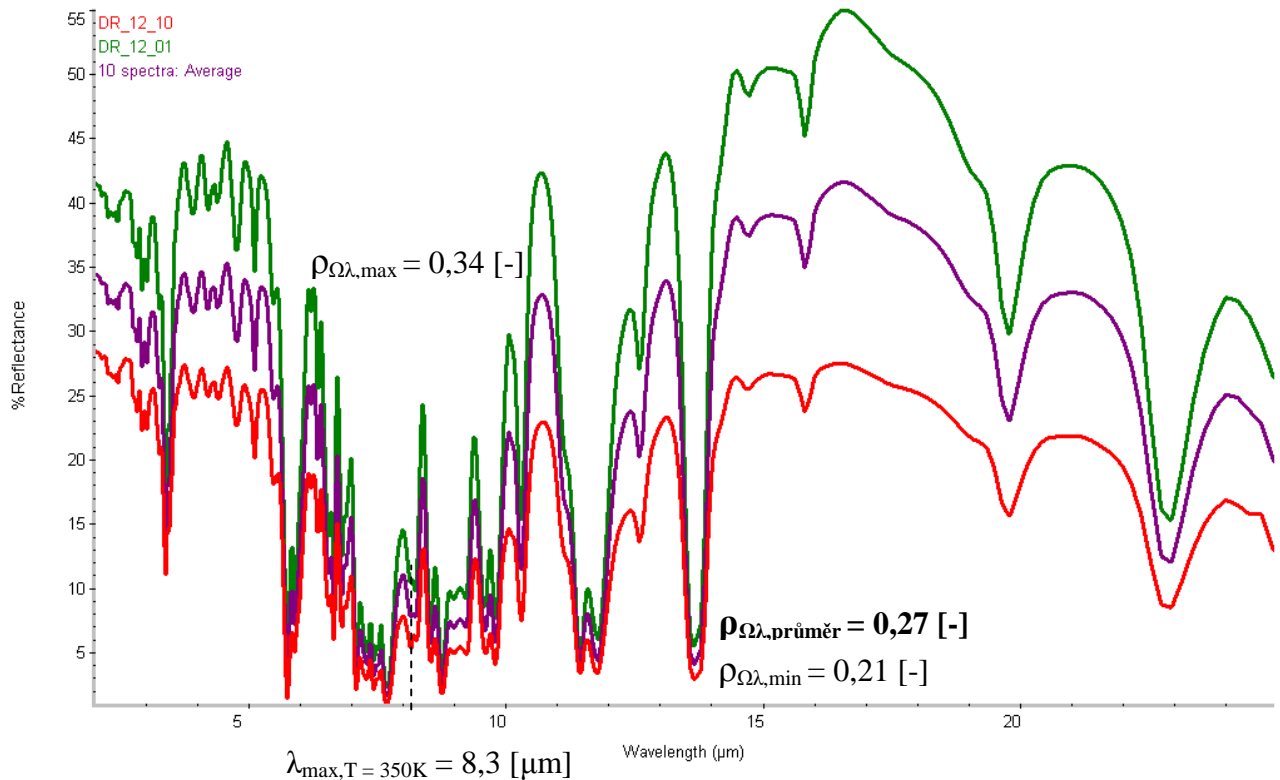
Vzorek č. 12:

hladká hliníková folie tl. 0,07 [mm] s obdélníkovým „žebrováním“, na rubové straně je pokryta polyethylenem tl. 3 [mm]



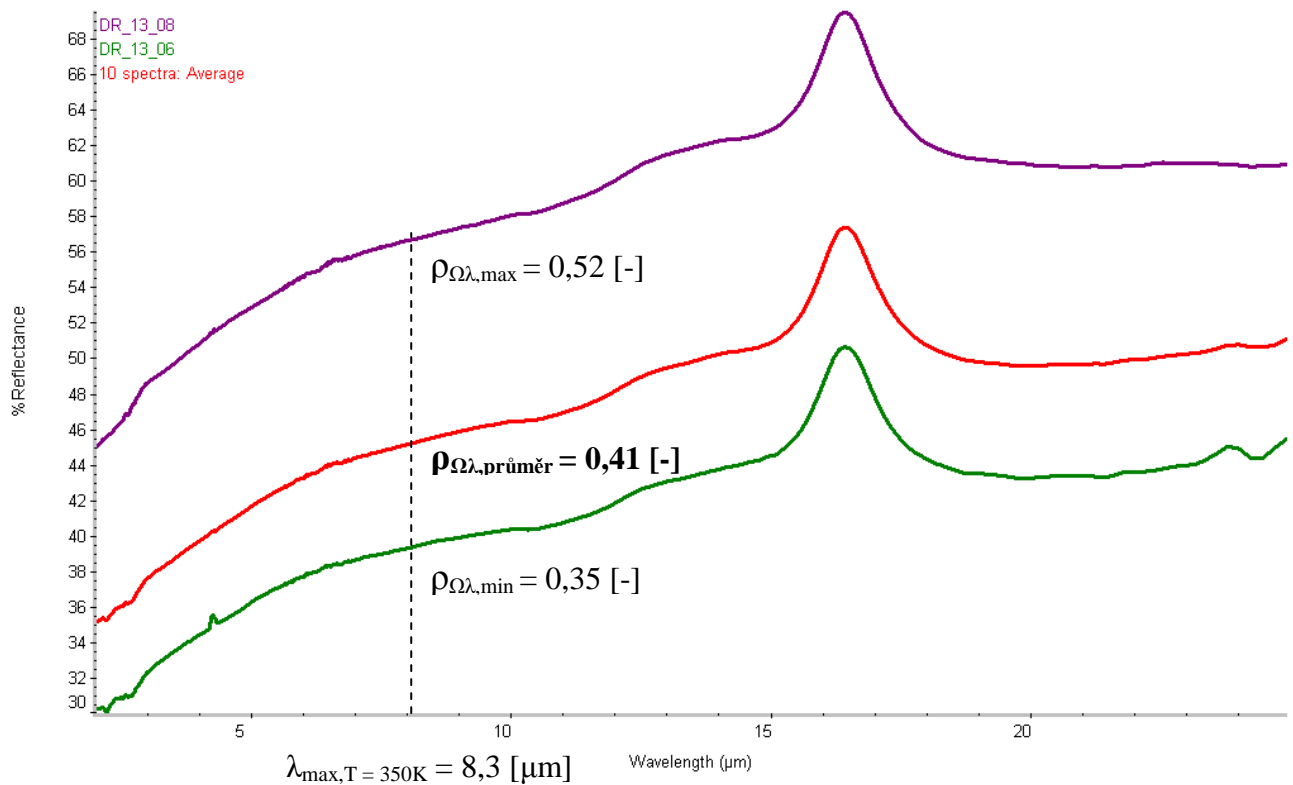
Vzorek č. 13:

hladká hliníková folie tl. 0,02 [mm] s rubovou vrstvou z polyethylenu tl. 3 [mm]



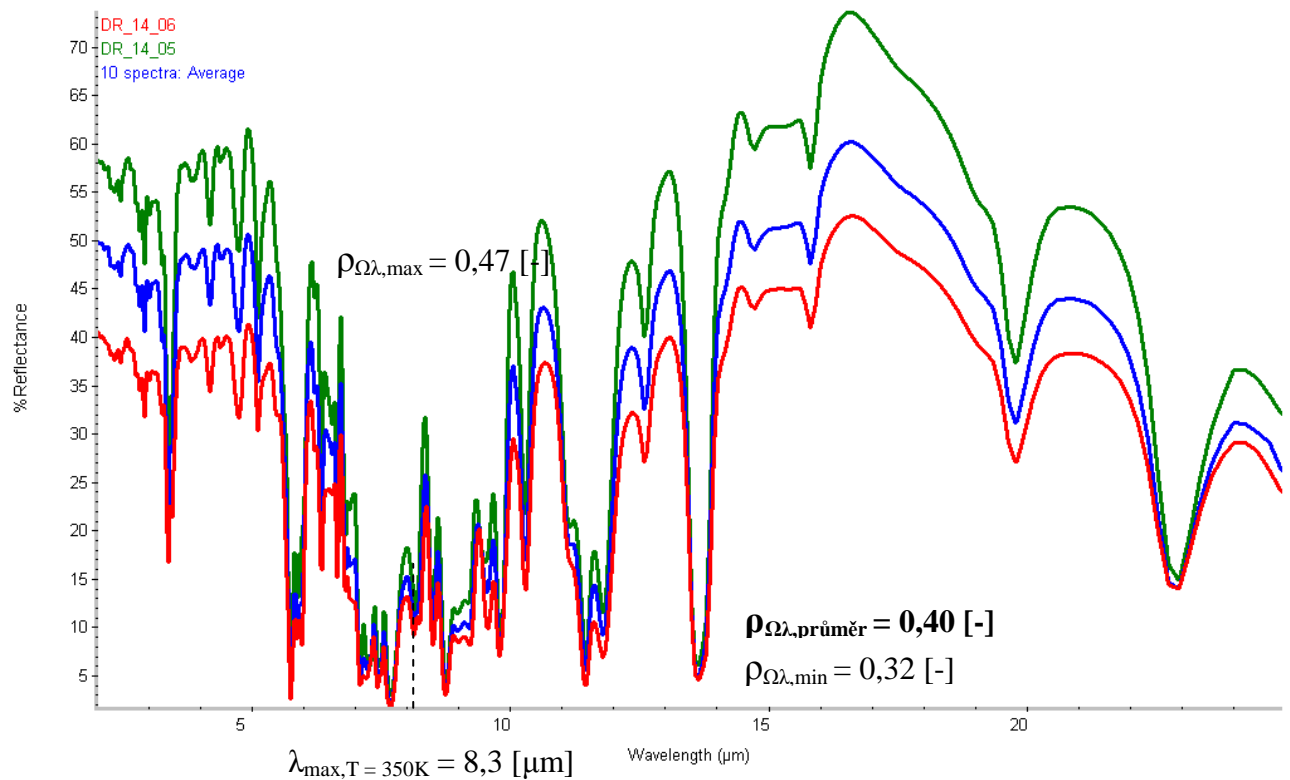
Vzorek č. 14:

hliníková folie tl. 0,05 [mm] s matným, hrubým povrchem s vrstvou pěnového polystyrenu tl. 3,53 [mm] na rubu



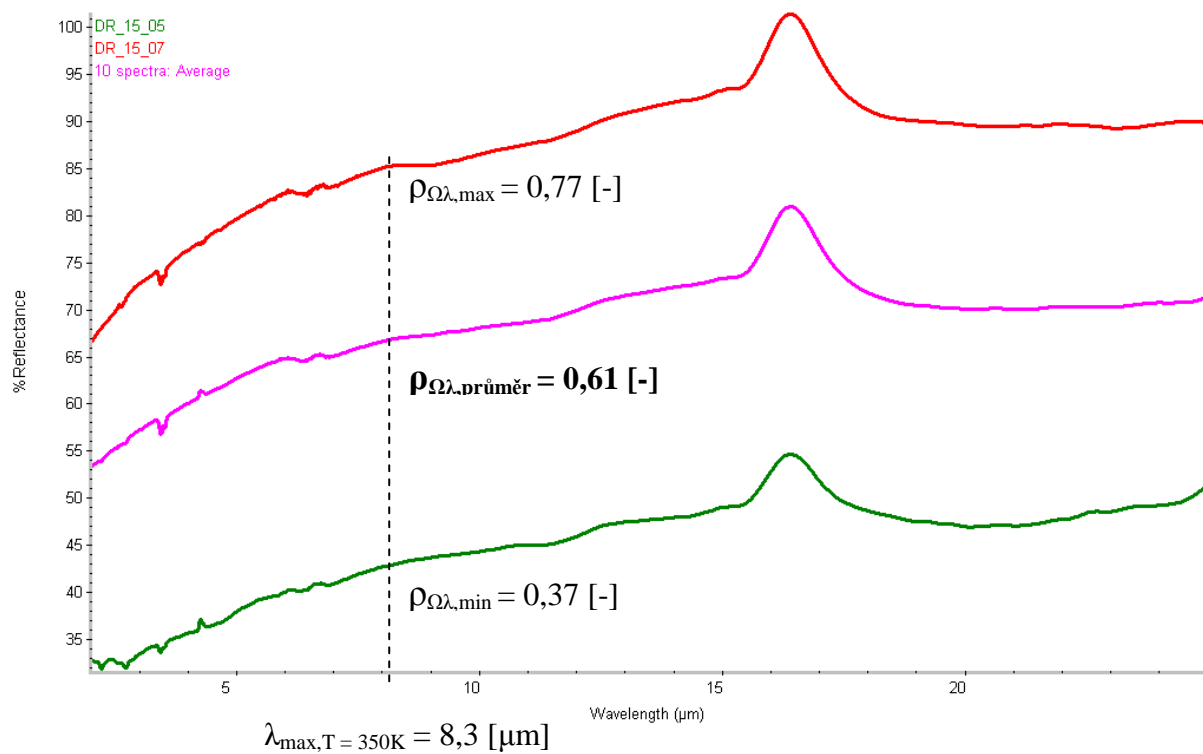
Vzorek č. 15:

hliníková folie tl. 0,04 [mm] s matným, hrubým povrchem s rubovou vrstvou z polyethylenu tl. 5,6 [mm]



Vzorek č. 16:

hladká měděná folie tl. 0,07 [mm] pokrytou vrstvou asfaltu tl. 1,2 [mm]



A3) DÍLČÍ SHRnutí VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ:

$n=10$

Difuzní reflektance – reflexní materiály, reflexní tepelné izolace $\rho_{j=1}^{\lambda \in \langle 2; 2,5 \rangle}$

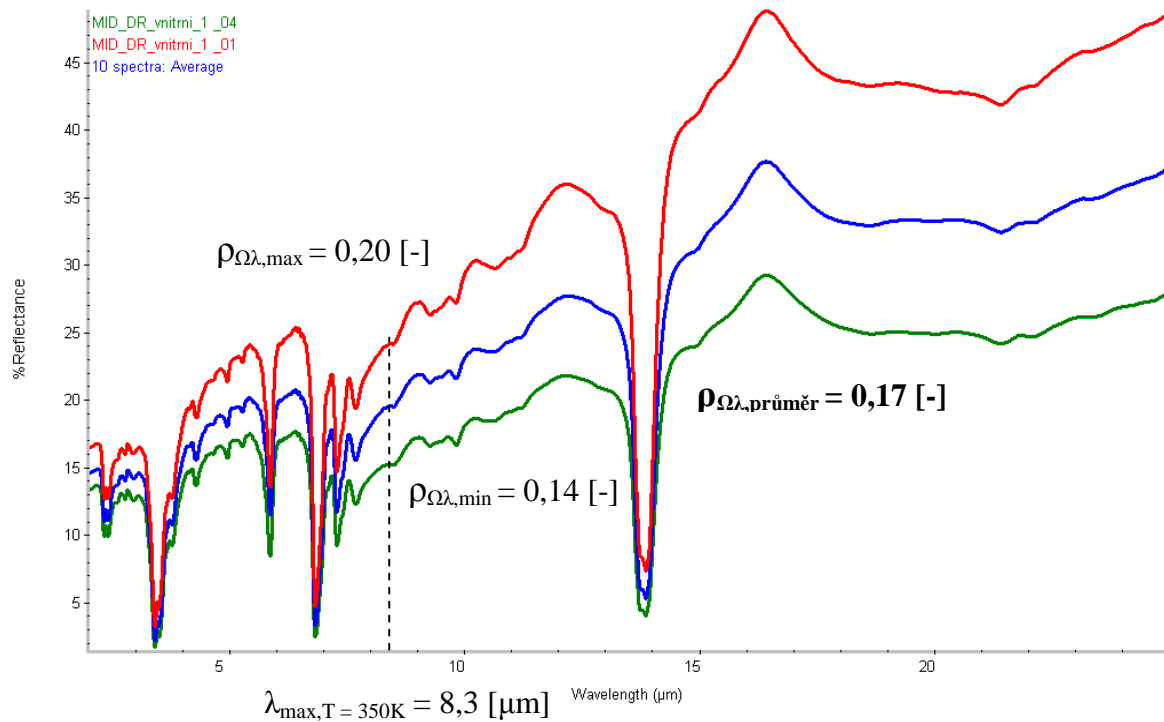
| č. | vzorek | $\rho_{\Omega\lambda} \text{ max [-]}$ | $\rho_{\Omega\lambda} \text{ min [-]}$ | $\rho_{\Omega\lambda} \text{ průměr [-]}$ <small>n=1, j=10</small> | $\alpha_{\Omega\lambda} \text{ průměr [-]}^*$ |
|----|---|--|--|---|---|
| 1 | dvě hliníkové fólie tl. 0,07 [mm] (bez vrstvy plastu), mezi nimiž je vrstva pěnového polyethylenu tl. 8 [mm] | 0,78 | 0,23 | 0,44 | 0,56 |
| 2 | hladká hliníková fólie tl. 0,095 [mm] | 0,83 | 0,67 | 0,76 | 0,24 |
| 3 | hladká hliníková fólie tl. 0,09 [mm] s vrstvou pěnového polyethylenu tl. 3 [mm] | 0,62 | 0,26 | 0,46 | 0,54 |
| 4 | dvě fólie tl. 0,12 [mm] s matným, hrubým povrchem s mezivrstvou pěnového polyethylenu tl. 7,8 [mm] | 0,17 | 0,09 | 0,13 | 0,87 |
| 5 | dvě fólie tl. 0,12 [mm] s matným, hrubým povrchem s mezivrstvou pěnového polyethylenu tl. 7,8 [mm] | 0,66 | 0,29 | 0,47 | 0,53 |
| 6 | hliníková fólie tl. 0,09 [mm] (bez vrstvy plastu) s matným, hrubým povrchem s rubovou vrstvou pěnového polyethylenu tl. 4,5 [mm] | 0,78 | 0,55 | 0,66 | 0,34 |
| 7 | dvě hliníkové fólie tl. 0,085 [mm] s matným, hrubým povrchem z obou stran, s vrstvou pěnového polyethylenu tl. 8 [mm] | 0,25 | 0,08 | 0,17 | 0,83 |
| 8 | hladká hliníková fólie tl. 0,09 [mm] s obdélníkovým „žebrováním“, rub včetně žebrování pokryt vrstvou polyethylenu tl. 3 [mm], fólie měřena strany s lesklým hladkým povrchem | 0,79 | 0,56 | 0,65 | 0,35 |
| 9 | hliníková fólie tl. 0,1 [mm] s matným, hrubým povrchem s rubovou vrstvou pěnového polyethylenu tl. 2,25 [mm] | 0,44 | 0,25 | 0,30 | 0,70 |
| 10 | hliníková fólie tl. 0,03 [mm] s matným, hrubým povrchem s rubovou vrstvou z polyethylenu tl. 3,75 [mm] | 0,36 | 0,14 | 0,30 | 0,70 |
| 11 | dvě hliníkové fólie tl. 0,04 [mm] s mezivrstvou z polyethylenu tl. 3,65 [mm], povrch jedné z folií zvrásněn (z této strany byla fólie měřena) | 0,43 | 0,16 | 0,33 | 0,67 |
| 12 | hladká hliníková fólie tl. 0,07 [mm] s obdélníkovým „žebrováním“, na rubové straně je pokryta polyethylenem tl. 3 [mm] | 0,69 | 0,28 | 0,50 | 0,50 |
| 13 | hladká hliníková fólie tl. 0,02 [mm] s rubovou vrstvou z polyethylenu tl. 3 [mm] | 0,34 | 0,21 | 0,27 | 0,73 |
| 14 | hliníková fólie tl. 0,05 [mm] s matným, hrubým povrchem s vrstvou pěnového polystyrenu tl. 3,53 [mm] na rubu | 0,52 | 0,35 | 0,41 | 0,59 |
| 15 | hliníková fólie tl. 0,04 [mm] s matným, hrubým povrchem s rubovou vrstvou z polyethylenu tl. 5,6 [mm] | 0,47 | 0,32 | 0,40 | 0,60 |
| 16 | hladká měděná fólie tl. 0,07 [mm] pokrytou vrstvou asfaltu tl. 1,2 [mm] | 0,77 | 0,37 | 0,61 | 0,39 |

* Stanoveno výpočtem dle Kirchhoffova zákona $\alpha_{\Omega\lambda} [-] = \varepsilon_{\Omega\lambda} [-]$

A4) difuzní reflektance - vnitřní strany folií $\rho_{j=1}^{n=10} \lambda \in \langle 2; 2,5 \rangle$

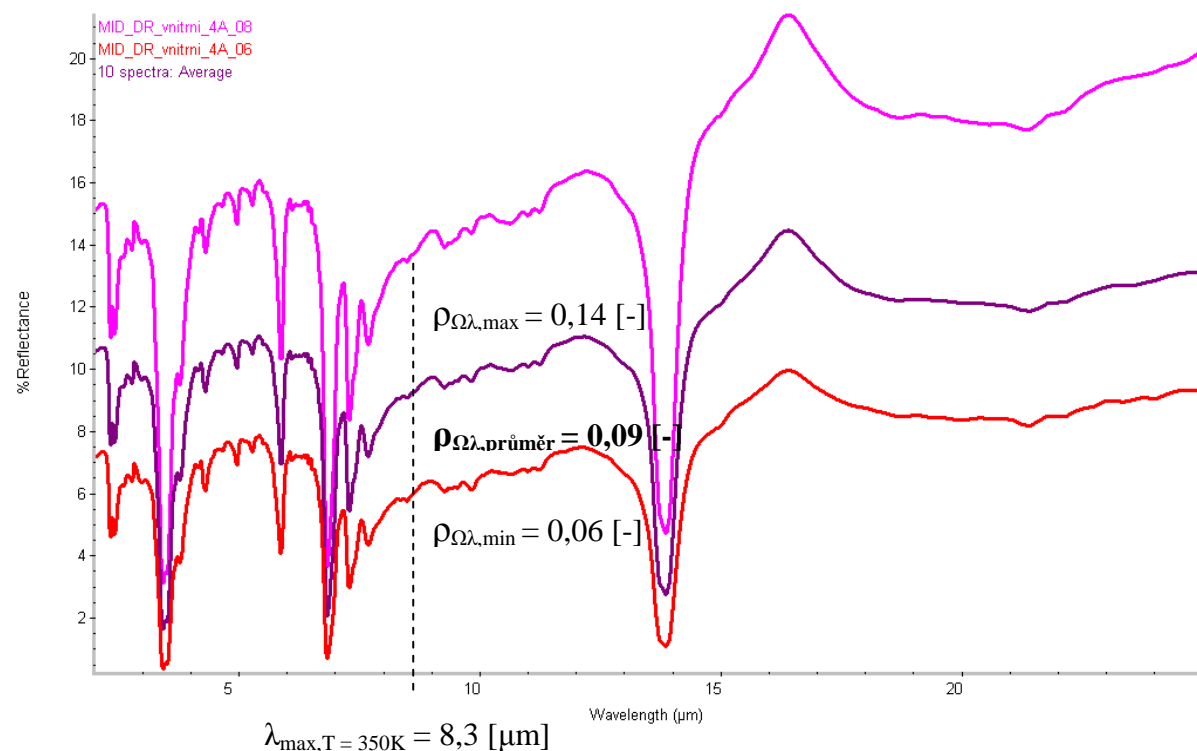
Vzorek č. 1:

dvě hliníkové fólie tl. 0,07 [mm] (bez vrstvy plastu), mezi nimiž je vrstva pěnového polyethylenu tl. 8 [mm]



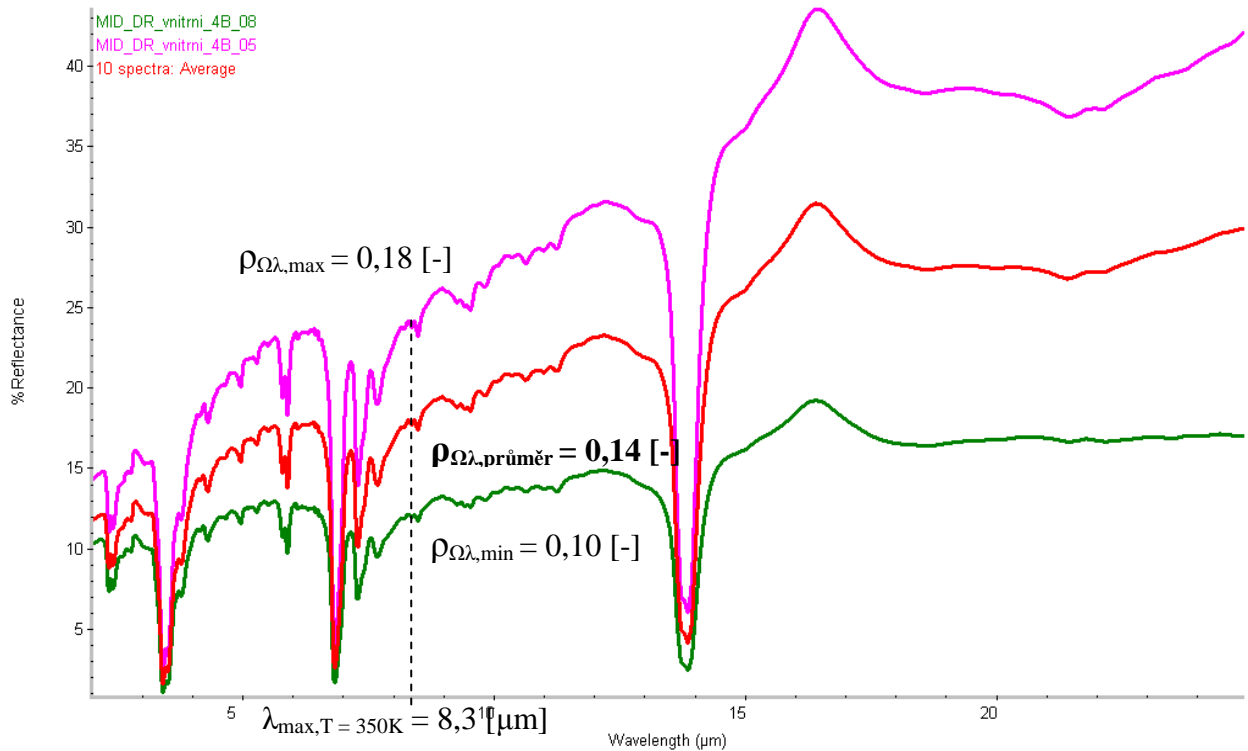
Vzorek č. 4:

dvě folie tl. 0,12 [mm] s matným, hrubým povrchem s mezivrstvou pěnového polyethylenu tl. 7,8 [mm]



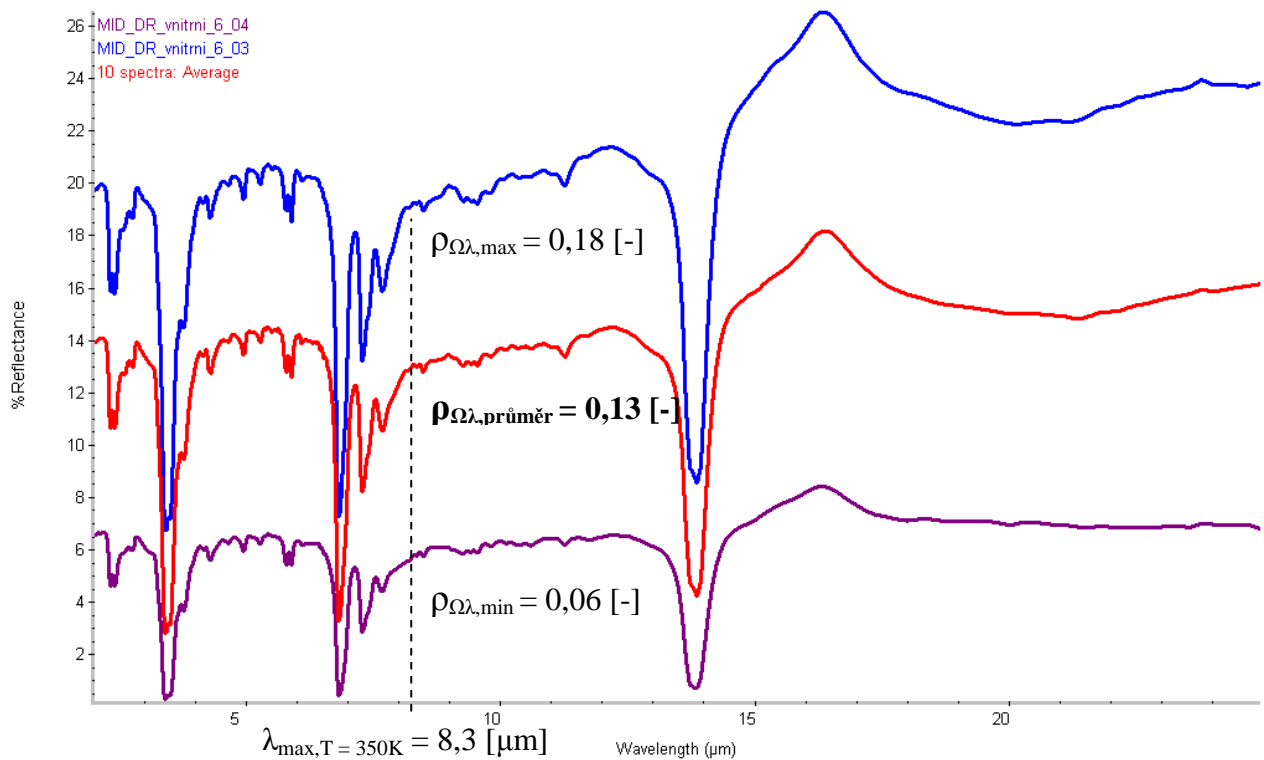
Vzorek č. 5:

dvě folie tl. 0,12 [mm] s matným, hrubým povrchem s mezivrstvou pěnového polyethylenu tl. 7,8 [mm]



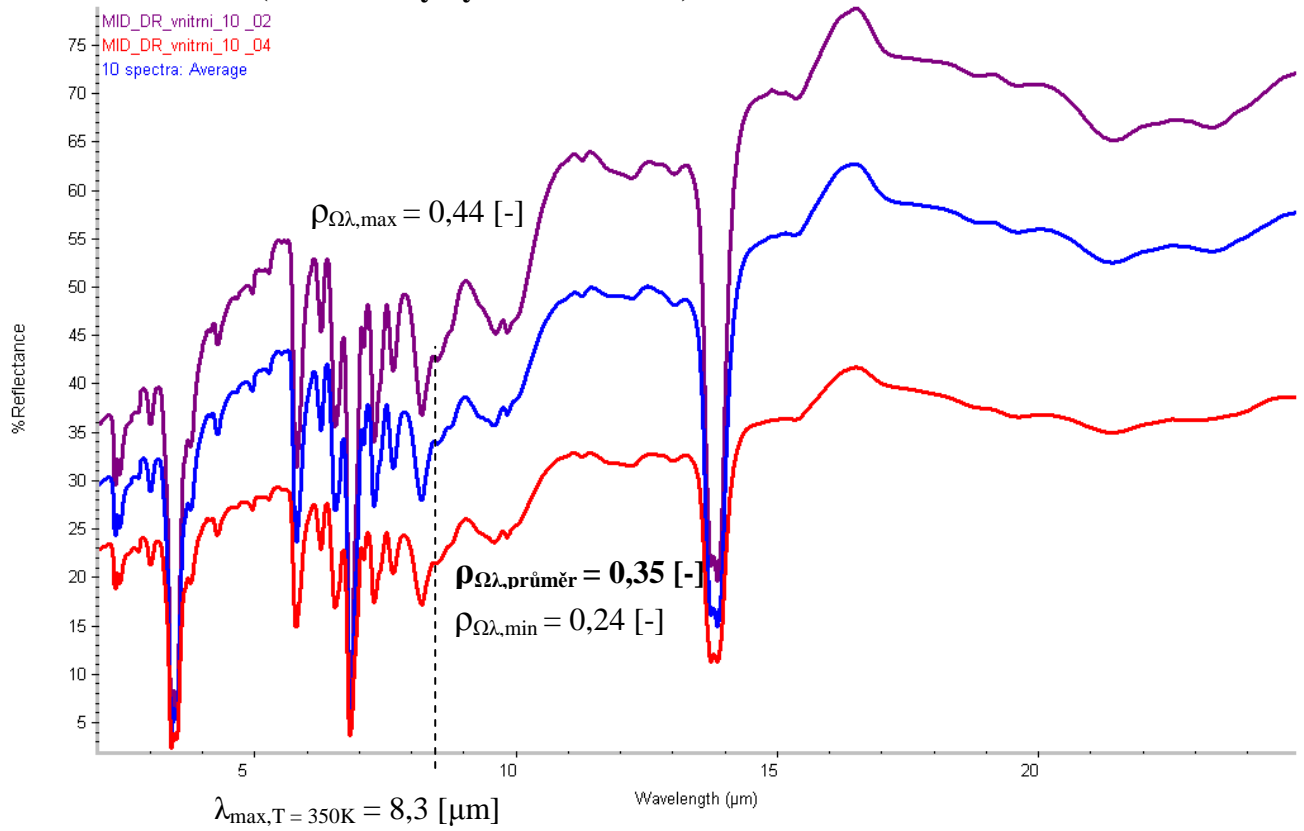
Vzorek č. 7:

dvě hliníkové folie tl. 0,085 [mm] s matným, hrubým povrchem z obou stran, s vrstvou pěnového polyethylenu tl. 8 [mm]



Vzorek č. 11:

dvě hliníkové folie tl. 0,04 [mm] s mezivrstvou z polyethylenu tl. 3,65 [mm], povrch jedné z folií zvrásněn (z této strany byla folie měřena)



A4) DÍLČÍ SHRUTÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ:

Difuzní reflektance - vnitřní strany folií $\rho_{j=1}^{n=10}$ $\lambda \in (2; 2,5)$

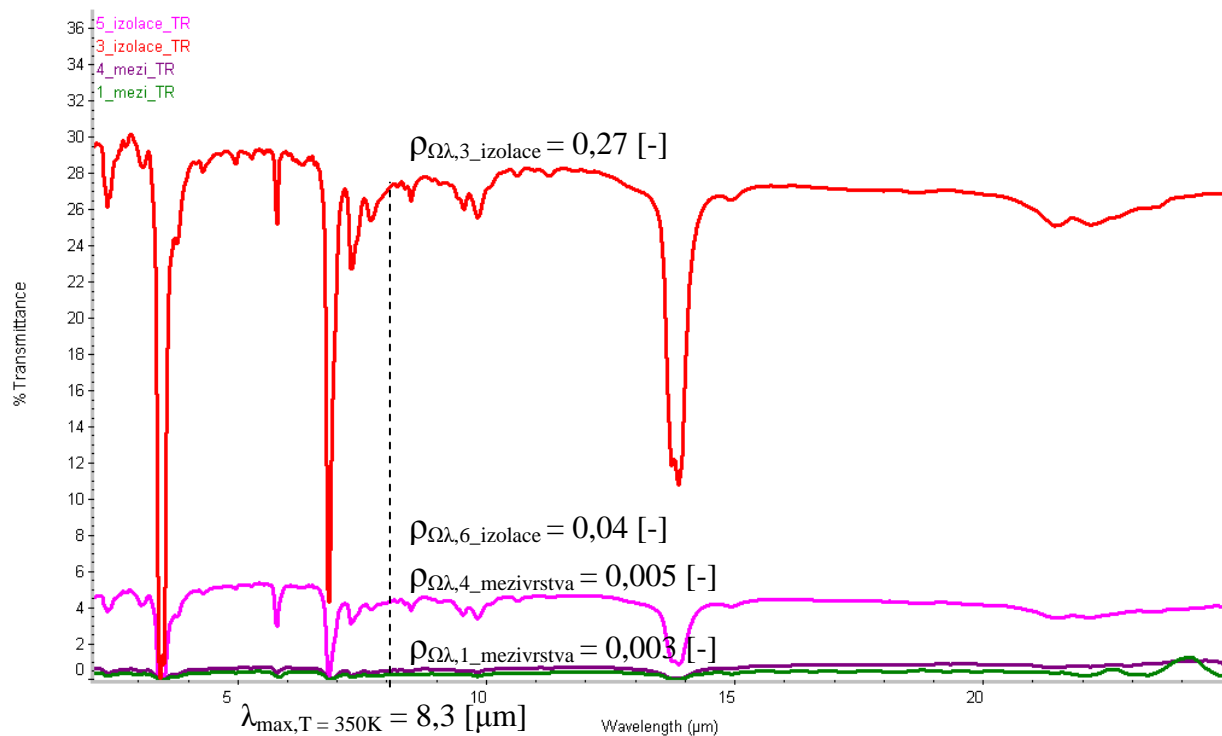
| č. | vzorek | $\rho_{\Omega\lambda}$ max [-] | $\rho_{\Omega\lambda}$ min [-] | $\rho_{\Omega\lambda}$ průměr [-] ($\rho_{\Omega\lambda}$ vnější) n=10, j=1 | $\alpha_{\Omega\lambda}$ průměr [-]* |
|----|---|--------------------------------|--------------------------------|--|--------------------------------------|
| 1 | dvě hliníkové fólie tl. 0,07 [mm] (bez vrstvy plastu), mezi nimiž je vrstva pěnového polyethylenu tl. 8 [mm] | 0,20 | 0,14 | 0,17 (0,44) | 0,83 |
| 4 | dvě folie tl. 0,12 [mm] s matným, hrubým povrchem s mezivrstvou pěnového polyethylenu tl. 7,8 [mm] | 0,14 | 0,06 | 0,09 (0,13) | 0,91 |
| 5 | dvě folie tl. 0,12 [mm] s matným, hrubým povrchem s mezivrstvou pěnového polyethylenu tl. 7,8 [mm] | 0,18 | 0,10 | 0,14 (0,47) | 0,86 |
| 7 | dvě hliníkové folie tl. 0,085 [mm] s matným, hrubým povrchem z obou stran, s vrstvou pěnového polyethylenu tl. 8 [mm] | 0,18 | 0,06 | 0,13 (0,17) | 0,87 |
| 11 | dvě hliníkové folie tl. 0,04 [mm] s mezivrstvou z polyethylenu tl. 3,65 [mm], povrch jedné z folií zvrásněn (z této strany byla folie měřena) | 0,44 | 0,24 | 0,35 (0,33) | 0,65 |

* Stanoveno výpočtem dle Kirchhoffova zákona $\alpha_{\Omega\lambda} [-] = \varepsilon_{\Omega\lambda} [-]$

A5) transmittance – mezivrstev reflexních izolací $\tau_{j=1}^{n=1} \lambda \in (2; 2,5)$

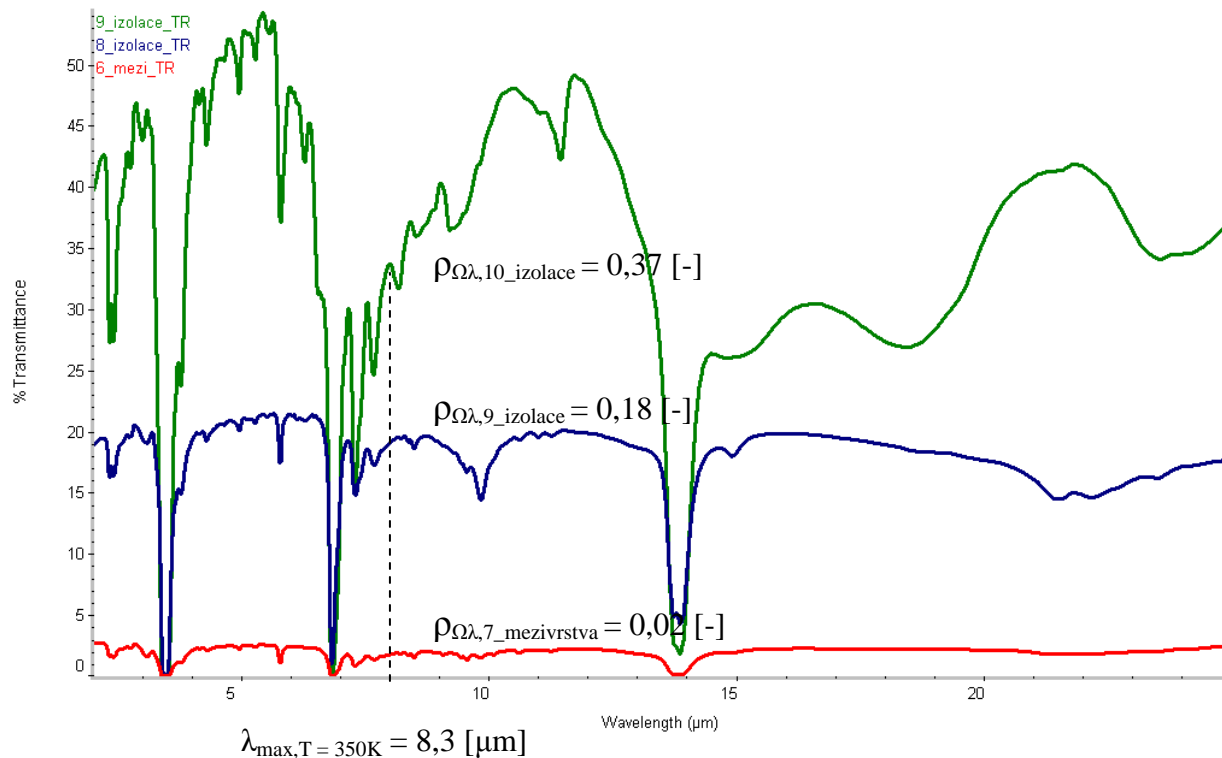
Vzorek č. 34, 35, 36 a 37:

Izolace vzorku 3 a 6 s mezivrstvou vzorku 1a 4



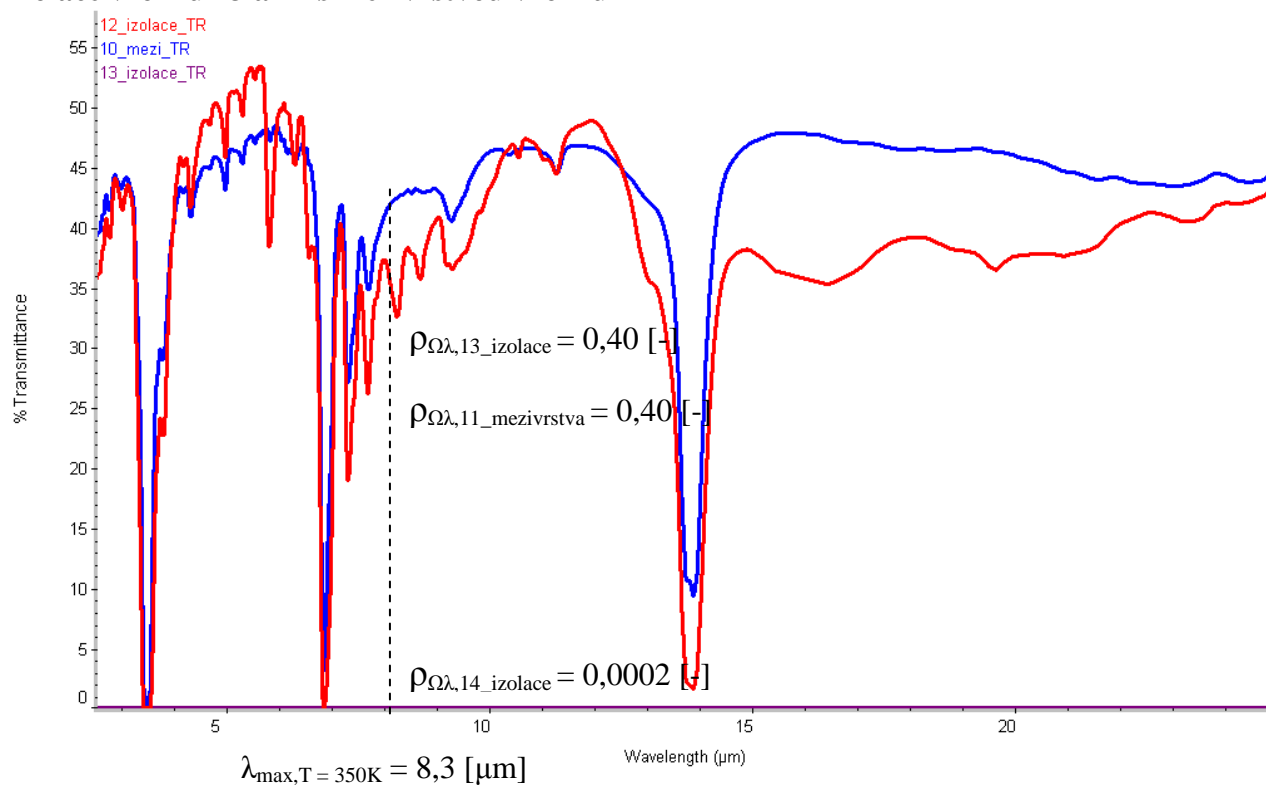
Vzorek č. 38, 39 a 40:

Izolace vzorku 9 a 10 s mezivrstvou vzorku 7



Vzorek č. 41, 42 a 43:

Izolace vzorku 13 a 14 s mezivrstvou vzorku 11



A5) DÍLČÍ SHRNU TÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ:

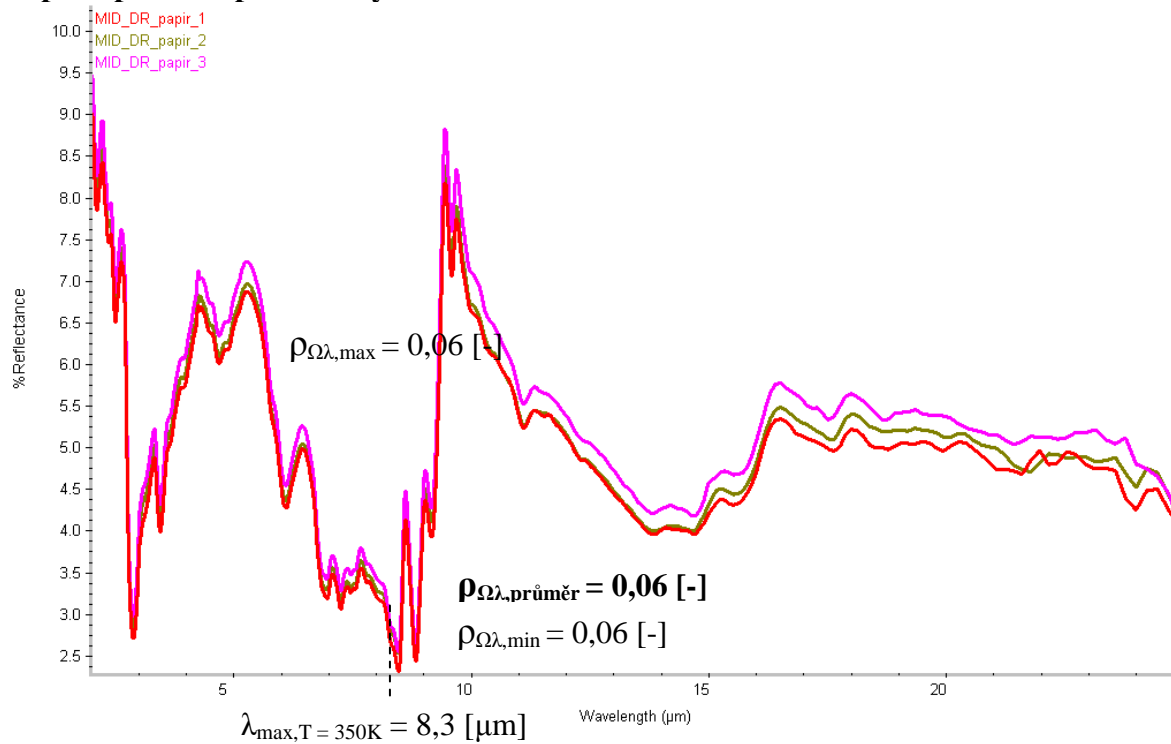
Transmittance – reflexní materiály, reflexní tepelné izolace $\tau_{j=1}^{n=1}$ $\lambda \in \langle 2; 2,5 \rangle$

| č. | vzorek | $\tau_{\Omega\lambda}$ [-] $n=1, j=1$ |
|----|------------------------|--|
| 34 | Vzorek 1 - mezivrstva | 0,003 |
| 35 | Vzorek 3 | 0,27 |
| 36 | Vzorek 4 - mezivrstva | 0,005 |
| 37 | Vzorek 6 | 0,04 |
| 38 | Vzorek 7 - mezivrstva | 0,02 |
| 39 | Vzorek 9 | 0,18 |
| 40 | Vzorek 10 | 0,37 |
| 41 | Vzorek 11 - mezivrstva | 0,40 |
| 42 | Vzorek 13 | 0,37 |
| 43 | Vzorek 14 | 0,0002 |

A6) difuzní reflektance – vybrané podklady, nátěry a další materiály $\rho_{j=1}^{n=5} \lambda \in \langle 2; 2,5 \rangle$

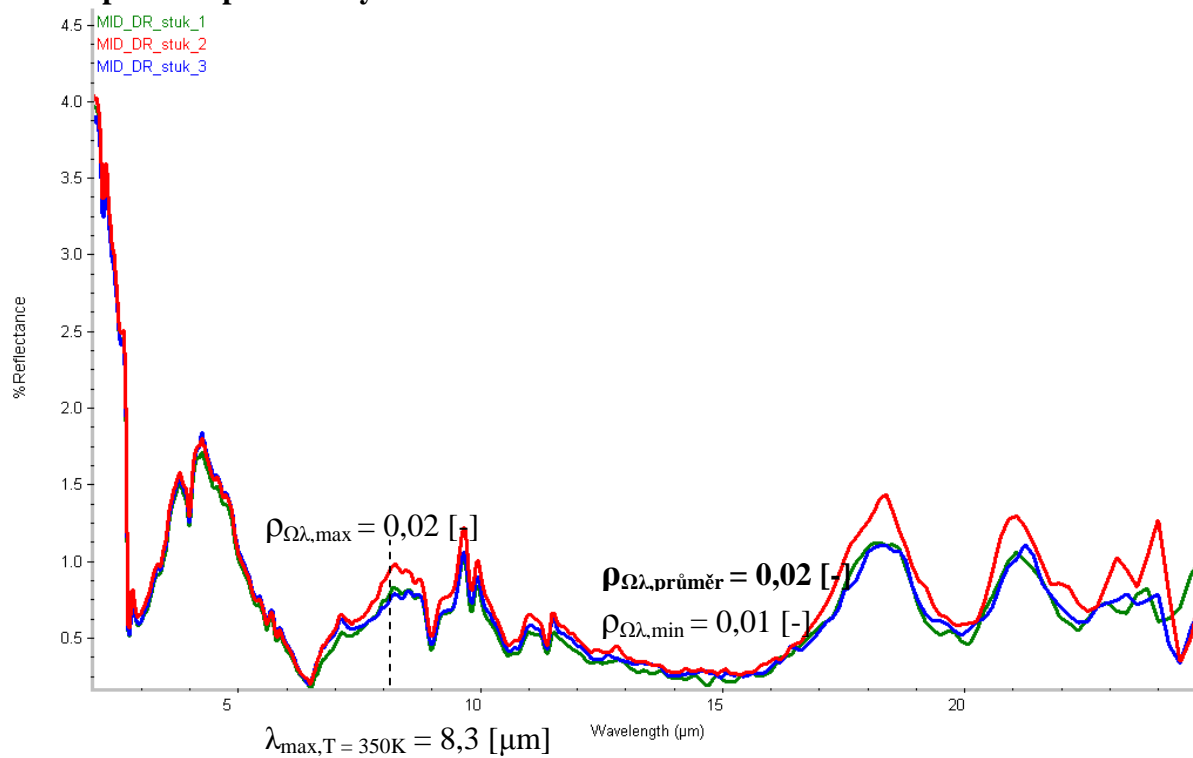
Vzorek č. 21:

Papír – podklad pod vzorky



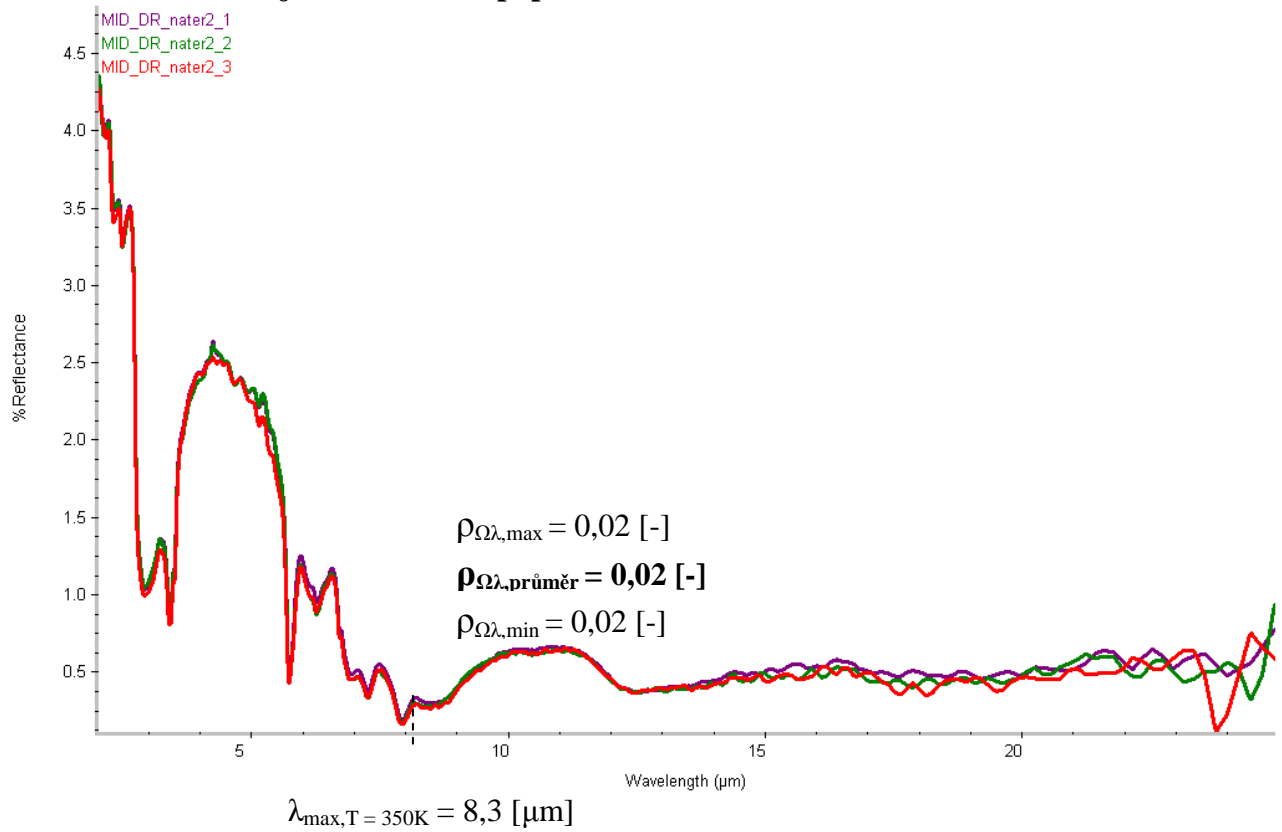
Vzorek č. 22:

Štuk – podklad pod vzorky



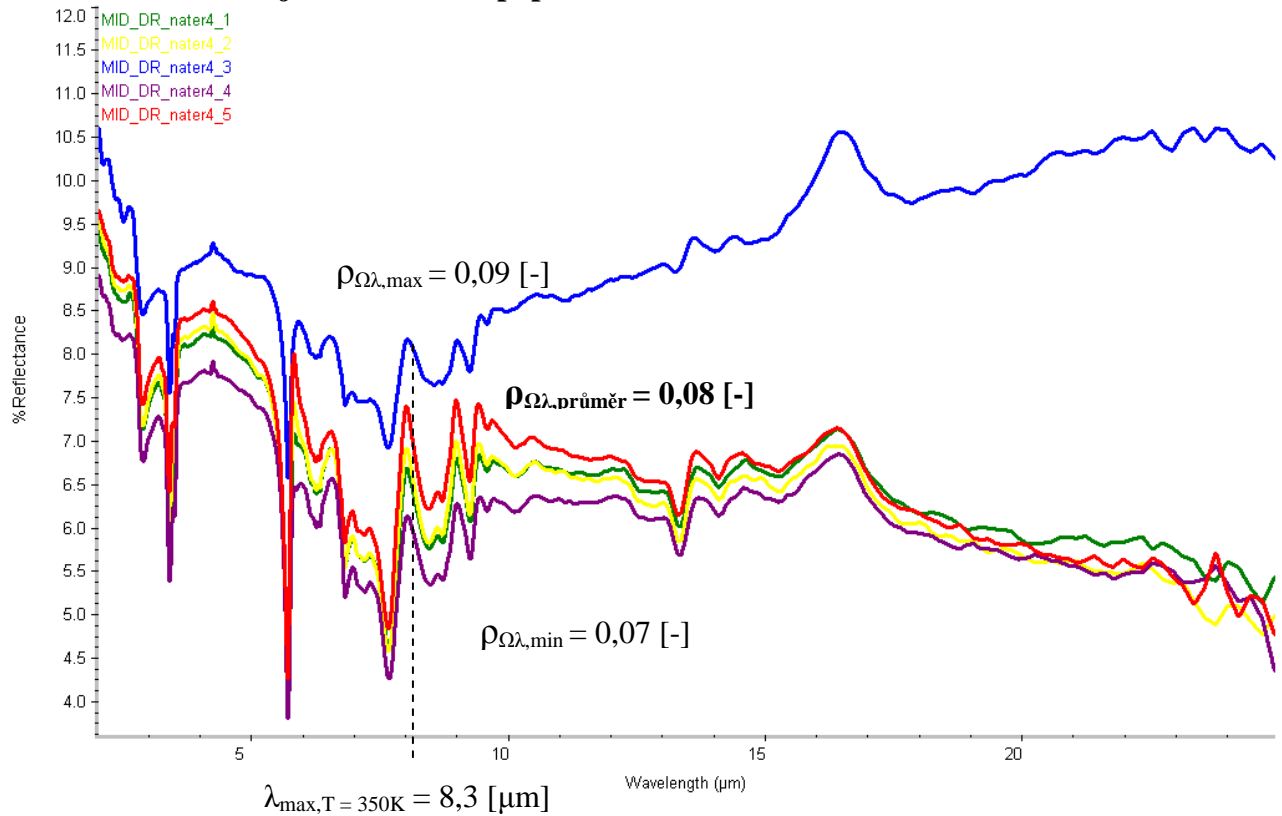
Vzorek č. 23:

Nátěr 2 – nanesen v jedné vrstvě na papír



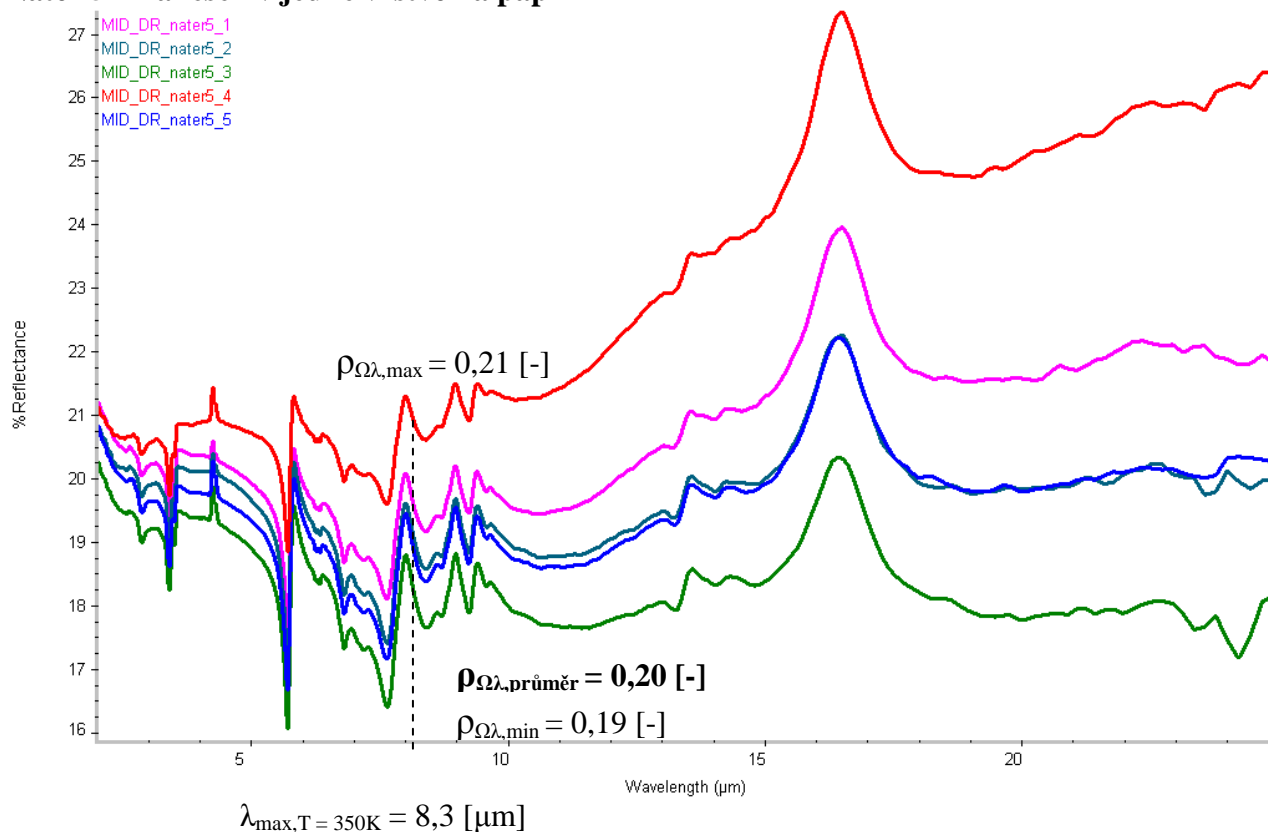
Vzorek č. 24:

Nátěr 4 – nanesen v jedné vrstvě na papír



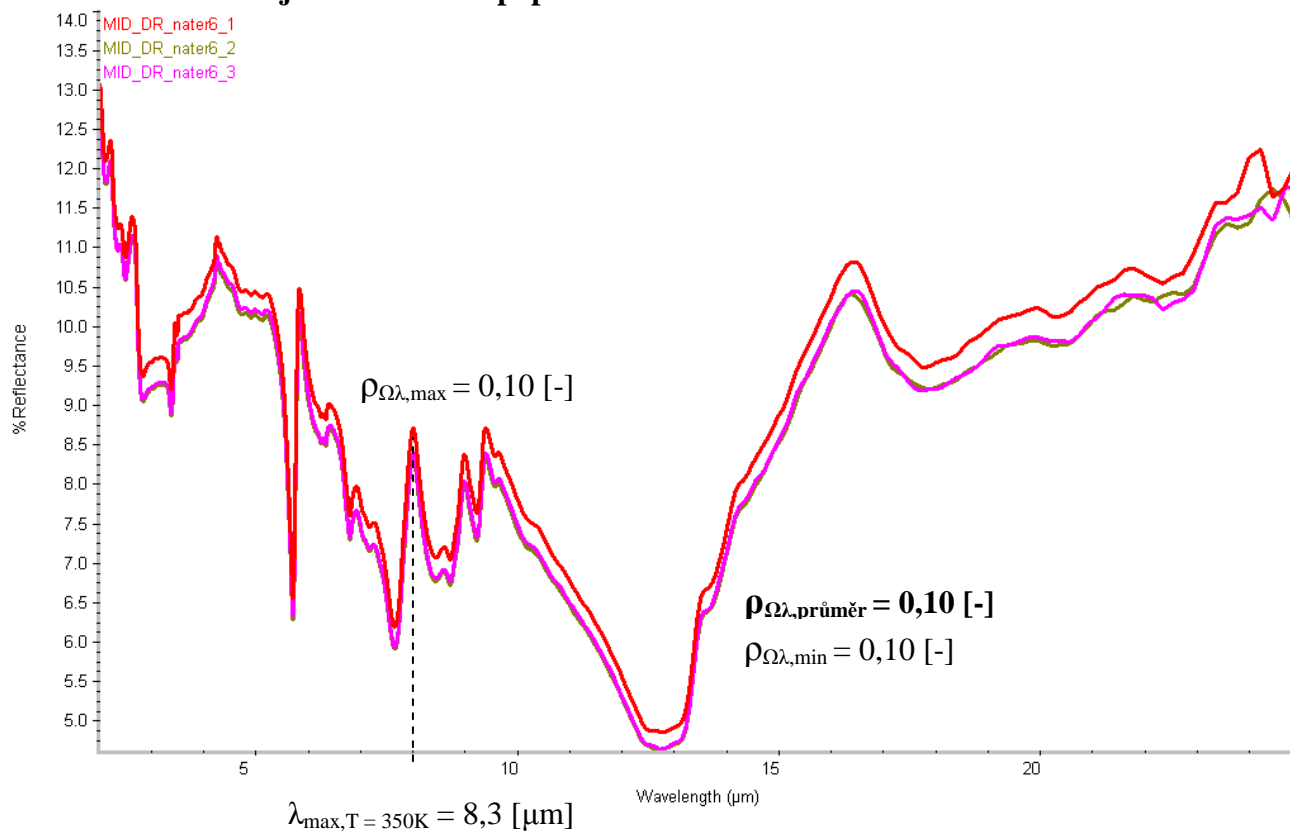
Vzorek č. 25:

Nátěr 5 – nanesen v jedné vrstvě na papír



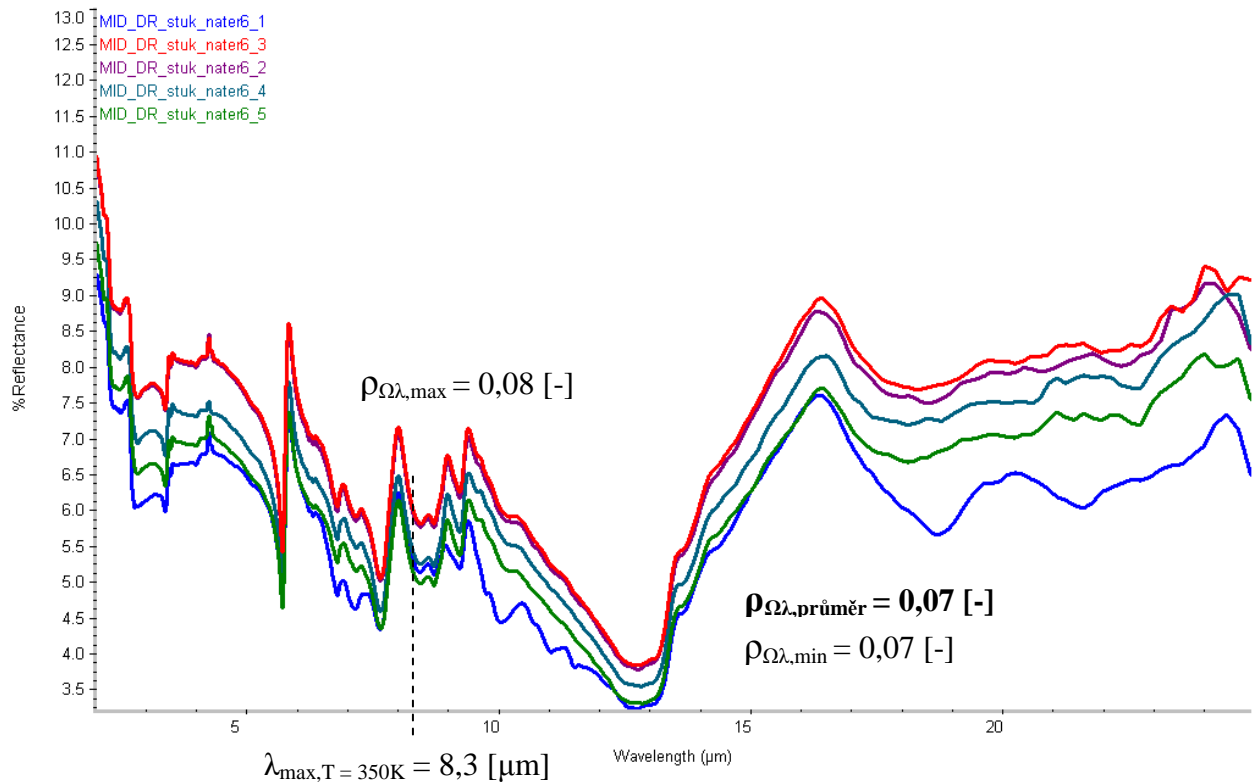
Vzorek č. 26:

Nátěr 6 – nanesen v jedné vrstvě na papír



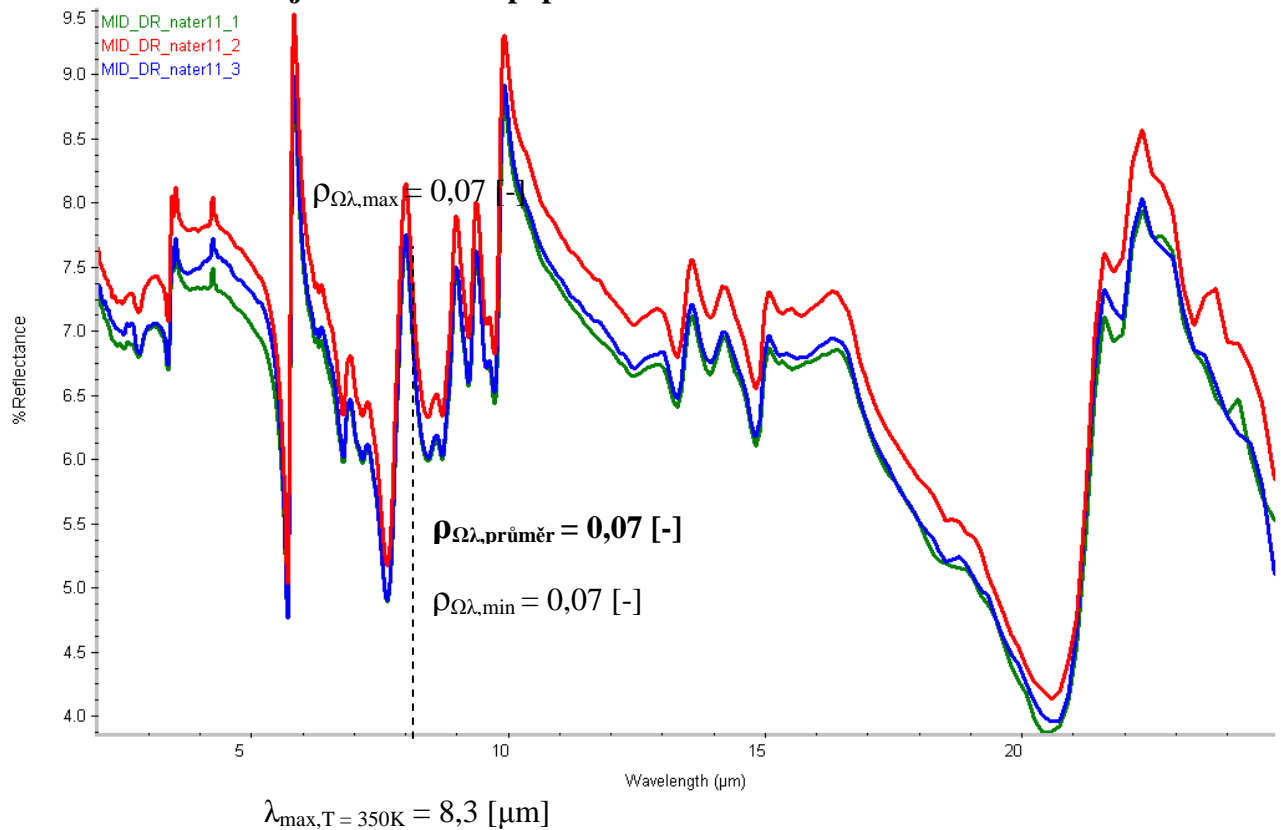
Vzorek č. 27:

Nátěr 6 – nanesen ve dvou vrstvách na štuk



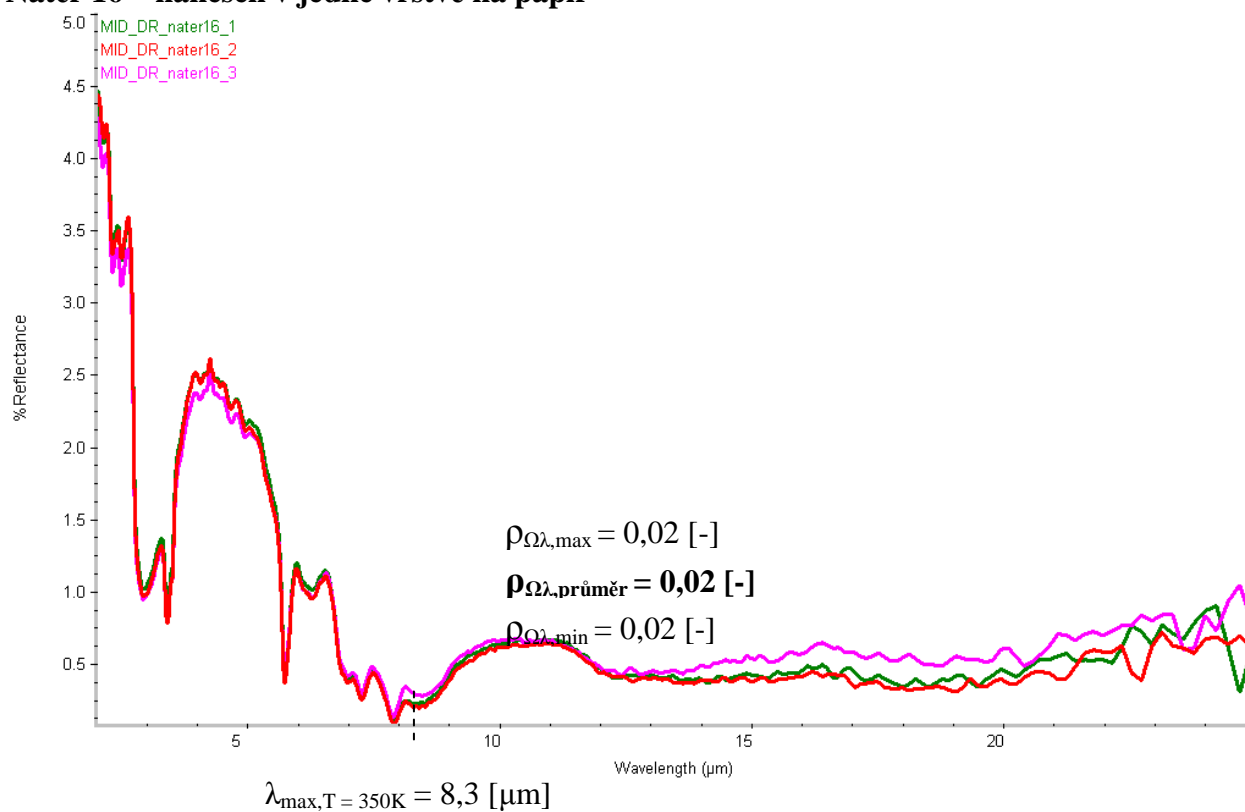
Vzorek č. 28:

Nátěr 11 - nanesen v jedné vrstvě na papír



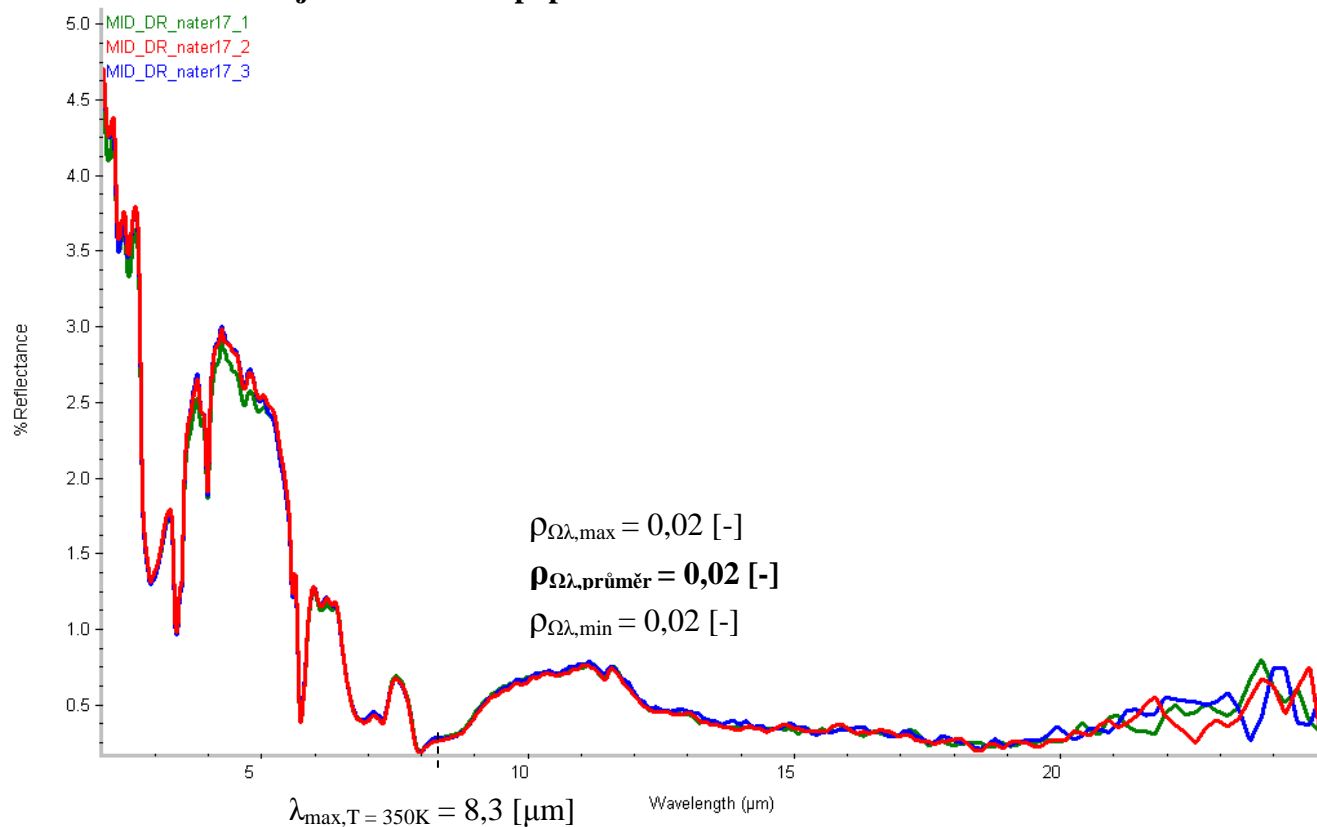
Vzorek č. 29:

Nátěr 16 – nanesen v jedné vrstvě na papír



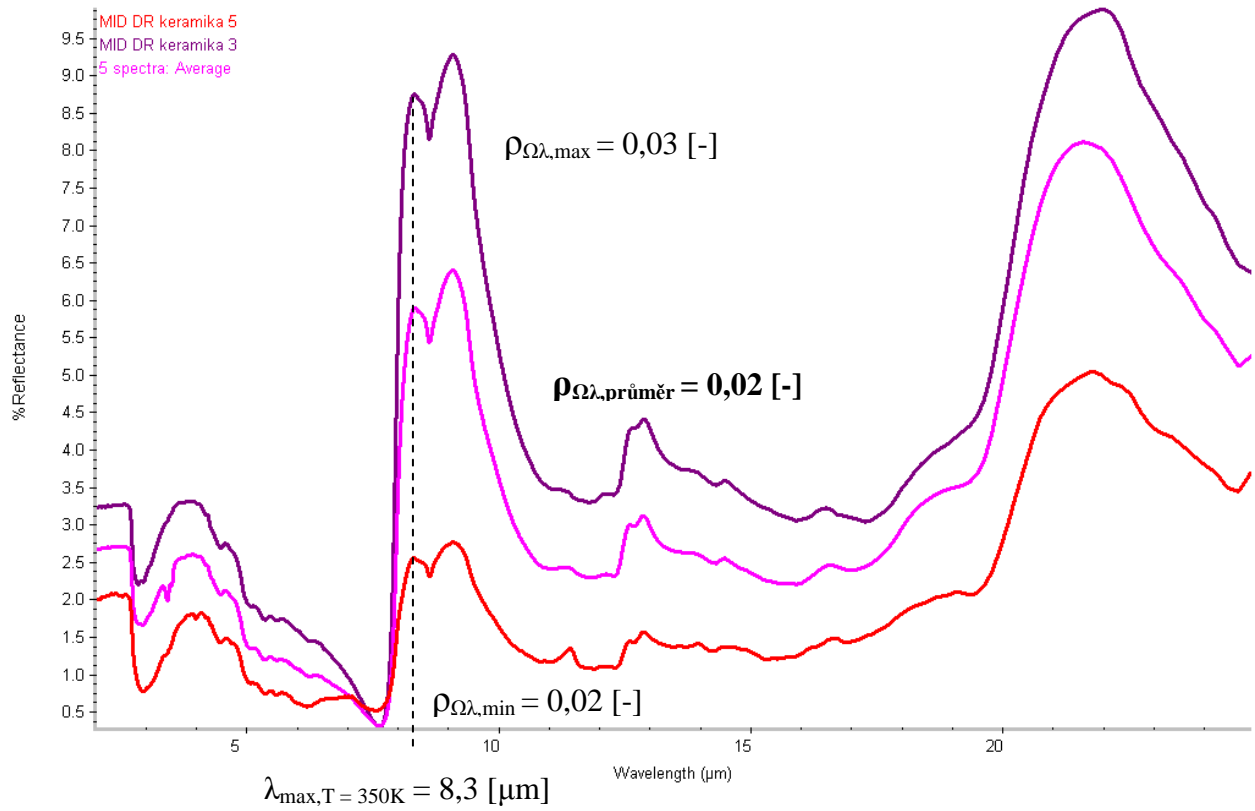
Vzorek č. 30:

Nátěr 17 – nanesen v jedné vrstvě na papír



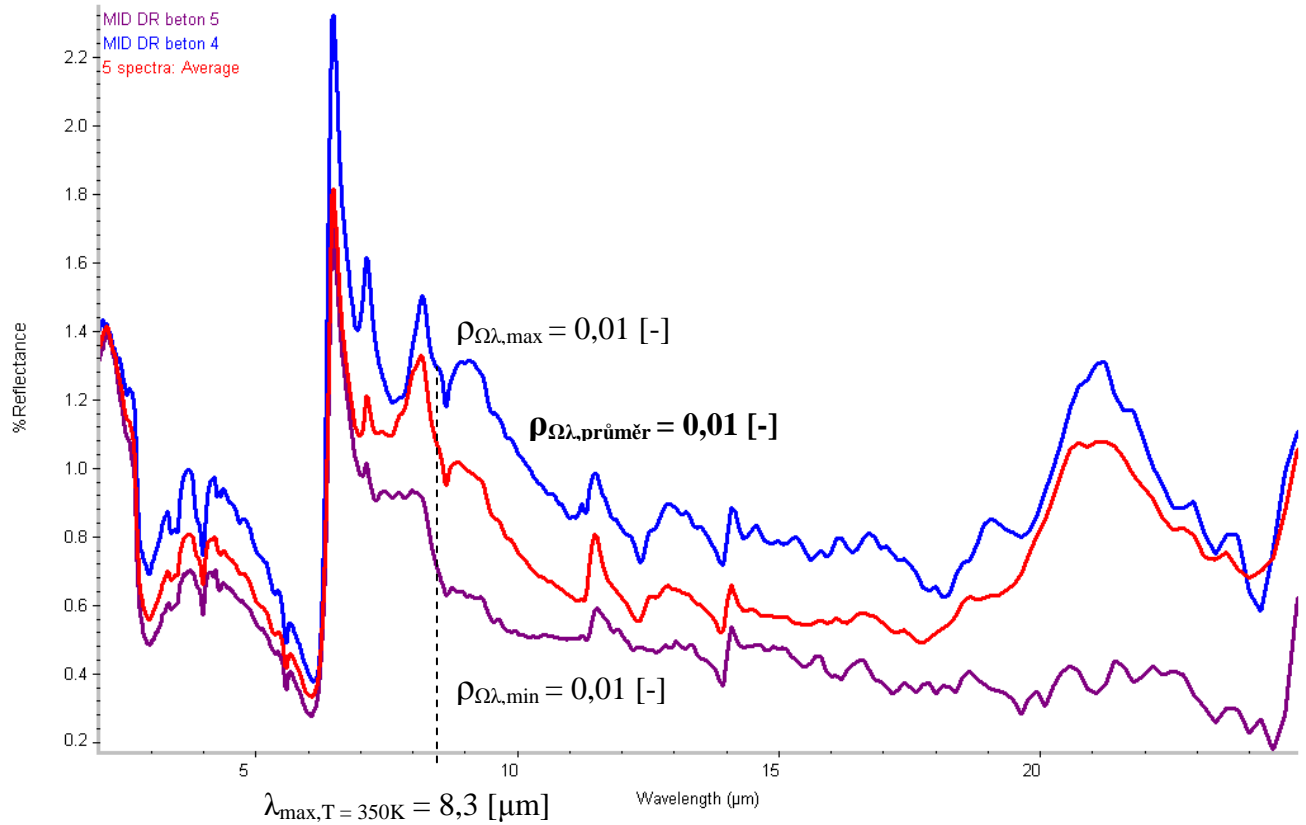
Vzorek č. 31:

Keramika



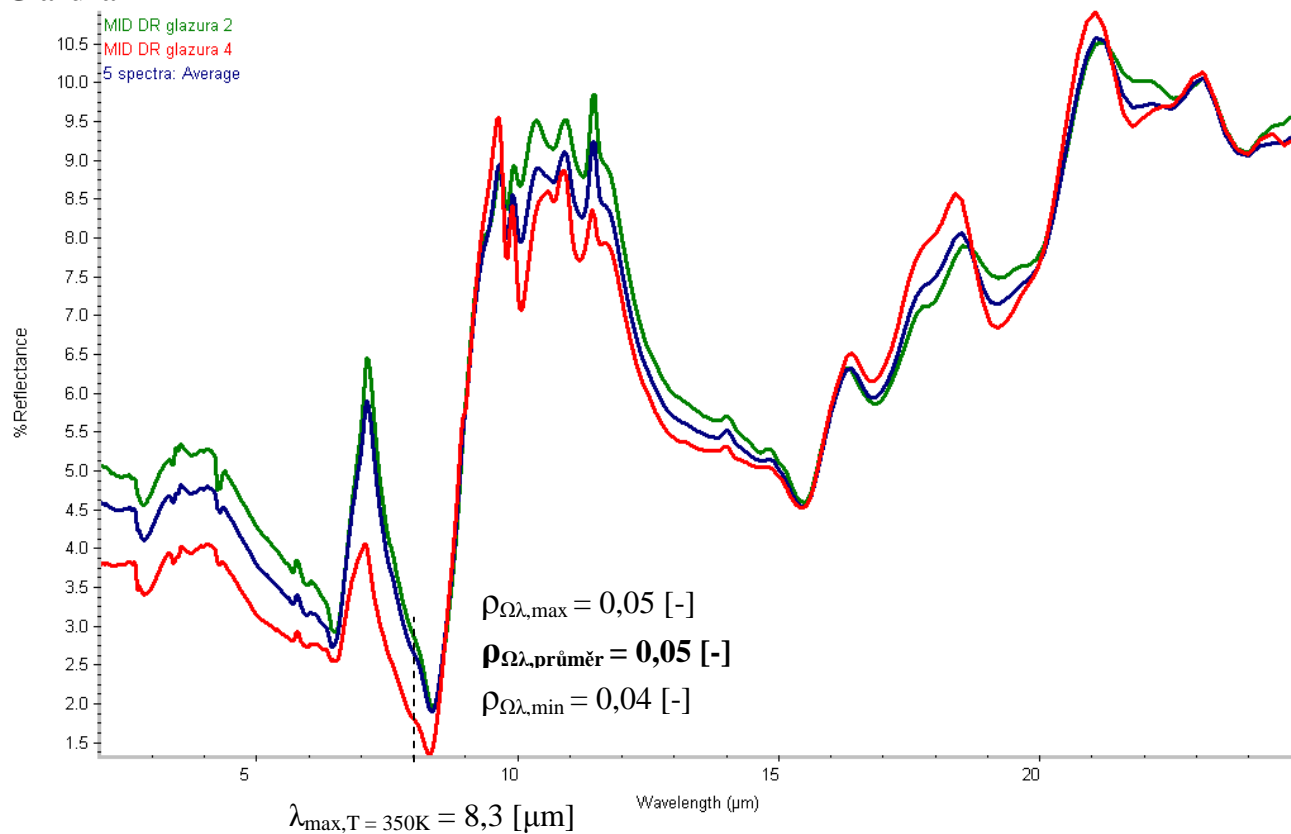
Vzorek č. 32:

Beton



Vzorek č. 33:

Glazura



A6) DÍLČÍ SHRnutí VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ:

Difuzní reflektance – materiály podkladů pro nanesení vzorků, nátěry a další materiály

$$\rho_{\Omega\lambda} \quad \begin{matrix} n=5 \\ j=1 \\ \lambda \in \langle 2; 2,5 \rangle \end{matrix}$$

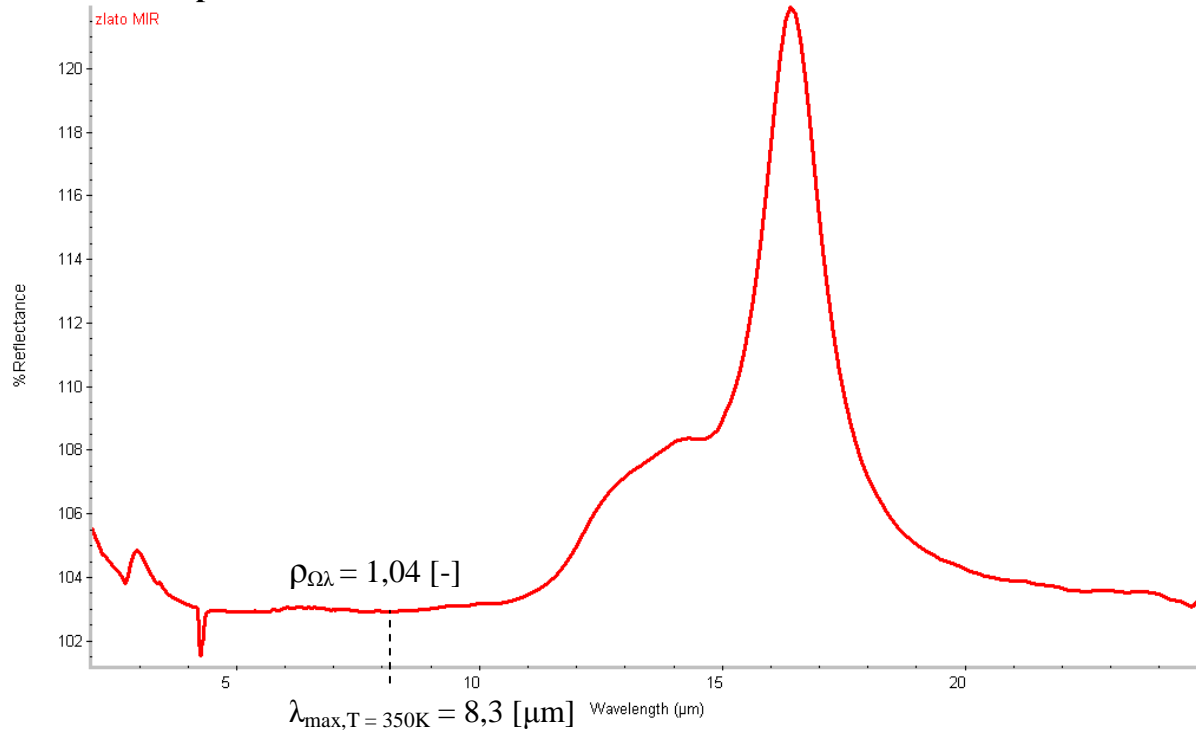
| č. | vzorek | $\rho_{\Omega\lambda} \text{ max [-]}$ | $\rho_{\Omega\lambda} \text{ min [-]}$ | $\rho_{\Omega\lambda} \text{ průměr [-]}$ <small>n=3∧5, j=1</small> | $\alpha_{\Omega\lambda} \text{ průměr [-]}^*$ |
|----|---|--|--|--|---|
| 21 | Papír – podklad pod vzorek | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,94 |
| 22 | Štuk – podklad pod vzorek | 0,02 | 0,01 | 0,02 | 0,98 |
| 23 | Vzorek 2 - nanesen v jedné vrstvě na papír | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,98 |
| 24 | Vzorek 4 - nanesen v jedné vrstvě na papír | 0,09 | 0,07 | 0,08 | 0,92 |
| 25 | Vzorek 5 - nanesen v jedné vrstvě na papír | 0,21 | 0,19 | 0,20 | 0,80 |
| 26 | Vzorek 6 - nanesen v jedné vrstvě na papír | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,90 |
| 27 | Vzorek 6 – nanesen ve dvou vrstvách na štuk | 0,08 | 0,07 | 0,07 | 0,93 |
| 28 | Vzorek 11 - nanesen v jedné vrstvě na papír | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,93 |
| 29 | Vzorek 16 - nanesen v jedné vrstvě na papír | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,98 |
| 30 | Vzorek 17 - nanesen v jedné vrstvě na papír | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,98 |
| 31 | Keramika | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,98 |
| 32 | Beton | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,99 |
| 33 | Glazura | 0,05 | 0,04 | 0,05 | 0,95 |

* Stanoveno výpočtem dle Kirchhoffova zákona $\alpha_{\Omega\lambda} [-] = \varepsilon_{\Omega\lambda} [-]$

A7) difuzní reflektance – referenčních materiálů (laboratorních etanolů) $\rho_{j=1}^{n=1} \lambda \in \langle 2; 2,5 \rangle$

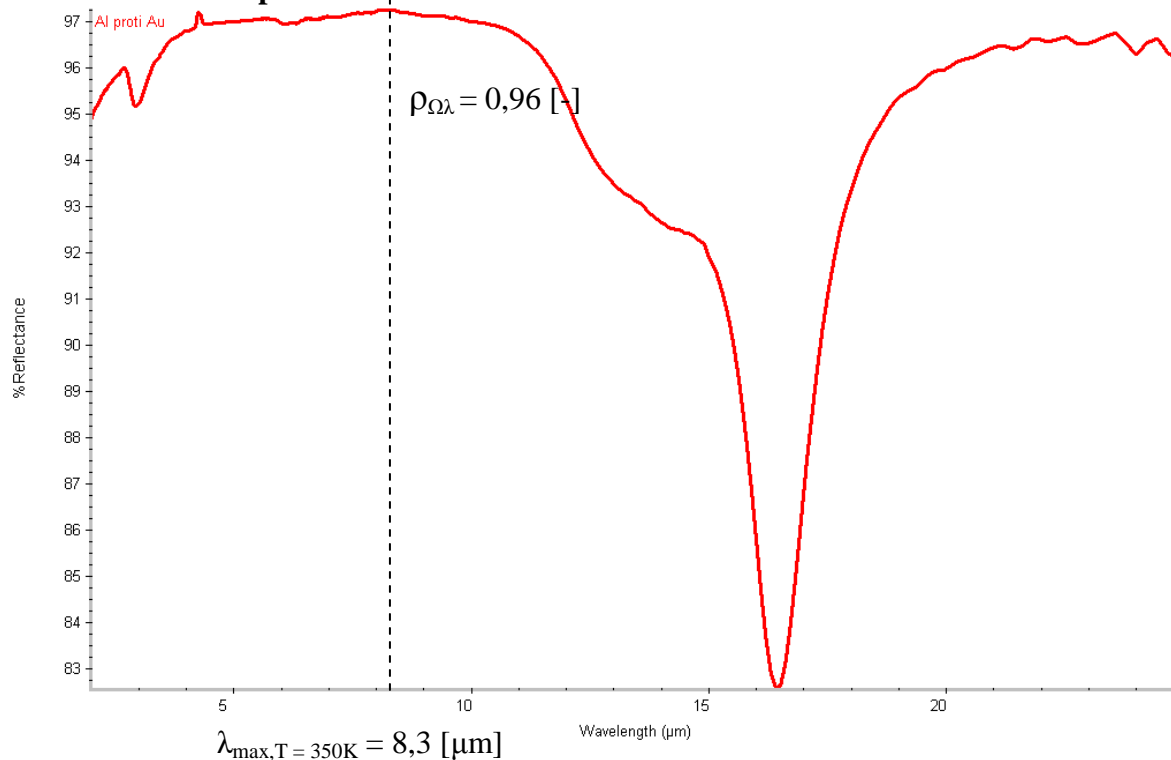
Vzorek č. 44:

Zlaté zrcátko proti hliníkovému



Vzorek č. 45:

Hliníkové zrcátko proti zlatému



A7) DÍLČÍ SHRnutí VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ:

Difuzní reflektance - referenčních materiálů (laboratorních etanolů)

$$\rho_{j=1}^{n=1} \lambda \in \langle 2; 2,5 \rangle$$

| č. | Vzorek | $\rho_{\Omega\lambda}$ [-] <small>n=1, j=1</small> |
|-----------|---------------------------------|---|
| 44 | Zlaté zrcátko proti hliníkovému | 1,04 |
| 45 | Hliníkové zrcátko proti zlatému | 0,96 |

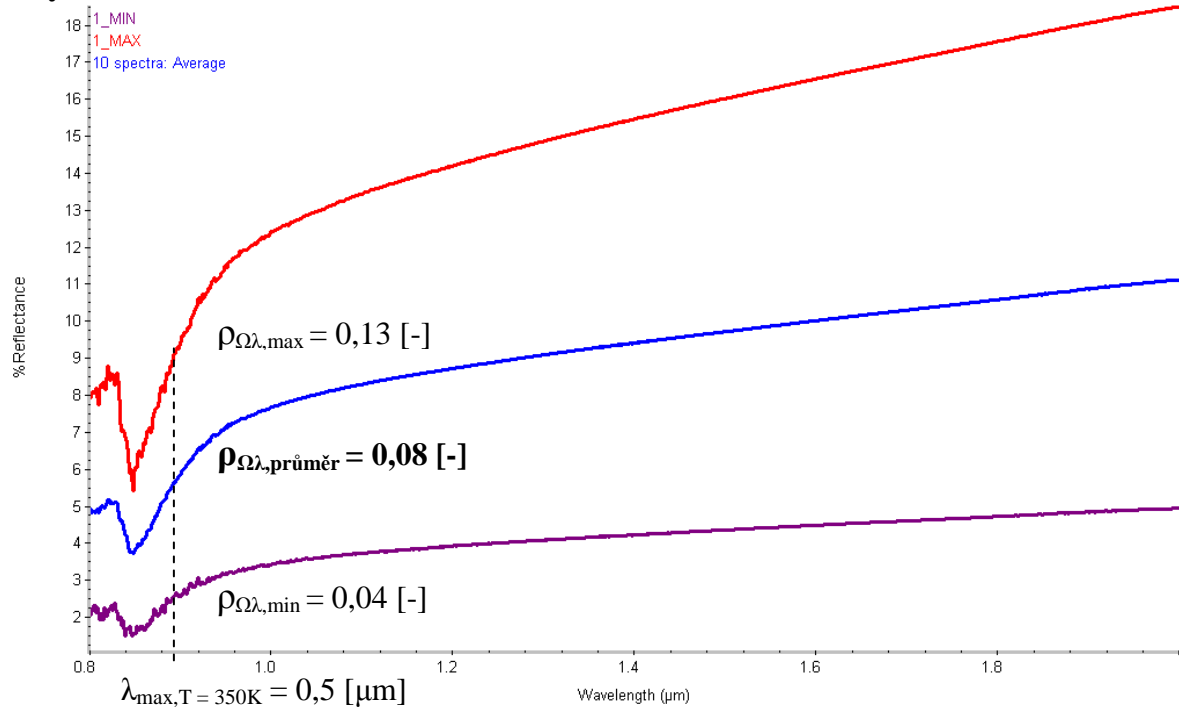
**VÝSLEDKY EXPERIMENTÁLNÍHO STANOVENÍ
SÁLAVÝCH VLASTNOSTÍ VYBRANÝCH
STAVEBNÍCH MATERIÁLŮ,
TJ. REFLEKTANCÍ $\rho_{\Omega\lambda}$ [-], TRANSMITANCÍ $\tau_{\Omega\lambda}$ [-]**

**OKRAJOVÉ PODMÍNKY
VNĚJŠÍHO PROSTŘEDÍ**

B1) spekulární reflektance – reflexní materiály, reflexní tepelné izolace $\rho_{j=1}^{n=10, \Omega=10^\circ, \lambda \in \langle 0,8;2 \rangle}$

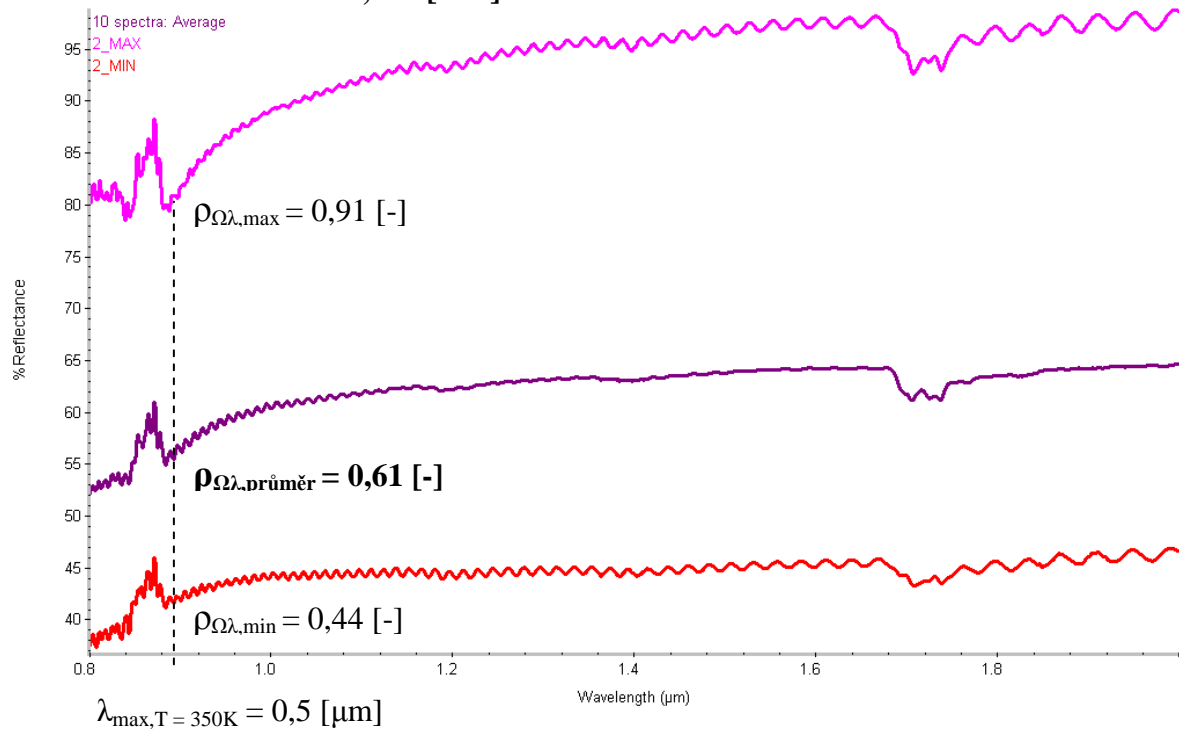
Vzorek č. 1:

dvě hliníkové fólie tl. 0,07 [mm] (bez vrstvy plastu), mezi nimiž je vrstva pěnového polyethylenu tl. 8 [mm]



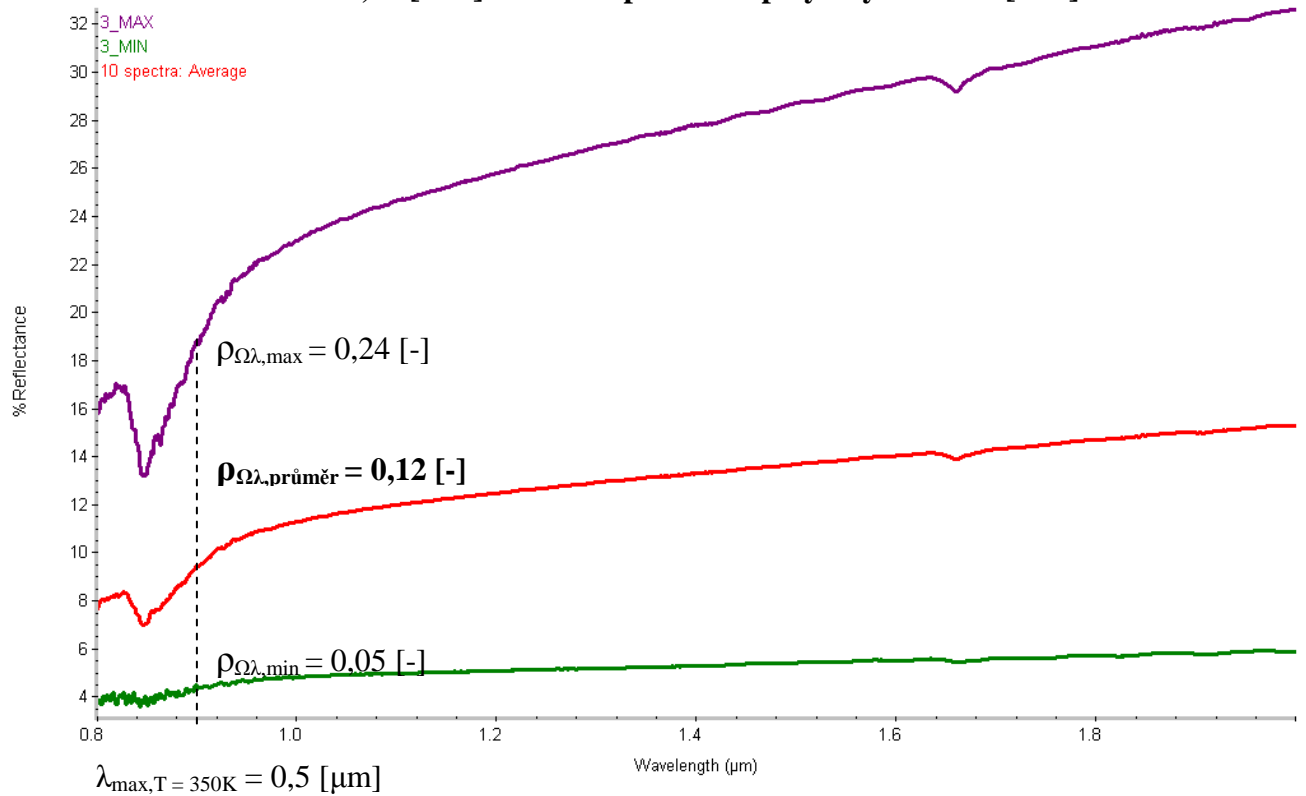
Vzorek č. 2:

hladká hliníková fólie tl. 0,095 [mm]



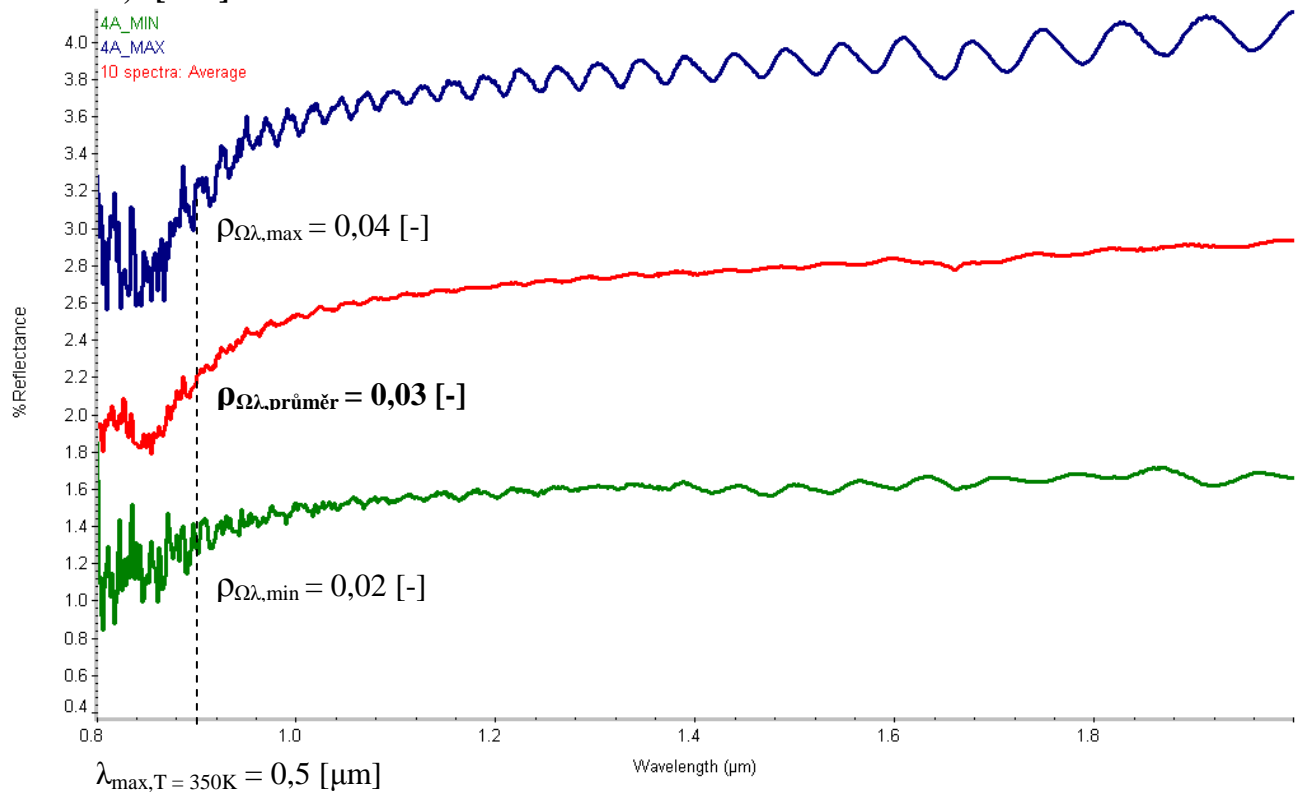
Vzorek č. 3:

hladká hliníková folie tl. 0,09 [mm] s vrstvou pěnového polyethylenu tl. 3 [mm]



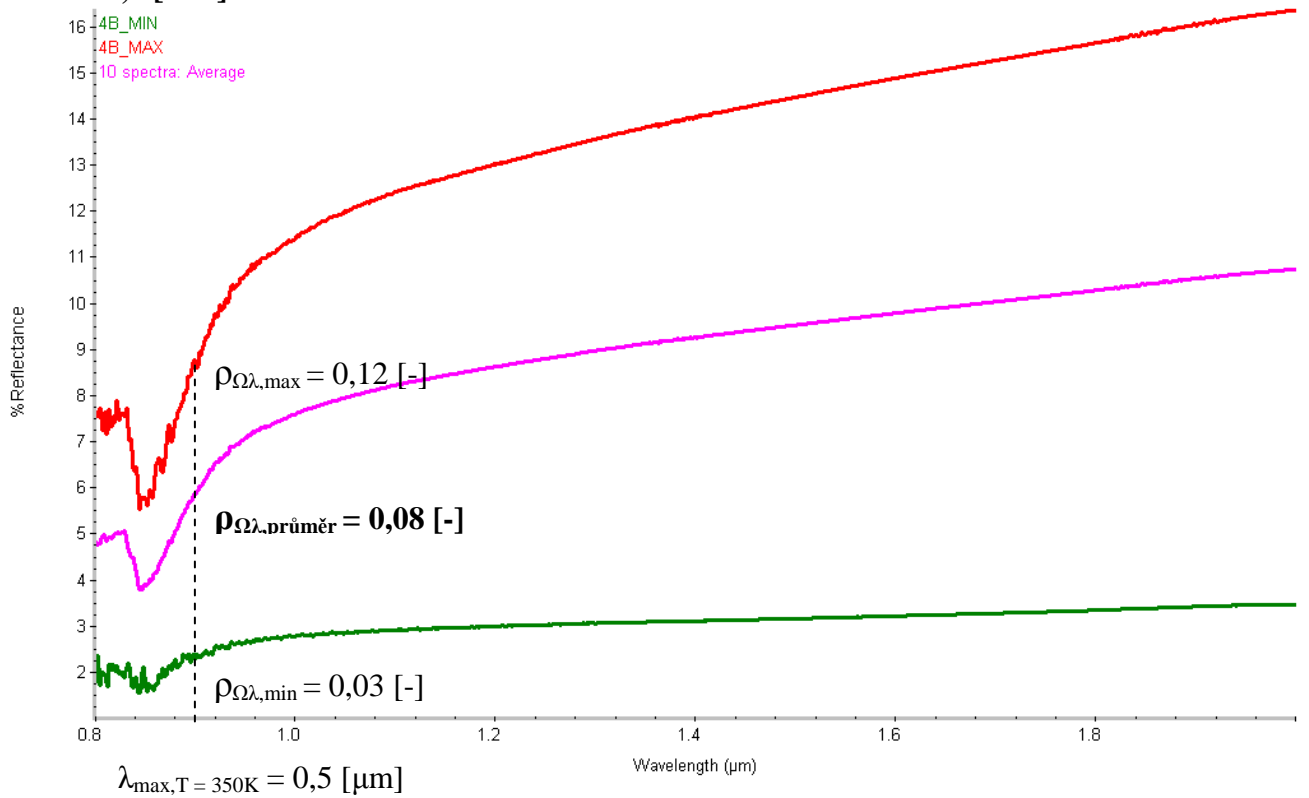
Vzorek č. 4:

dvě folie tl. 0,12 [mm] s matným, hrubým povrchem s mezivrstvou pěnového polyethylenu tl. 7,8 [mm]



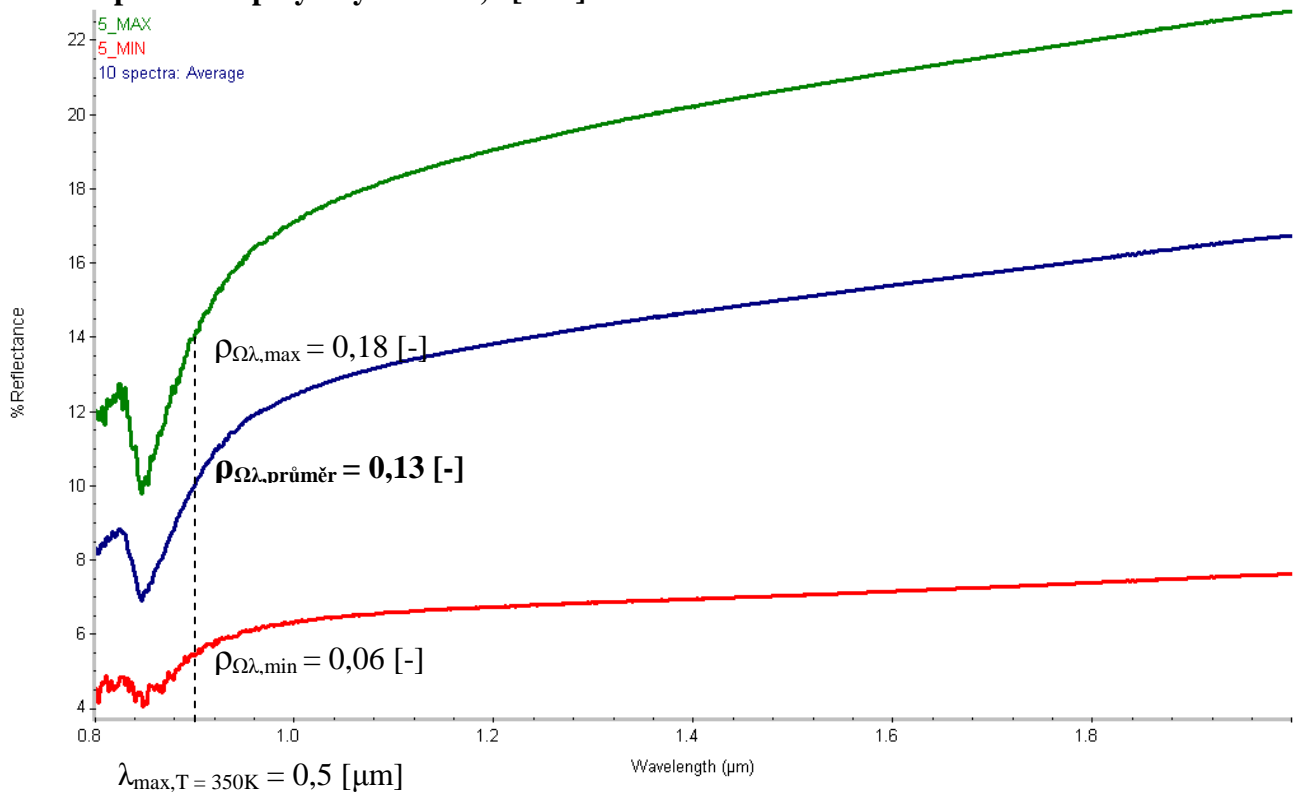
Vzorek č. 5:

dvě folie tl. 0,12 [mm] s matným, hrubým povrchem s mezivrstvou pěnového polyethylenu tl. 7,8 [mm]



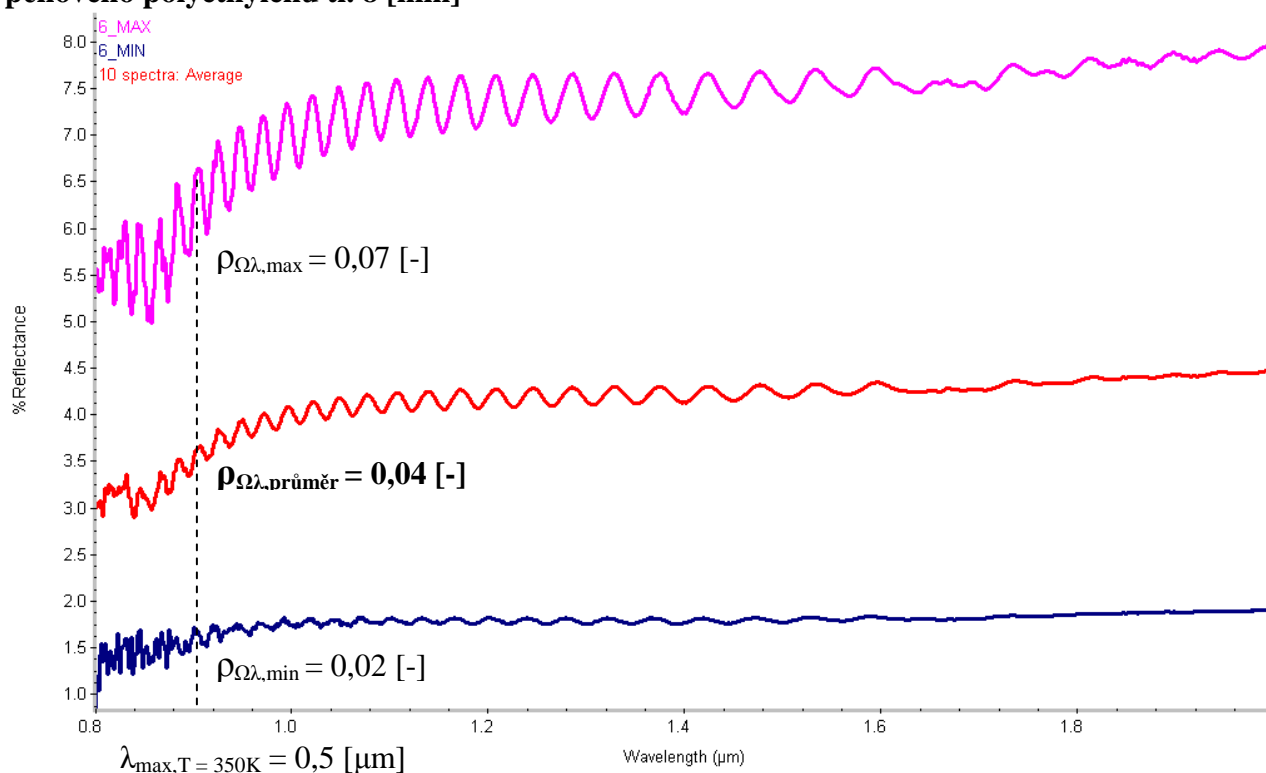
Vzorek č. 6:

hliníková folie tl. 0,09 [mm] (bez vrstvy plastu) s matným, hrubým povrchem s rubovou vrstvou pěnového polyethylenu tl 4,5 [mm]



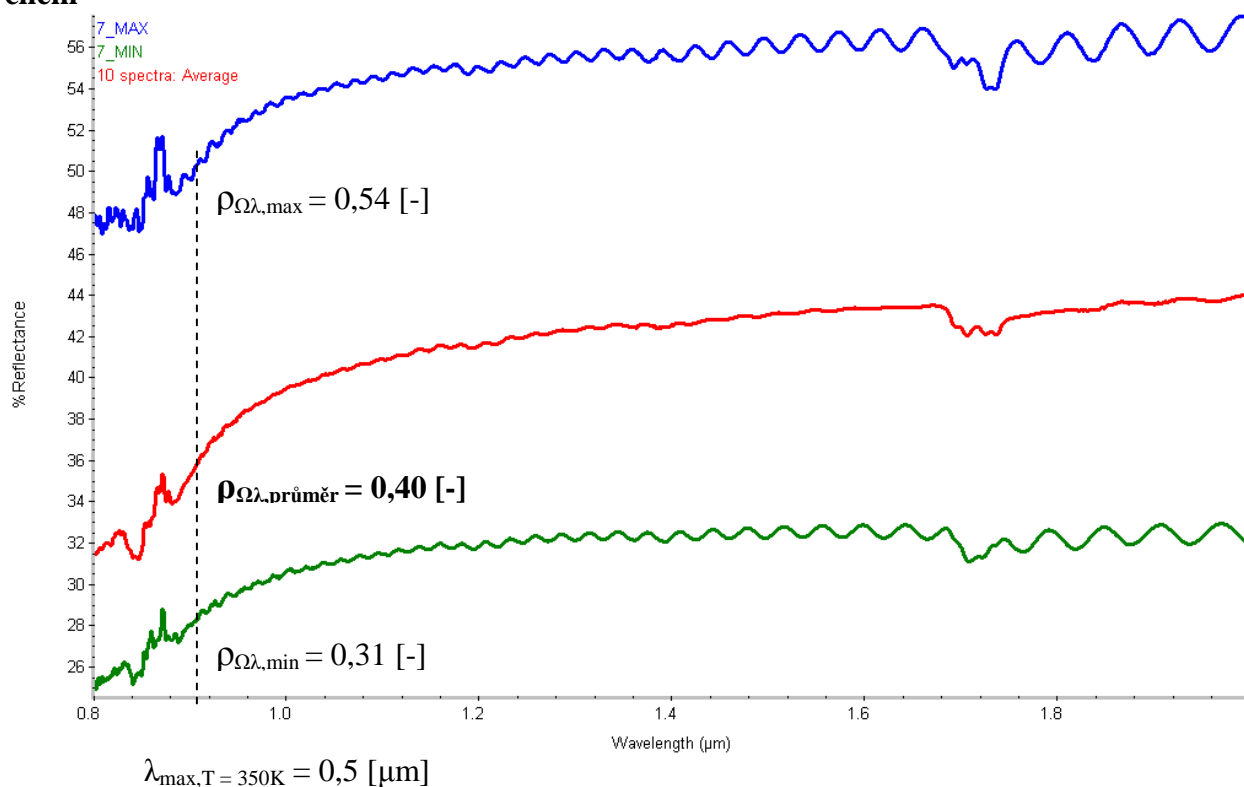
Vzorek č. 7:

dvě hliníkové folie tl. 0,085 [mm] s matným, hrubým povrchem z obou stran, s vrstvou pěnového polyethylenu tl. 8 [mm]



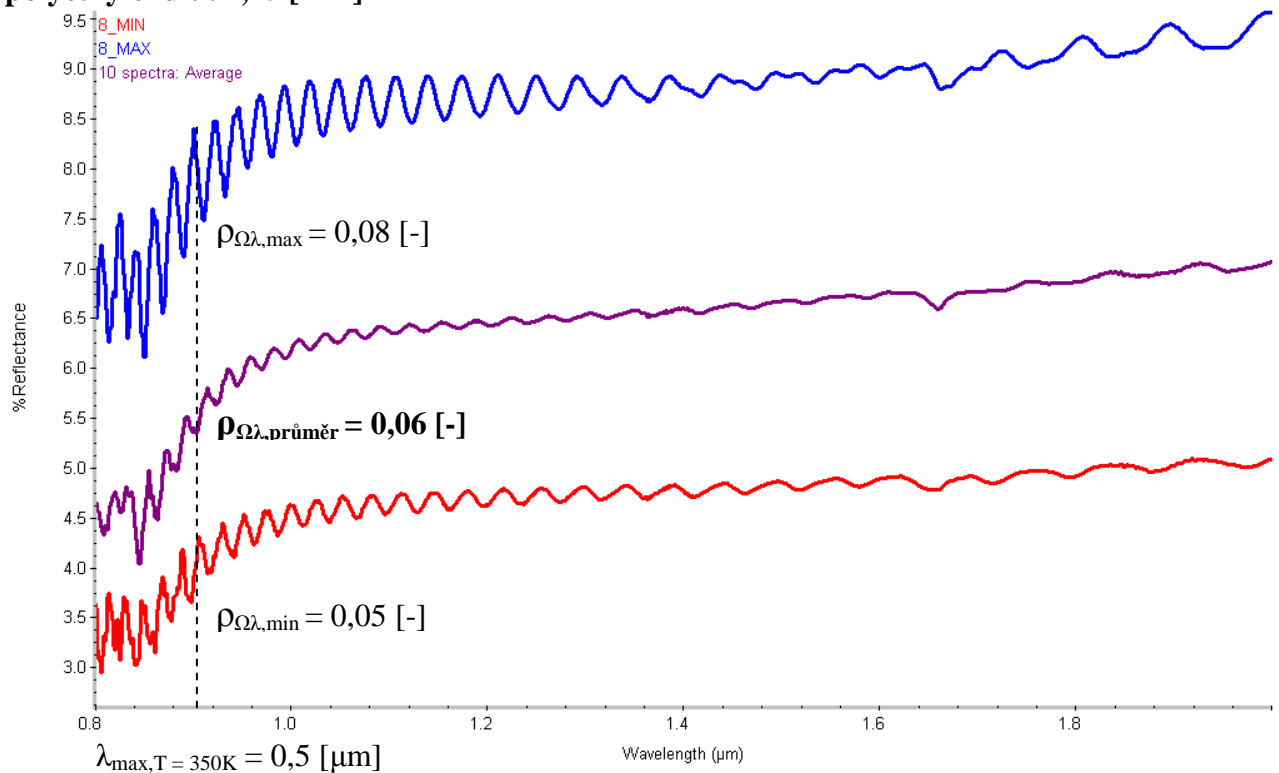
Vzorek č. 8:

hladká hliníková folie tl. 0,09 [mm] s obdélníkovým „žebrováním“, rub včetně žebrování pokryt vrstvou polyethylenu tl. 3 [mm], folie měřena strany s lesklým hladkým povrchem



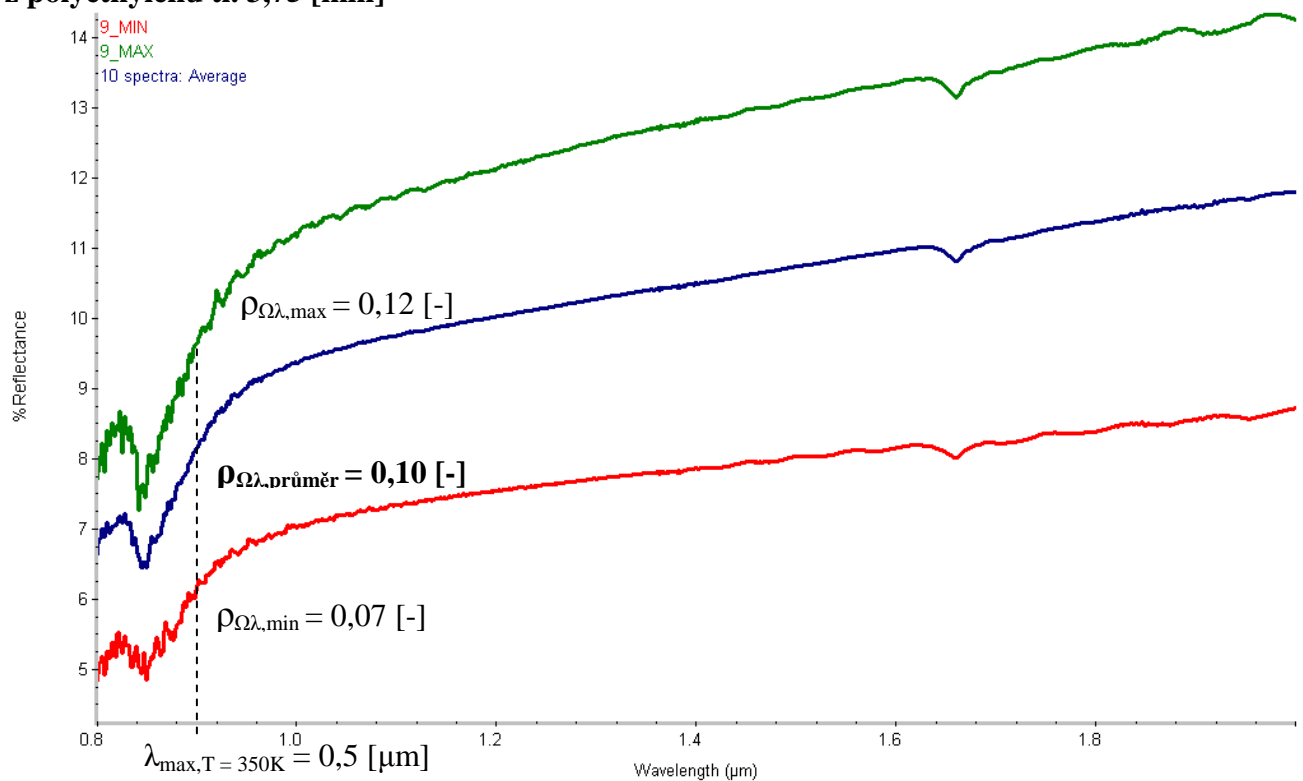
Vzorek č. 9:

hliníková folie tl. 0,1 [mm] s matným, hrubým povrchem s rubovou vrstvou pěnového polyethylenu tl. 2,25 [mm]



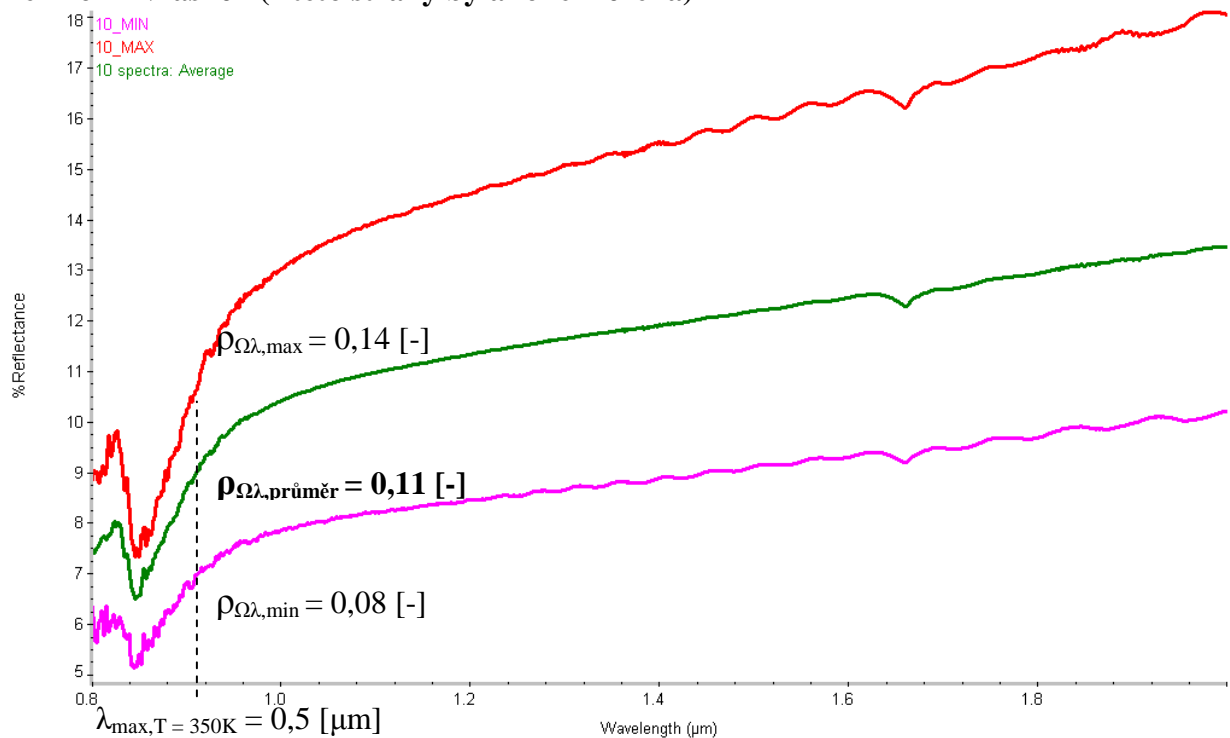
Vzorek č. 10:

hliníková folie tl. 0,03 [mm] s matným, hrubým povrchem s rubovou vrstvou z polyethylenu tl. 3,75 [mm]



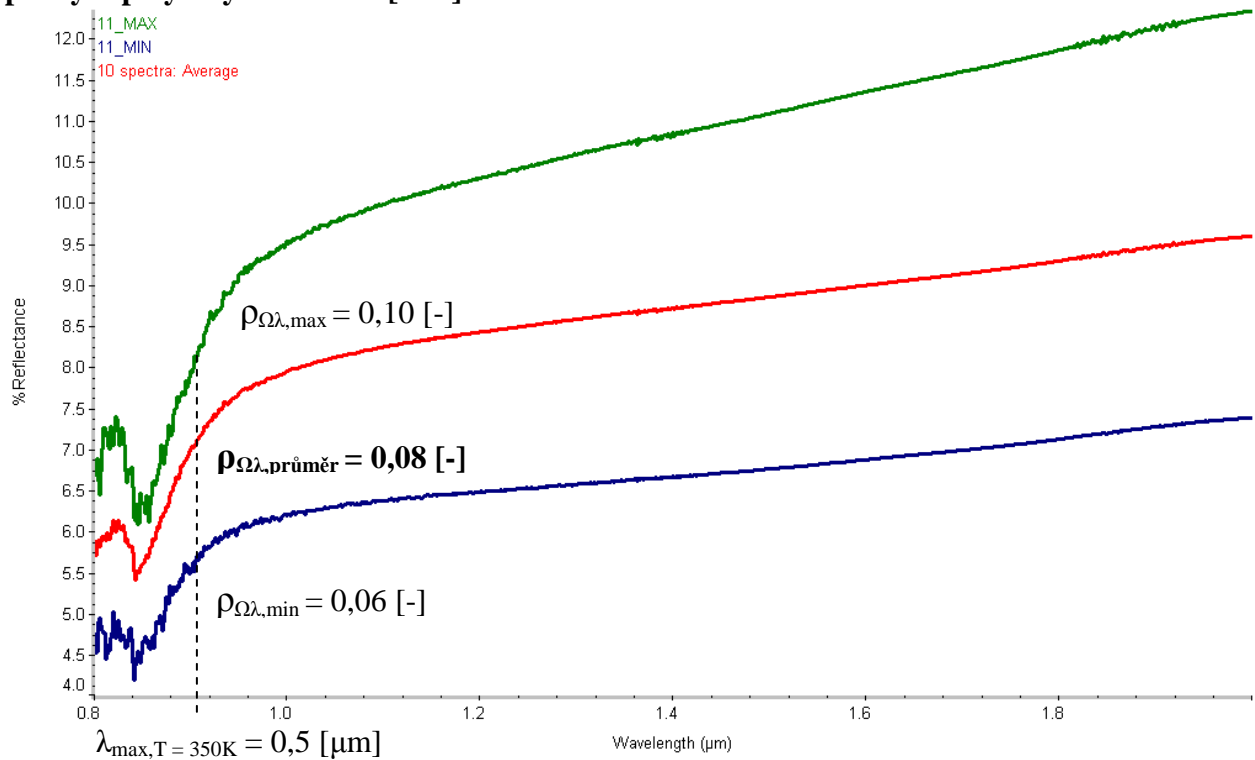
Vzorek č. 11:

dvě hliníkové folie tl. 0,04 [mm] s mezivrstvou z polyethylenu tl. 3,65 [mm], povrch jedné z folií zvrásněn (z této strany byla folie měřena)



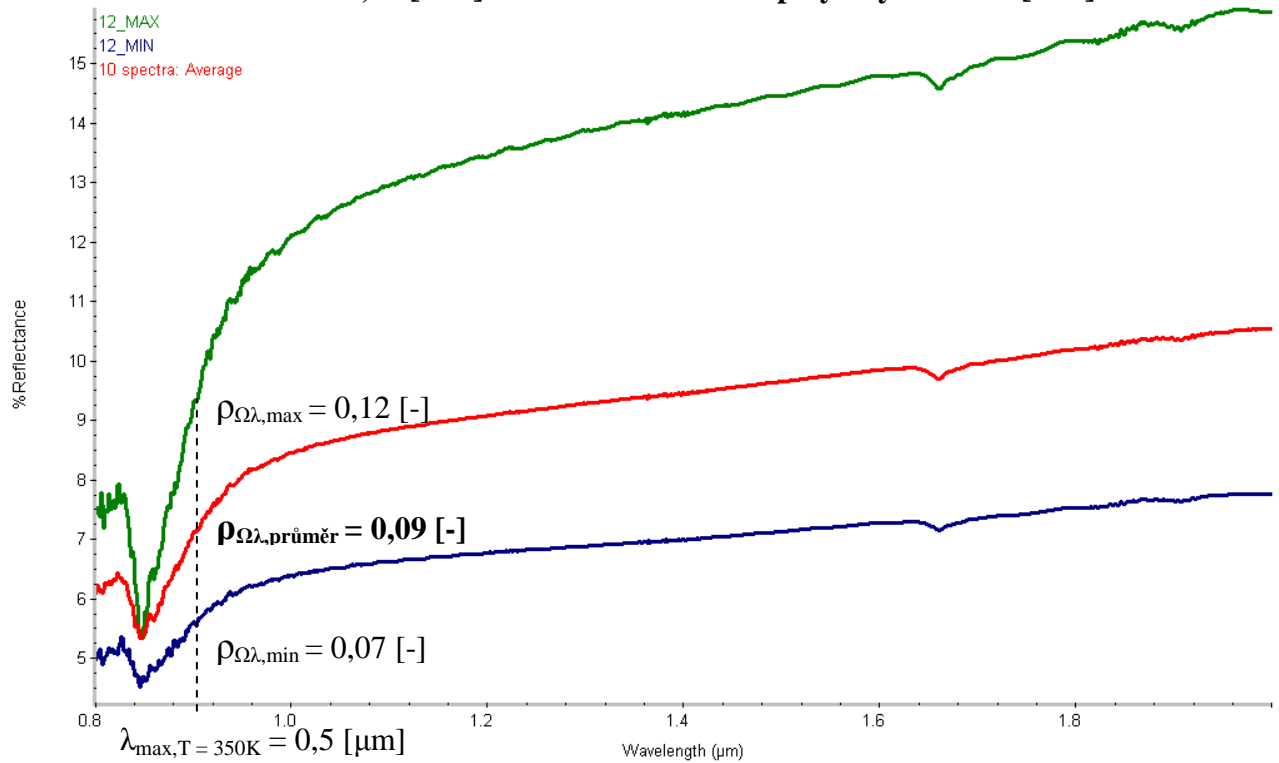
Vzorek č. 12:

hladká hliníková folie tl. 0,07 [mm] s obdélníkovým „žebrováním“, na rubové straně je pokryta polyethylenem tl. 3 [mm]



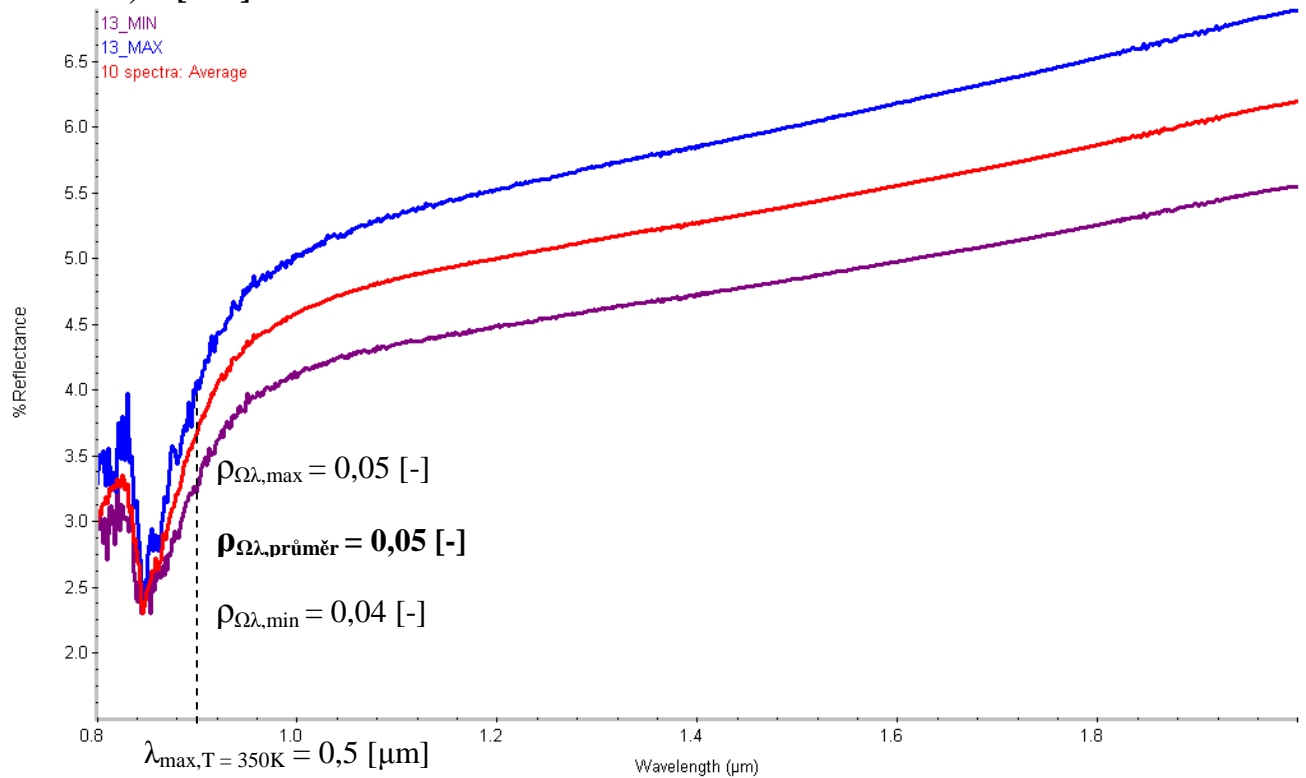
Vzorek č. 13:

hladká hliníková folie tl. 0,02 [mm] s rubovou vrstvou z polyethylenu tl. 3 [mm]



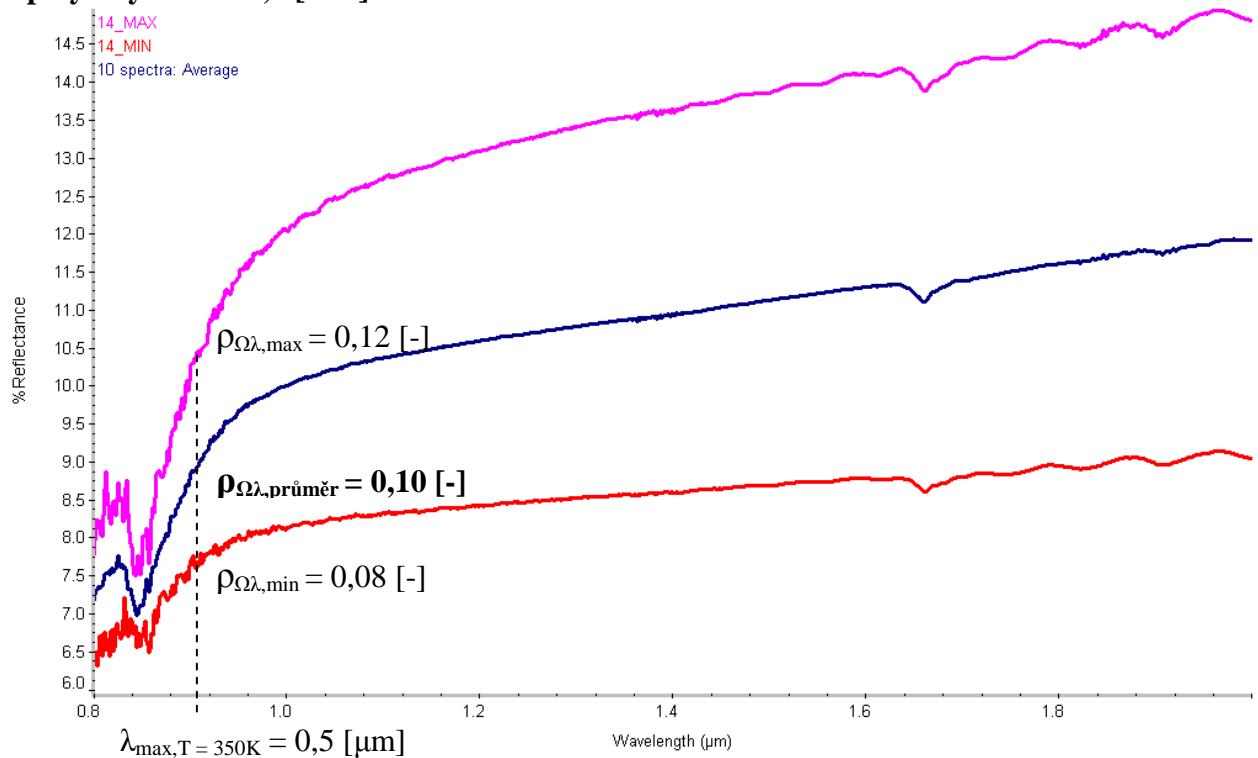
Vzorek č. 14:

hliníková folie tl. 0,05 [mm] s matným, hrubým povrchem s vrstvou pěnového polystyrenu tl. 3,53 [mm] na rubu



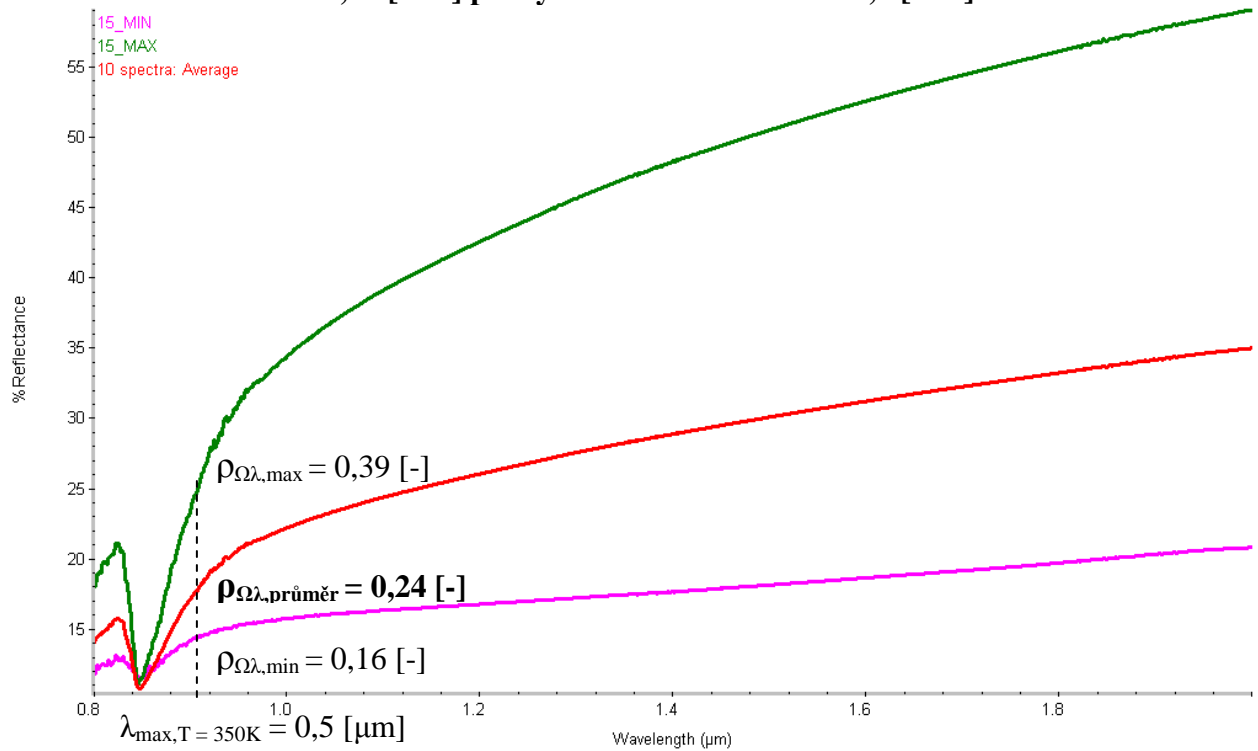
Vzorek č. 15:

hliníková folie tl. 0,04 [mm] s matným, hrubým povrchem s rubovou vrstvou z polyethylenu tl. 5,6 [mm]



Vzorek č. 16:

hladká měděná folie tl. 0,07 [mm] pokrytou vrstvou asfaltu tl. 1,2 [mm]



B1) DÍLČÍ SHRNU TÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ:

$n=10$

$\rho_{\Omega\lambda} \Omega=10^\circ, \lambda \in \langle 0,8;2 \rangle$

Spekulární reflektance – reflexní materiály, reflexní tepelné izolace

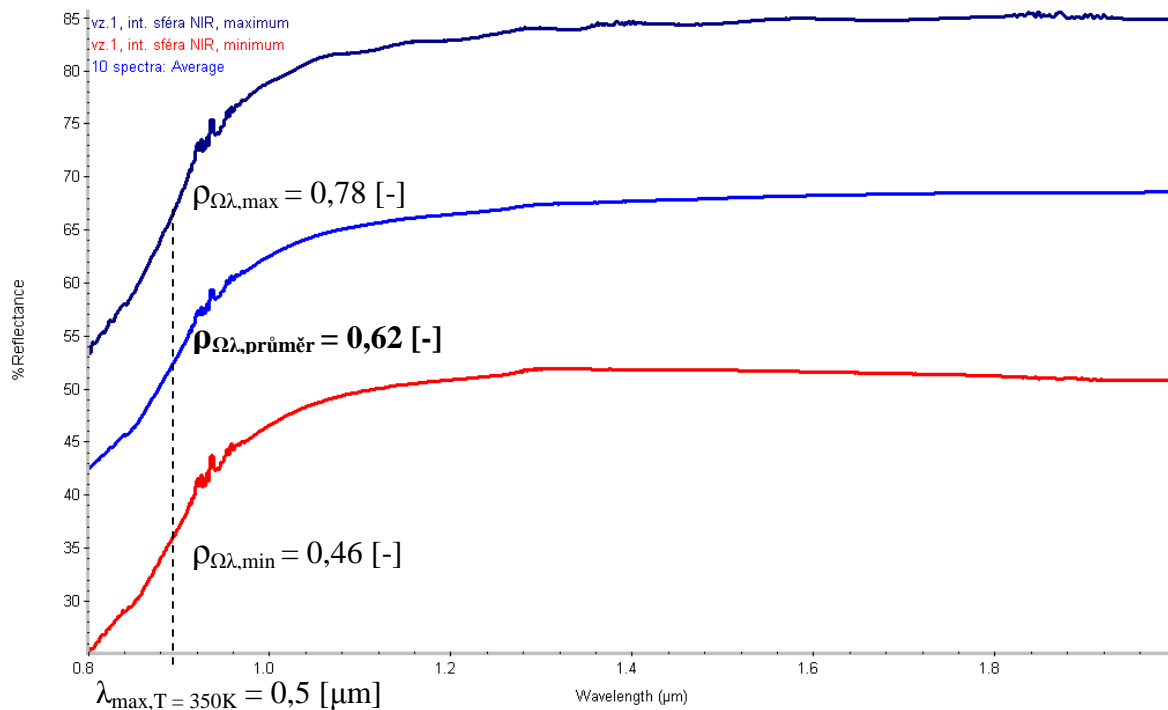
| č. | vzorek | $\rho_{\Omega\lambda} \text{ max [-]}$ | $\rho_{\Omega\lambda} \text{ min [-]}$ | $\rho_{\Omega\lambda} \text{ průměr [-]}$ $n=10, j=1$ | $\alpha_{\Omega\lambda} \text{ průměr [-]}^*$ |
|----|---|--|--|--|---|
| 1 | dvě hliníkové fólie tl. 0,07 [mm] (bez vrstvy plasu), mezi nimiž je vrstva pěnového polyethylenu tl. 8 [mm] | 0,13 | 0,04 | 0,08 | 0,92 |
| 2 | hladká hliníková folie tl. 0,095 [mm] | 0,91 | 0,44 | 0,61 | 0,39 |
| 3 | hladká hliníková folie tl. 0,09 [mm] s vrstvou pěnového polyethylenu tl. 3 [mm] | 0,24 | 0,05 | 0,12 | 0,88 |
| 4 | dvě folie tl. 0,12 [mm] s matným, hrubým povrchem s mezivrstvou pěnového polyethylenu tl. 7,8 [mm] | 0,04 | 0,02 | 0,03 | 0,97 |
| 5 | dvě folie tl. 0,12 [mm] s matným, hrubým povrchem s mezivrstvou pěnového polyethylenu tl. 7,8 [mm] | 0,12 | 0,03 | 0,08 | 0,92 |
| 6 | hliníková folie tl. 0,09 [mm] (bez vrstvy plasu) s matným, hrubým povrchem s rubovou vrstvou pěnového polyethylenu tl. 4,5 [mm] | 0,18 | 0,06 | 0,13 | 0,87 |
| 7 | dvě hliníkové folie tl. 0,085 [mm] s matným, hrubým povrchem z obou stran, s vrstvou pěnového polyethylenu tl. 8 [mm] | 0,07 | 0,02 | 0,04 | 0,96 |
| 8 | hladká hliníková folie tl. 0,09 [mm] s obdélníkovým „žebrováním“, rub včetně žebrování pokryt vrstvou polyethylenu tl. 3 [mm], folie měřena strany s lesklým hladkým povrchem | 0,54 | 0,31 | 0,40 | 0,60 |
| 9 | hliníková folie tl. 0,1 [mm] s matným, hrubým povrchem s rubovou vrstvou pěnového polyethylenu tl. 2,25 [mm] | 0,08 | 0,05 | 0,06 | 0,94 |
| 10 | hliníková folie tl. 0,03 [mm] s matným, hrubým povrchem s rubovou vrstvou z polyethylenu tl. 3,75 [mm] | 0,12 | 0,07 | 0,10 | 0,90 |
| 11 | dvě hliníkové folie tl. 0,04 [mm] s mezivrstvou z polyethylenu tl. 3,65 [mm], povrch jedné z folií zvrásněn (z této strany byla folie měřena) | 0,14 | 0,08 | 0,11 | 0,89 |
| 12 | hladká hliníková folie tl. 0,07 [mm] s obdélníkovým „žebrováním“, na rubové straně je pokryta polyethylenem tl. 3 [mm] | 0,10 | 0,06 | 0,08 | 0,92 |
| 13 | hladká hliníková folie tl. 0,02 [mm] s rubovou vrstvou z polyethylenu tl. 3 [mm] | 0,12 | 0,07 | 0,09 | 0,91 |
| 14 | hliníková folie tl. 0,05 [mm] s matným, hrubým povrchem s vrstvou pěnového polystyrenu tl. 3,53 [mm] na rubu | 0,05 | 0,04 | 0,05 | 0,95 |
| 15 | hliníková folie tl. 0,04 [mm] s matným, hrubým povrchem s rubovou vrstvou z polyethylenu tl. 5,6 [mm] | 0,12 | 0,08 | 0,10 | 0,90 |
| 16 | hladká měděná folie tl. 0,07 [mm] pokrytou vrstvou asfaltu tl. 1,2 [mm] | 0,39 | 0,16 | 0,24 | 0,76 |

* Stanoveno výpočtem dle Kirchhoffova zákona $\alpha_{\Omega\lambda} [-] = \varepsilon_{\Omega\lambda} [-]$

B2) difuzní reflektance – integrační sféra Antaris $\rho_{j=1}^{n=10} \lambda \in \langle 0,8;2 \rangle$

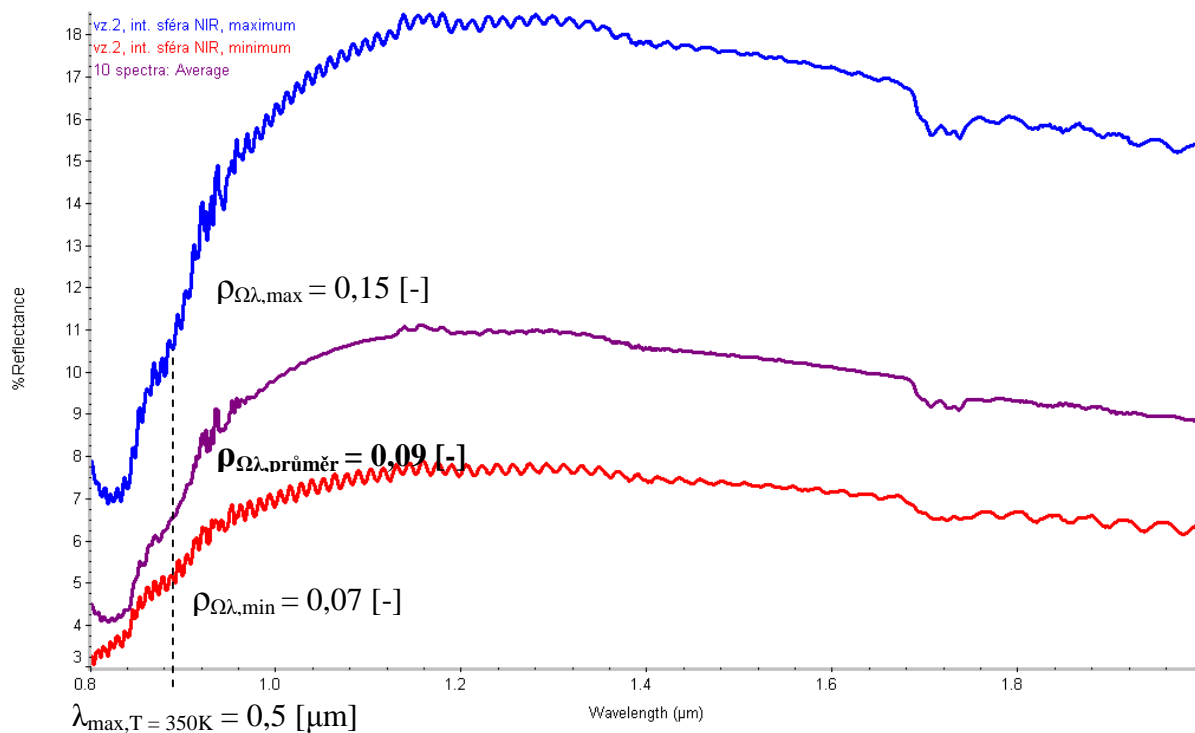
Vzorek č. 1:

dvě hliníkové fólie tl. 0,07 [mm] (bez vrstvy plastu), mezi nimiž je vrstva pěnového polyethylenu tl. 8 [mm]



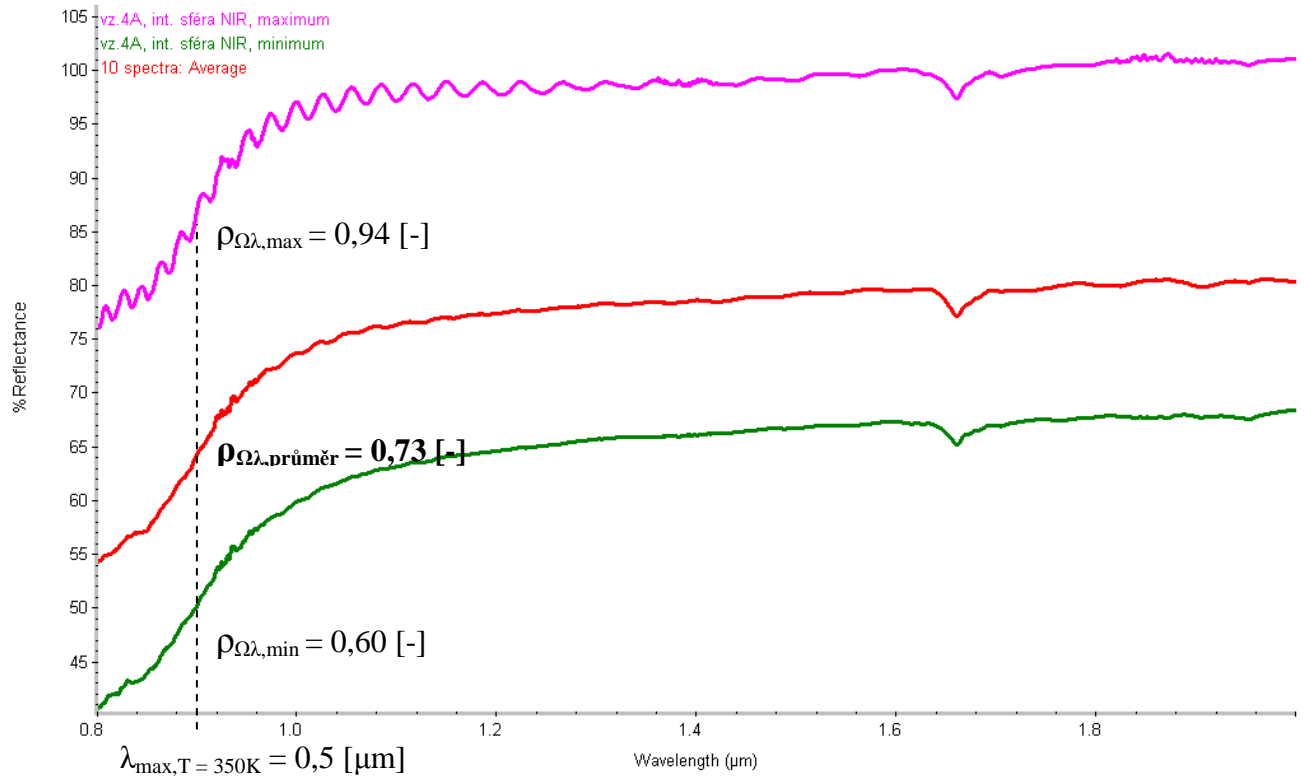
Vzorek č. 2:

hladká hliníková fólie tl. 0,095 [mm]



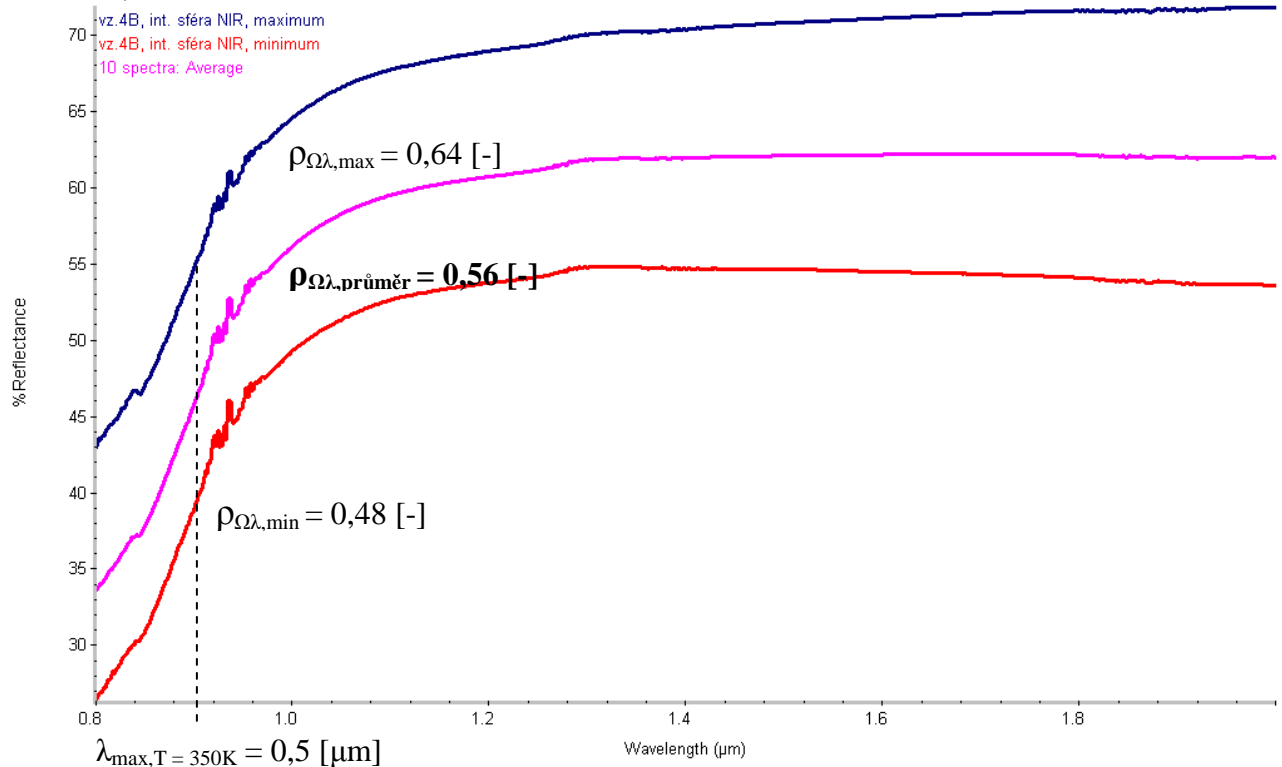
Vzorek č. 4:

dvě folie tl. 0,12 [mm] s matným, hrubým povrchem s mezivrstvou pěnového polyethylenu tl. 7,8 [mm]



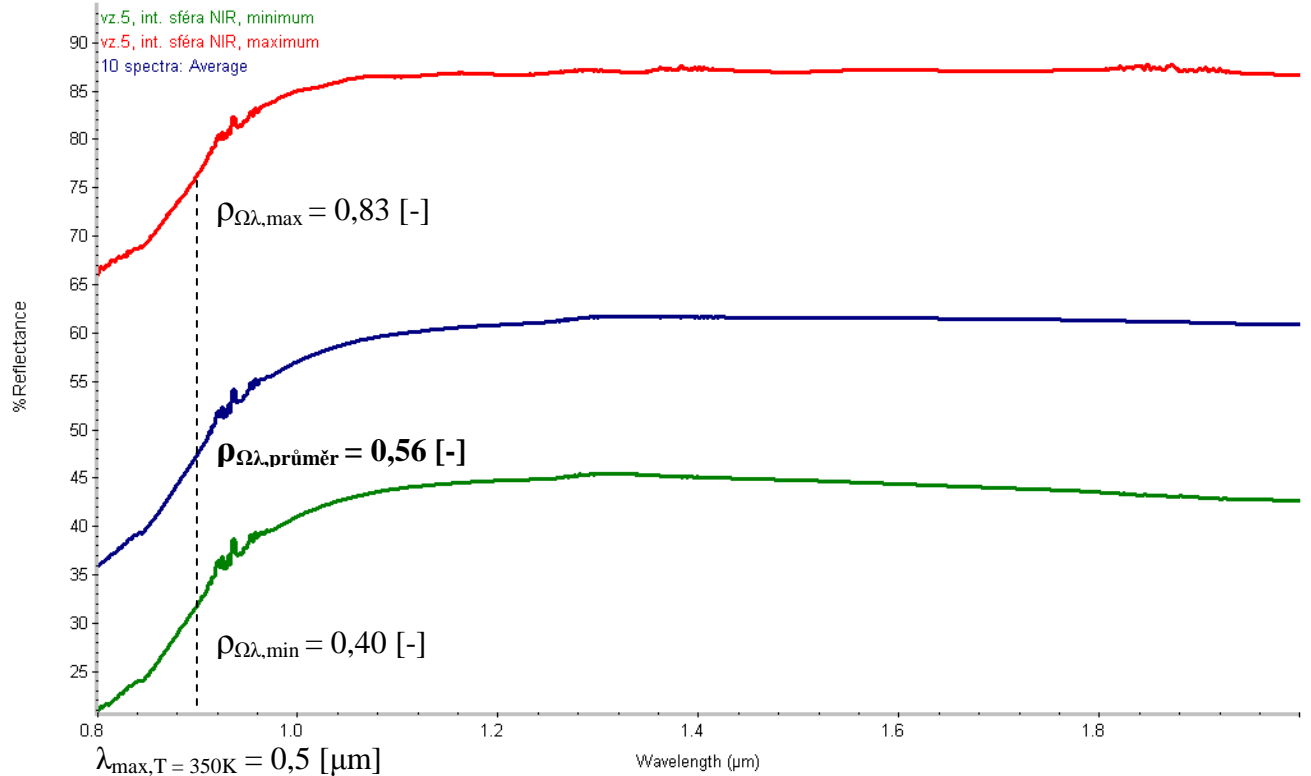
Vzorek č. 5:

dvě folie tl. 0,12 [mm] s matným, hrubým povrchem s mezivrstvou pěnového polyethylenu tl. 7,8 [mm]



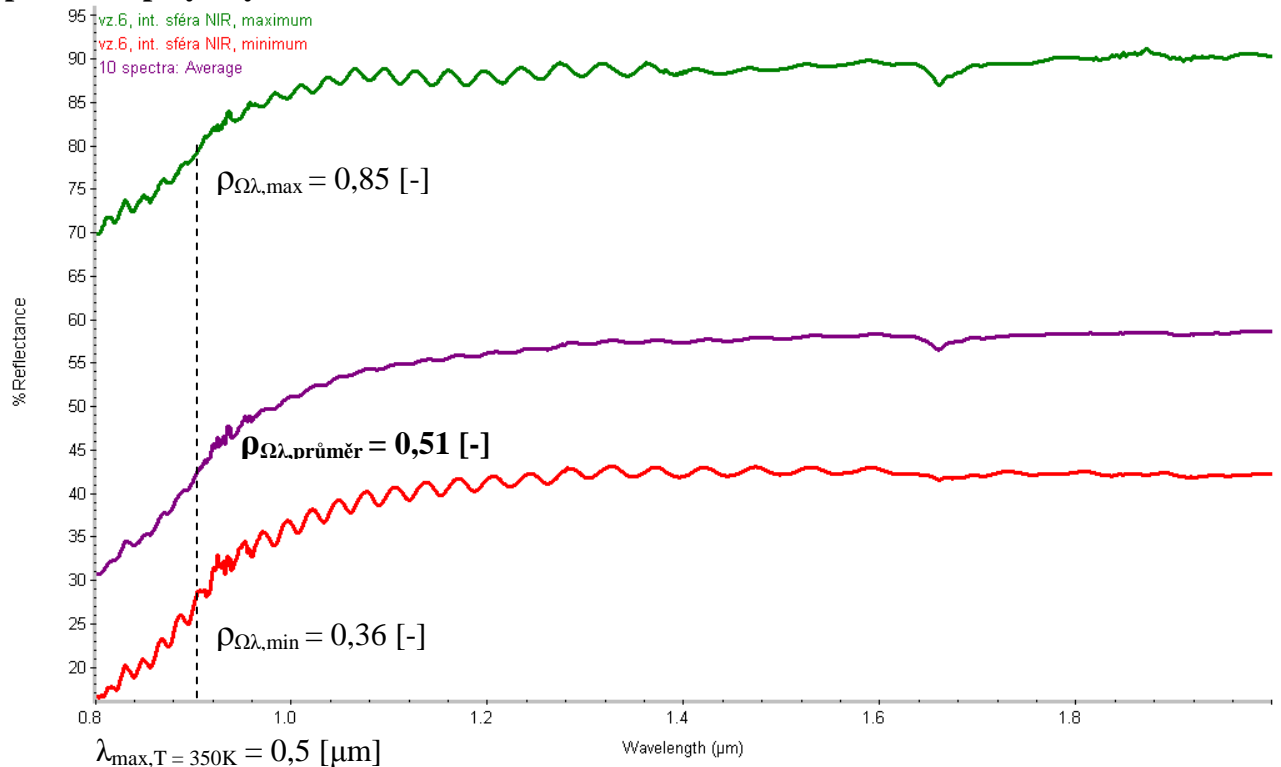
Vzorek č. 6:

hliníková folie tl. 0,09 [mm] (bez vrstvy plastu) s matným, hrubým povrchem s rubovou vrstvou pěnového polyethylenu tl 4,5 [mm]



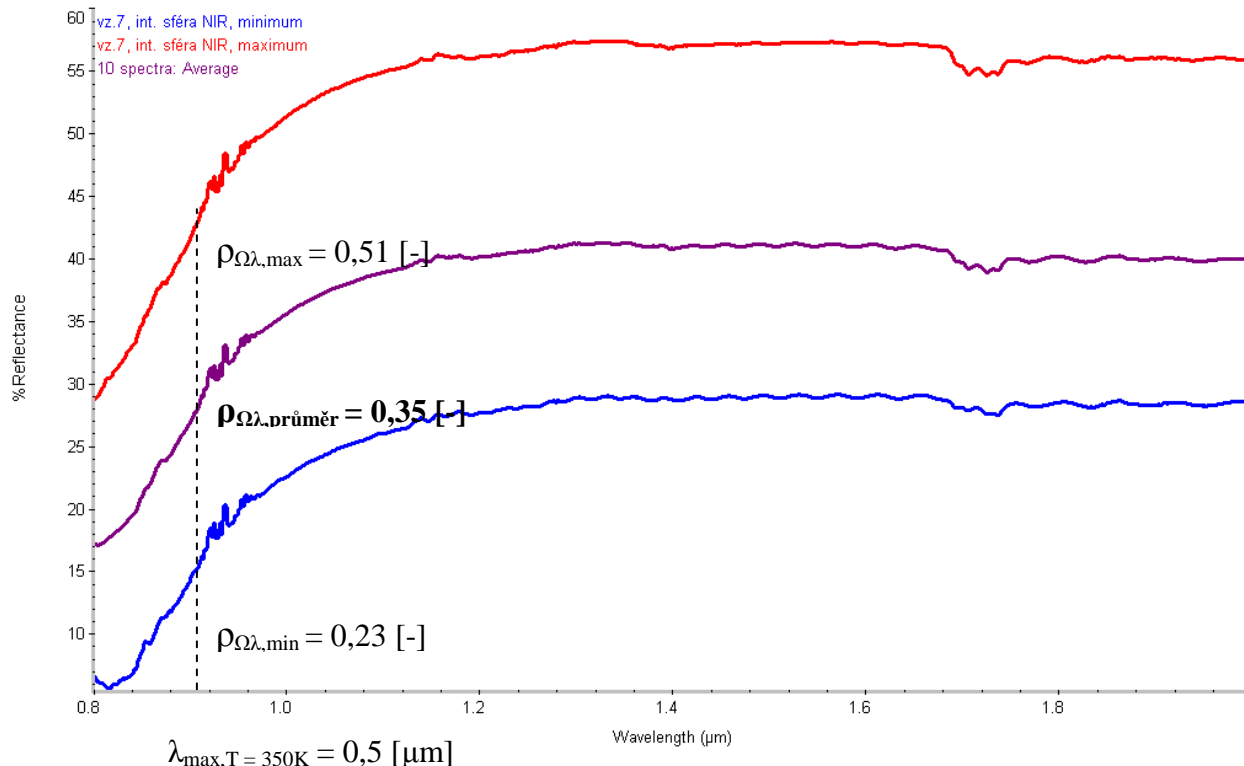
Vzorek č. 7:

dvě hliníkové folie tl. 0,085 [mm] s matným, hrubým povrchem z obou stran, s vrstvou pěnového polyethylenu tl. 8 [mm]



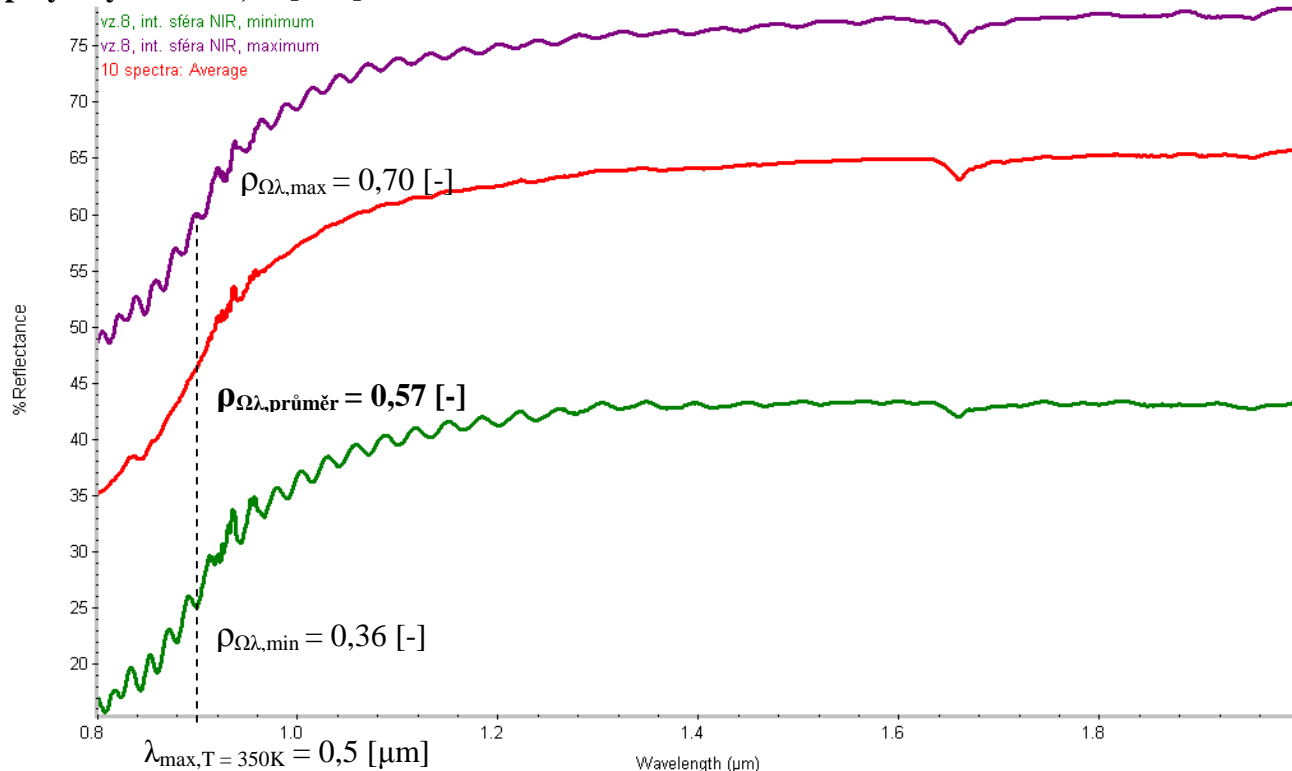
Vzorek č. 8:

hladká hliníková folie tl. 0,09 [mm] s obdélníkovým „žebrováním“, rub včetně žebrování pokryt vrstvou polyethylenu tl. 3 [mm], folie měřena strany s lesklým hladkým povrchem



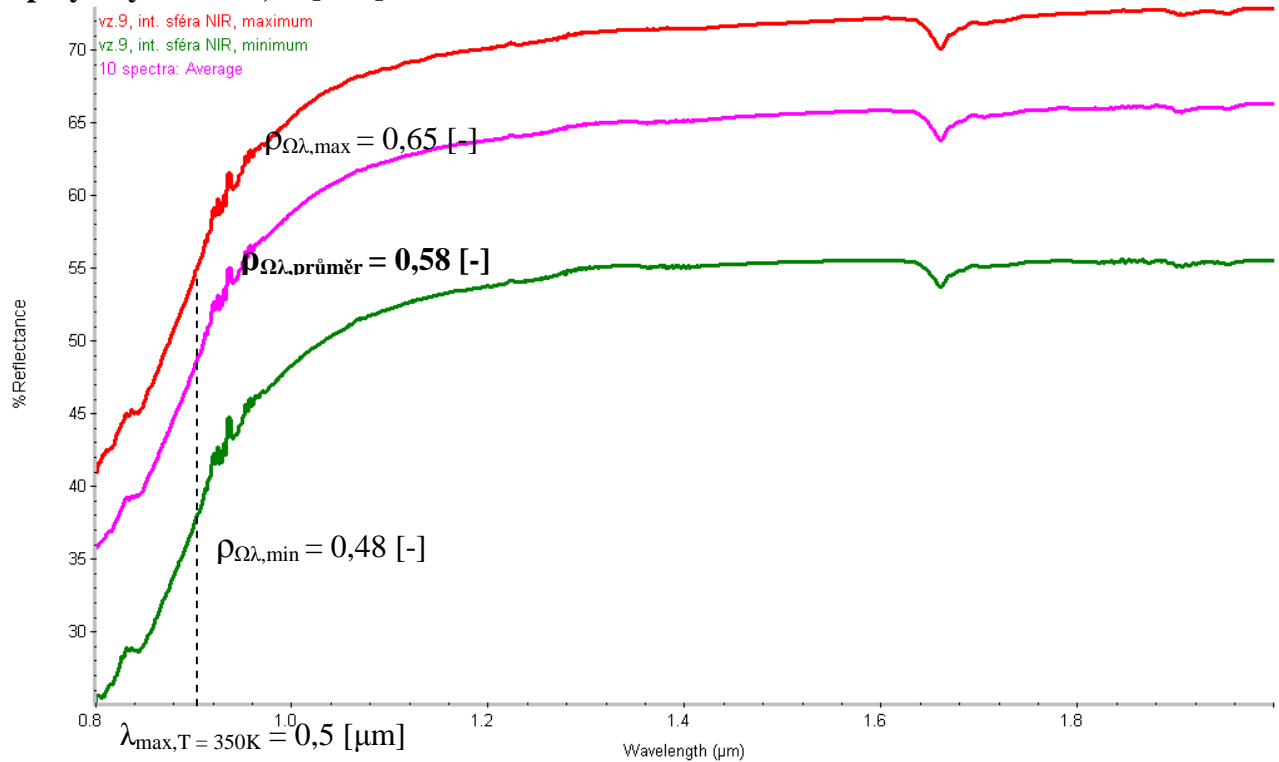
Vzorek č. 9:

hliníková folie tl. 0,1 [mm] s matným, hrubým povrchem s rubovou vrstvou pěnového polyethylenu tl. 2,25 [mm]



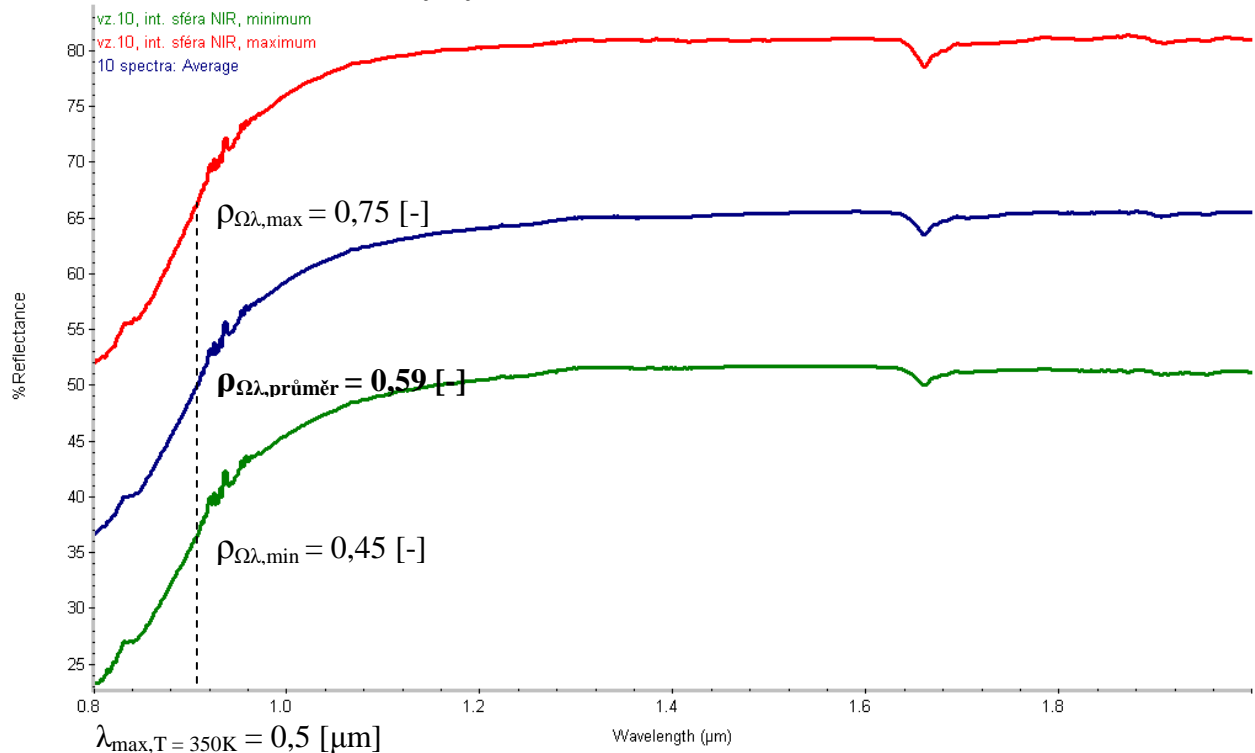
Vzorek č. 10:

hliníková folie tl. 0,03 [mm] s matným, hrubým povrchem s rubovou vrstvou z polyethylenu tl. 3,75 [mm]



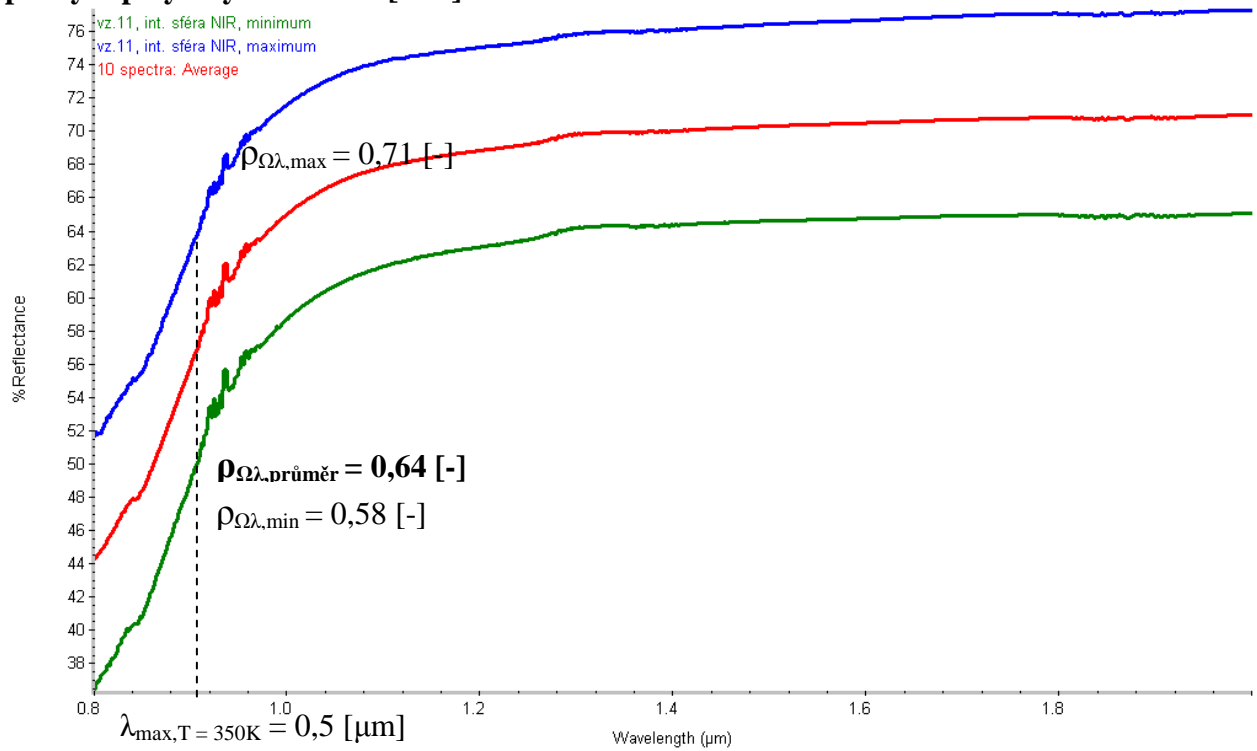
Vzorek č. 11:

dvě hliníkové folie tl. 0,04 [mm] s mezivrstvou z polyethylenu tl. 3,65 [mm], povrch jedné z folií zvrásněn (z této strany byla folie měřena)



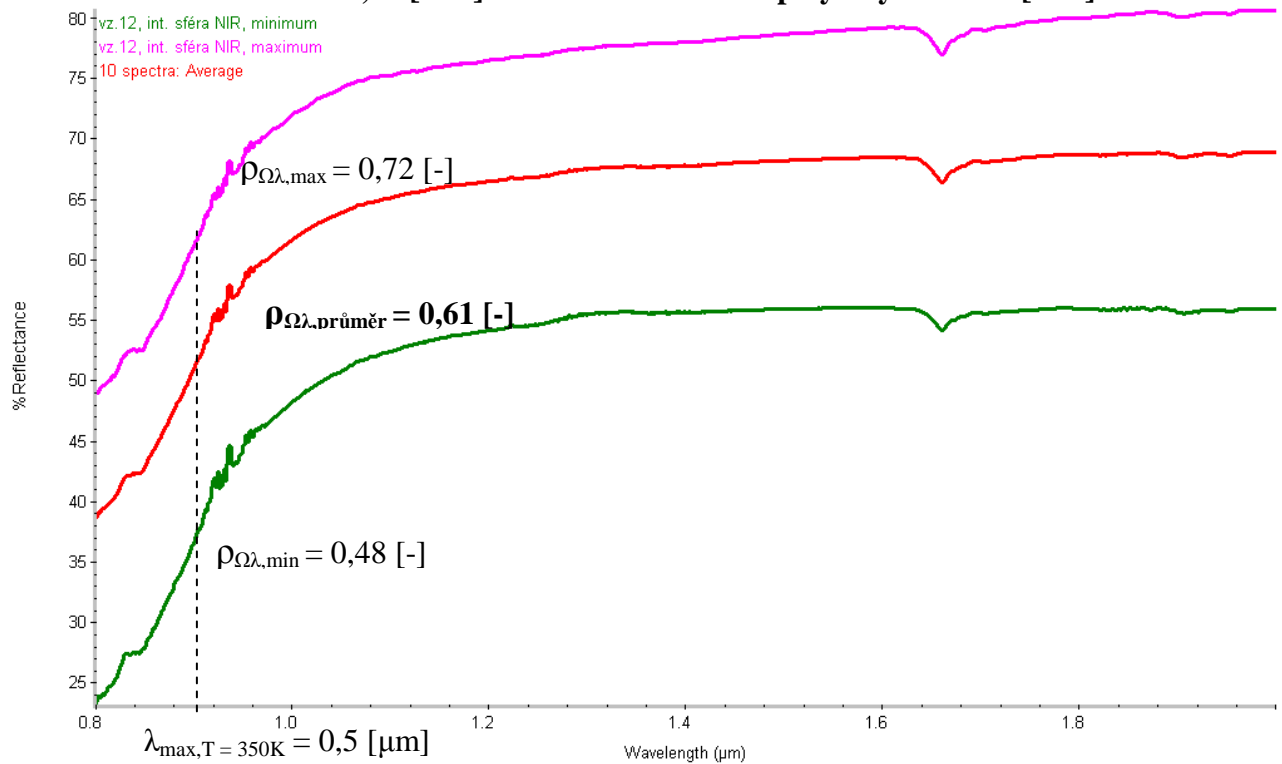
Vzorek č. 12:

hladká hliníková folie tl. 0,07 [mm] s obdélníkovým „žebrováním“, na rubové straně je pokryta polyethylenem tl. 3 [mm]



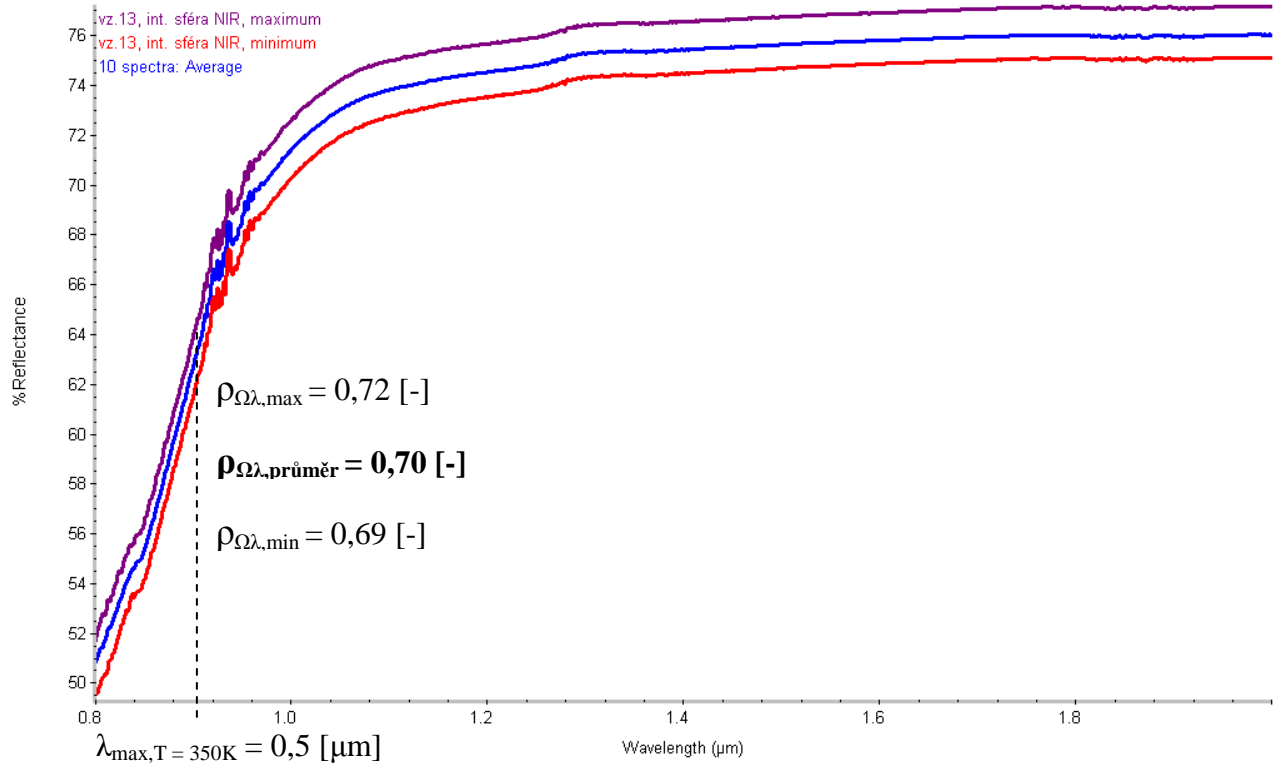
Vzorek č. 13:

hladká hliníková folie tl. 0,02 [mm] s rubovou vrstvou z polyethylenu tl. 3 [mm]



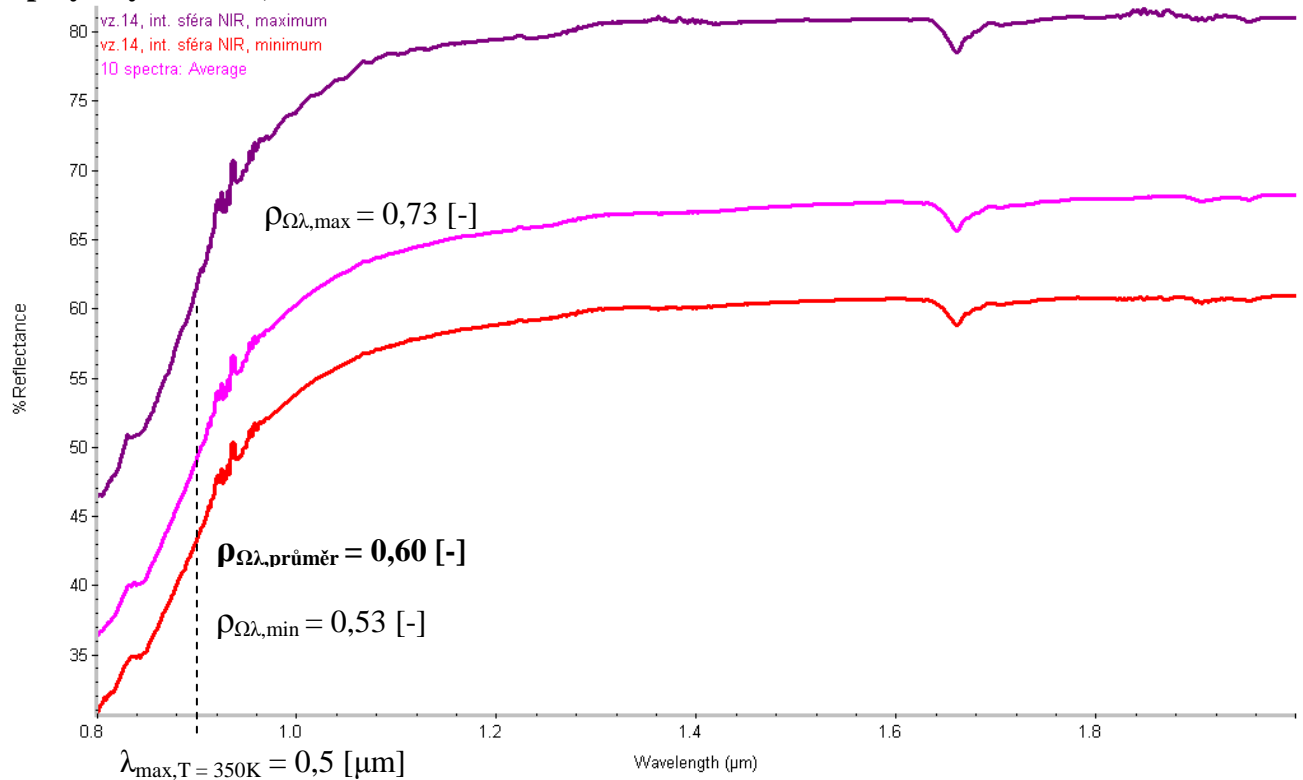
Vzorek č. 14:

hliníková folie tl. 0,05 [mm] s matným, hrubým povrchem s vrstvou pěnového polystyrenu tl. 3,53 [mm] na rubu



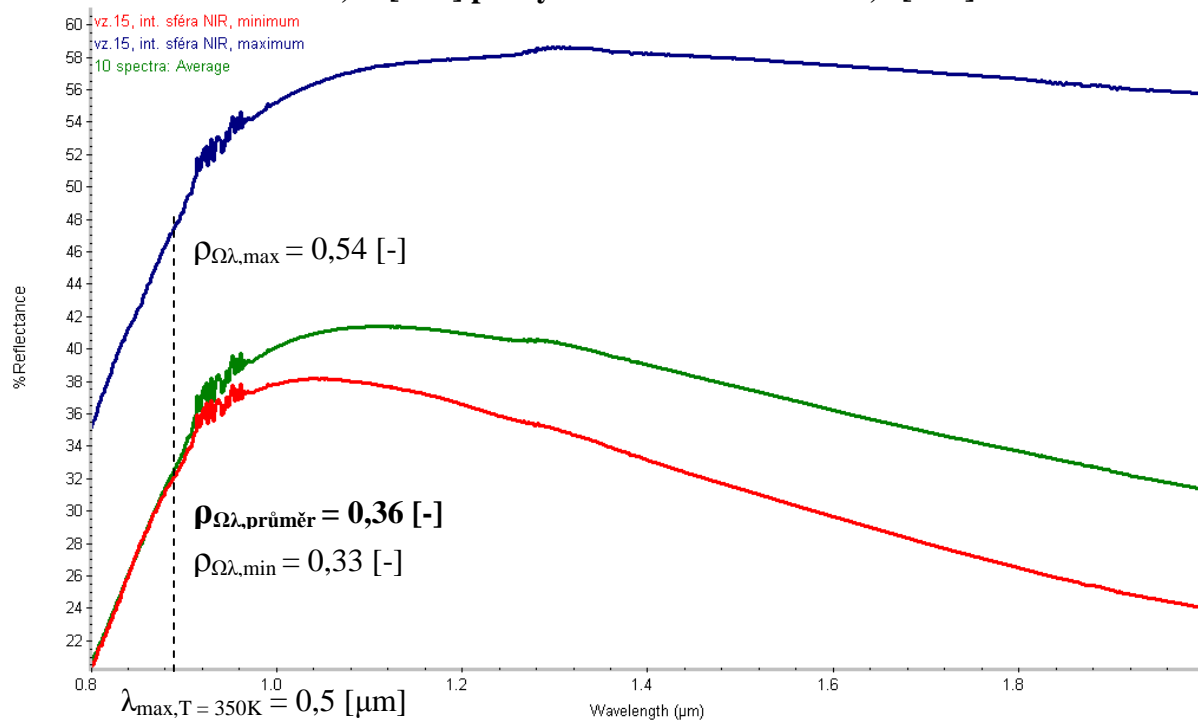
Vzorek č. 15:

hliníková folie tl. 0,04 [mm] s matným, hrubým povrchem s rubovou vrstvou z polyethylenu tl. 5,6 [mm]



Vzorek č. 16:

hladká měděná folie tl. 0,07 [mm] pokrytou vrstvou asfaltu tl. 1,2 [mm]



B2) DÍLČÍ SHRNU TÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ:

Difuzní reflektance – integrační sféra Antaris ρ $n=10$ $\lambda \in \langle 0,8;2 \rangle$ $j=1$

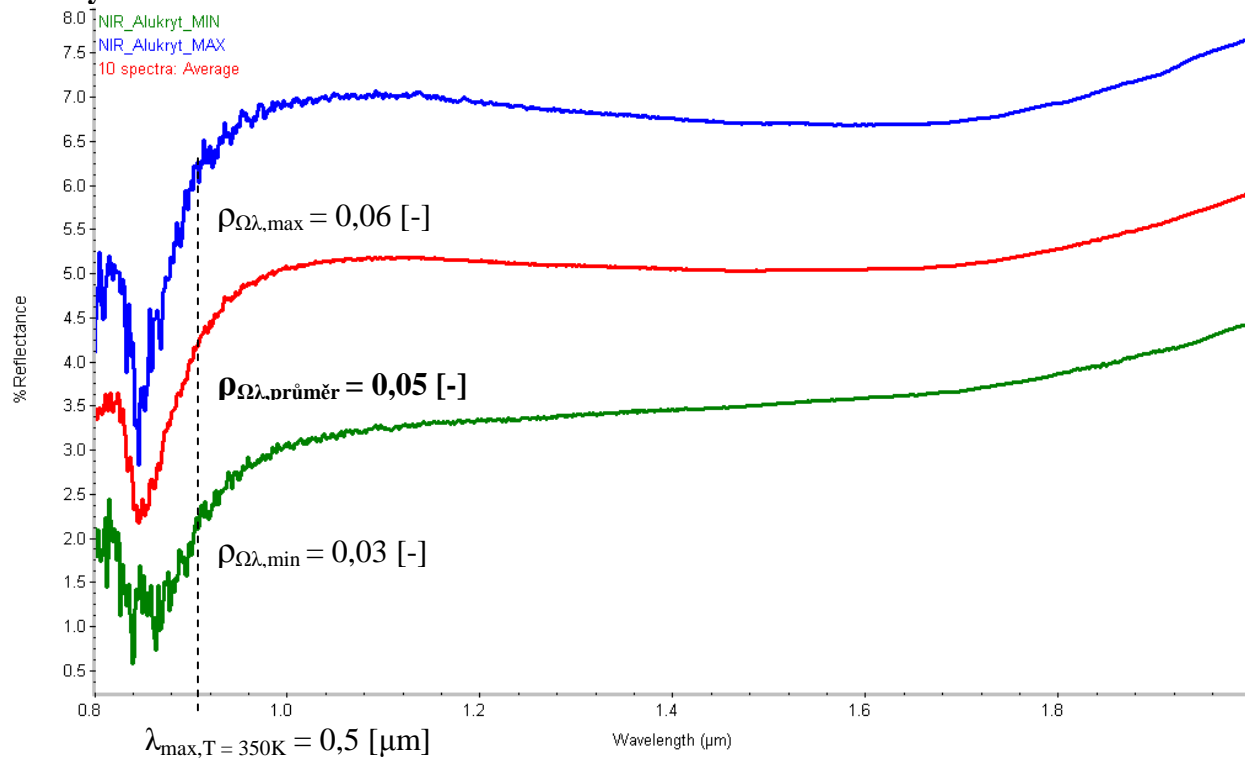
| č. | vzorek | $\rho_{\Omega\lambda}$ max [-] | $\rho_{\Omega\lambda}$ min [-] | $\rho_{\Omega\lambda}$ průměr [-] n=10, j=1 | $\alpha_{\Omega\lambda}$ průměr [-]* |
|----|--|--------------------------------|--------------------------------|--|--------------------------------------|
| 1 | dvě hliníkové fólie tl. 0,07 [mm] (bez vrstvy plasu- tu), mezi nimiž je vrstva pěnového polyethylenu tl. 8 [mm] | 0,78 | 0,46 | 0,62 | 0,38 |
| 2 | hladká hliníková fólie tl. 0,095 [mm] | 0,15 | 0,07 | 0,09 | 0,91 |
| 4 | dvě fólie tl. 0,12 [mm] s matným, hrubým povr- chem s mezivrstvou pěnového polyethylenu tl. 7,8 [mm] | 0,94 | 0,60 | 0,73 | 0,27 |
| 5 | dvě fólie tl. 0,12 [mm] s matným, hrubým povr- chem s mezivrstvou pěnového polyethylenu tl. 7,8 [mm] | 0,64 | 0,48 | 0,56 | 0,44 |
| 6 | hliníková fólie tl. 0,09 [mm] (bez vrstvy plasu- tu) s matným, hrubým povrchem s rubovou vrstvou pěnového polyethylenu tl 4,5 [mm] | 0,83 | 0,40 | 0,56 | 0,44 |
| 7 | dvě hliníkové fólie tl. 0,085 [mm] s matným, hrubým povrchem z obou stran, s vrstvou pěnové- ho polyethylenu tl. 8 [mm] | 0,85 | 0,36 | 0,51 | 0,49 |
| 8 | hladká hliníková fólie tl. 0,09 [mm] s obdélníko- vým „žebrováním“, rub včetně žebrování pokryt vrstvou polyethylenu tl. 3 [mm], fólie měřena stra- ny s lesklým hladkým povrchem | 0,51 | 0,23 | 0,35 | 0,65 |
| 9 | hliníková fólie tl. 0,1 [mm] s matným, hrubým povrchem s rubovou vrstvou pěnového polyethyle- nu tl. 2,25 [mm] | 0,70 | 0,36 | 0,57 | 0,43 |
| 10 | hliníková fólie tl. 0,03 [mm] s matným, hrubým povrchem s rubovou vrstvou z polyethylenu tl. 3,75 [mm] | 0,65 | 0,48 | 0,58 | 0,42 |
| 11 | dvě hliníkové fólie tl. 0,04 [mm] s mezivrstvou z polyethylenu tl. 3,65 [mm], povrch jedné z folií zvrásněn (z této strany byla fólie měřena) | 0,75 | 0,45 | 0,59 | 0,41 |
| 12 | hladká hliníková fólie tl. 0,07 [mm] s obdélníko- vým „žebrováním“, na rubové straně je pokryta polyethylenem tl. 3 [mm] | 0,71 | 0,58 | 0,64 | 0,36 |
| 13 | hladká hliníková fólie tl. 0,02 [mm] s rubovou vrstvou z polyethylenu tl. 3 [mm] | 0,72 | 0,48 | 0,61 | 0,39 |
| 14 | hliníková fólie tl. 0,05 [mm] s matným, hrubým povrchem s vrstvou pěnového polystyrenu tl. 3,53 [mm] na rubu | 0,72 | 0,69 | 0,70 | 0,30 |
| 15 | hliníková fólie tl. 0,04 [mm] s matným, hrubým povrchem s rubovou vrstvou z polyethylenu tl. 5,6 [mm] | 0,73 | 0,53 | 0,60 | 0,40 |
| 16 | hladká měděná fólie tl. 0,07 [mm] pokrytou vrst- vou asfaltu tl. 1,2 [mm] | 0,54 | 0,33 | 0,36 | 0,64 |

* Stanoveno výpočtem dle Kirchhoffova zákona $\alpha_{\Omega\lambda} [-] = \varepsilon_{\Omega\lambda} [-]$

B3) difuzní reflektance $\rho_{j=1}^{n=10} \lambda \in \langle 0,8;2 \rangle$

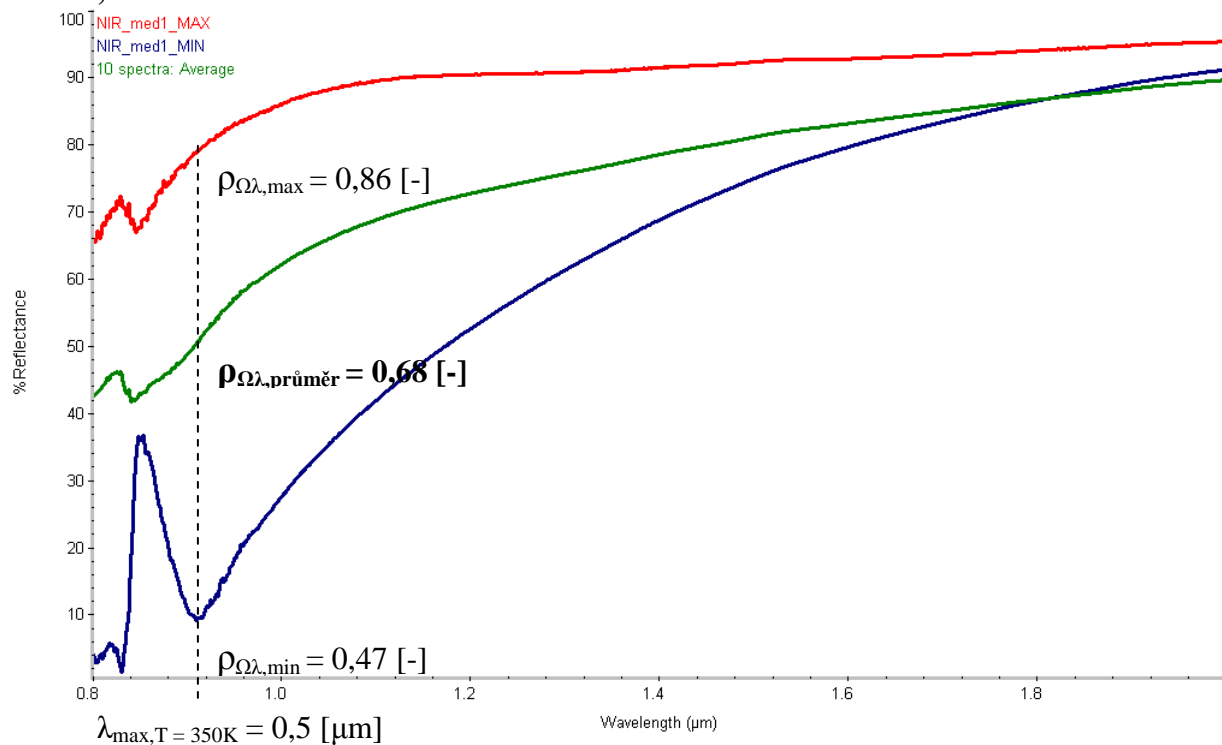
Vzorek č. 17:

Alukryt



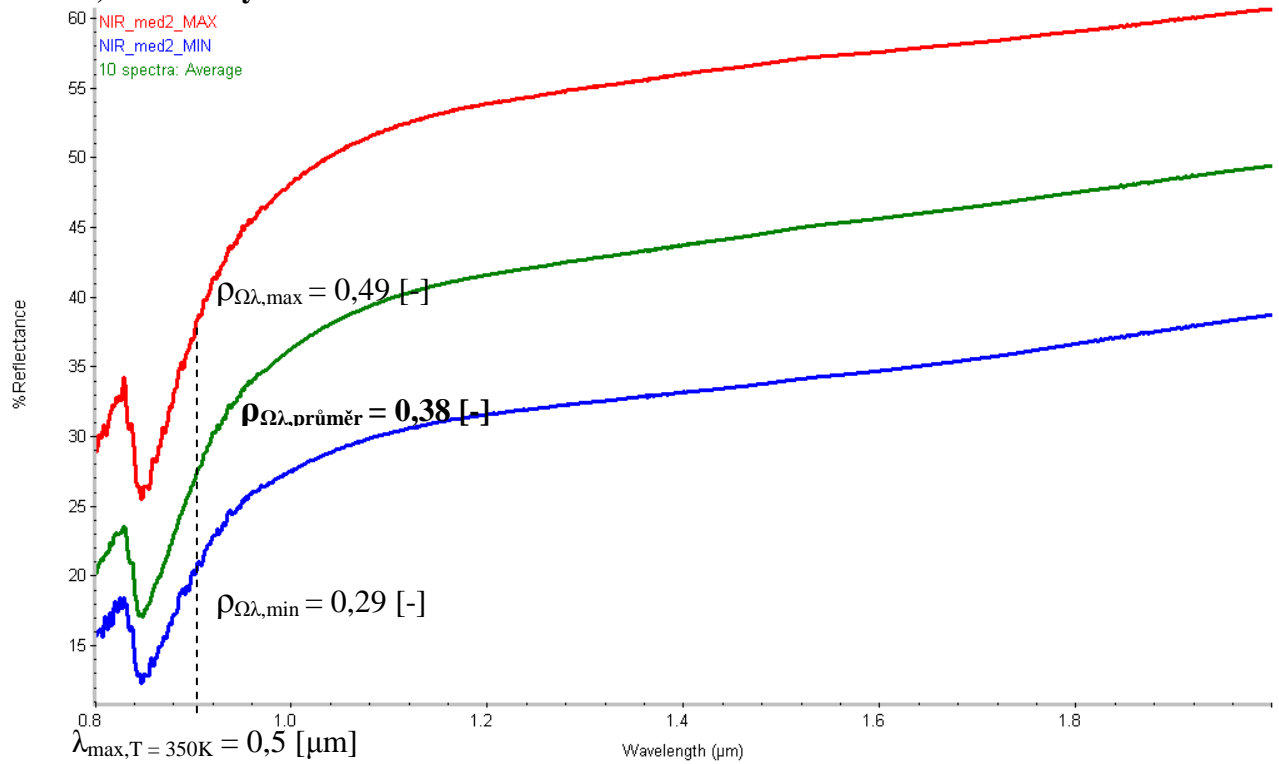
Vzorek č. 18:

Měď 1, hladká strana



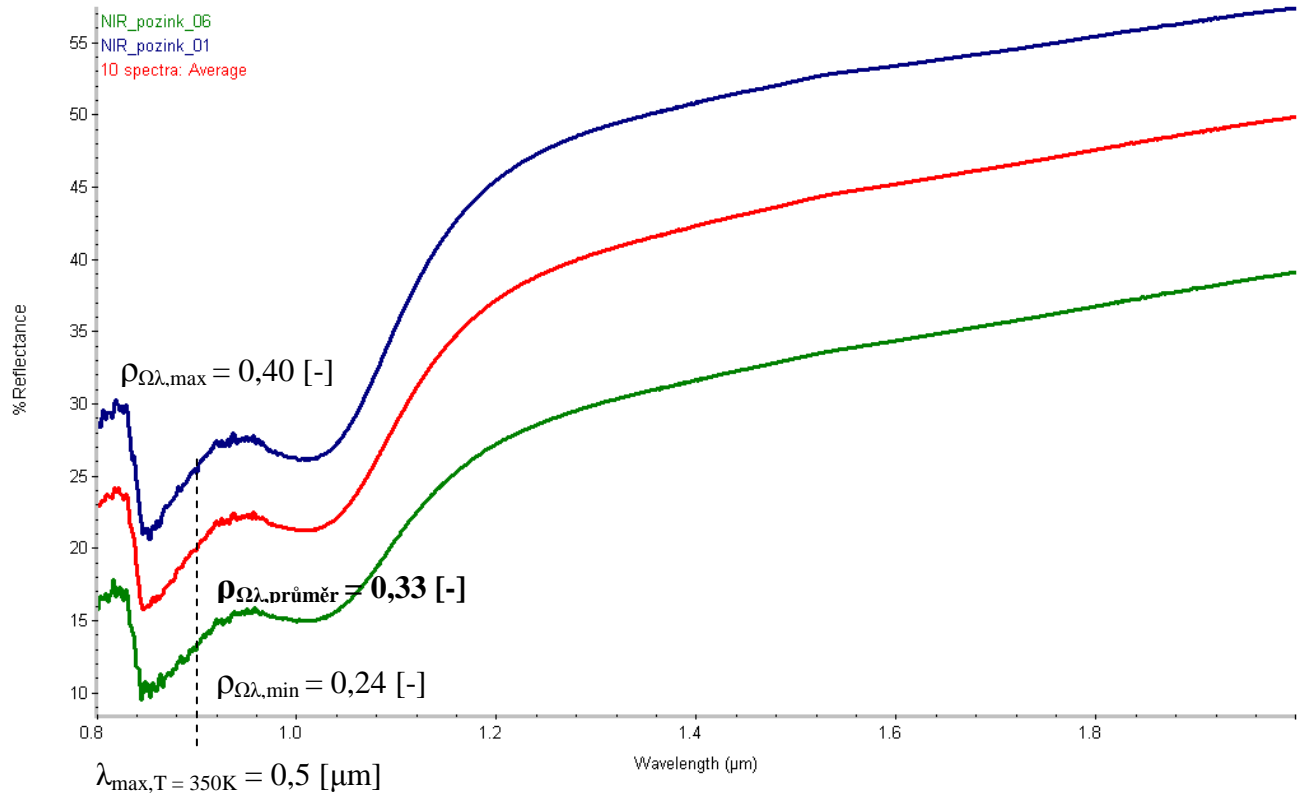
Vzorek č. 18:

Měď 2, strana s rýhami



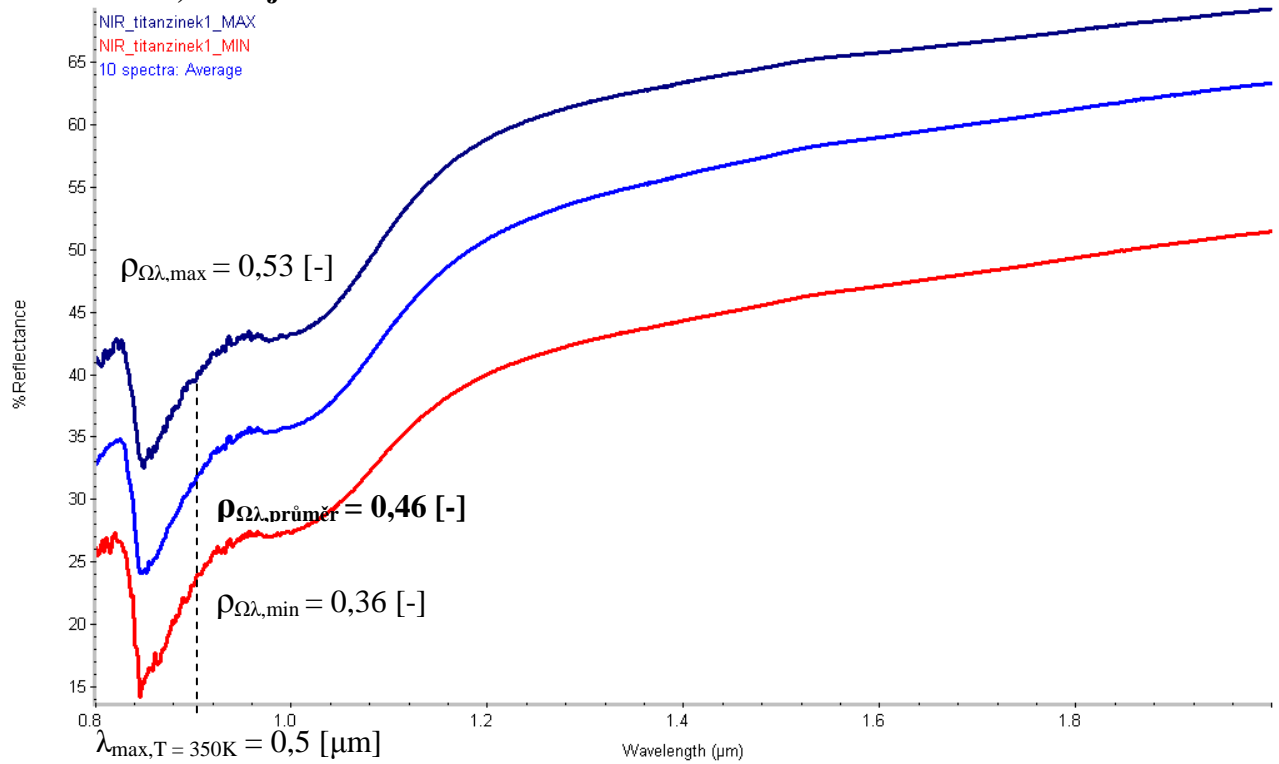
Vzorek č. 19:

Pozink



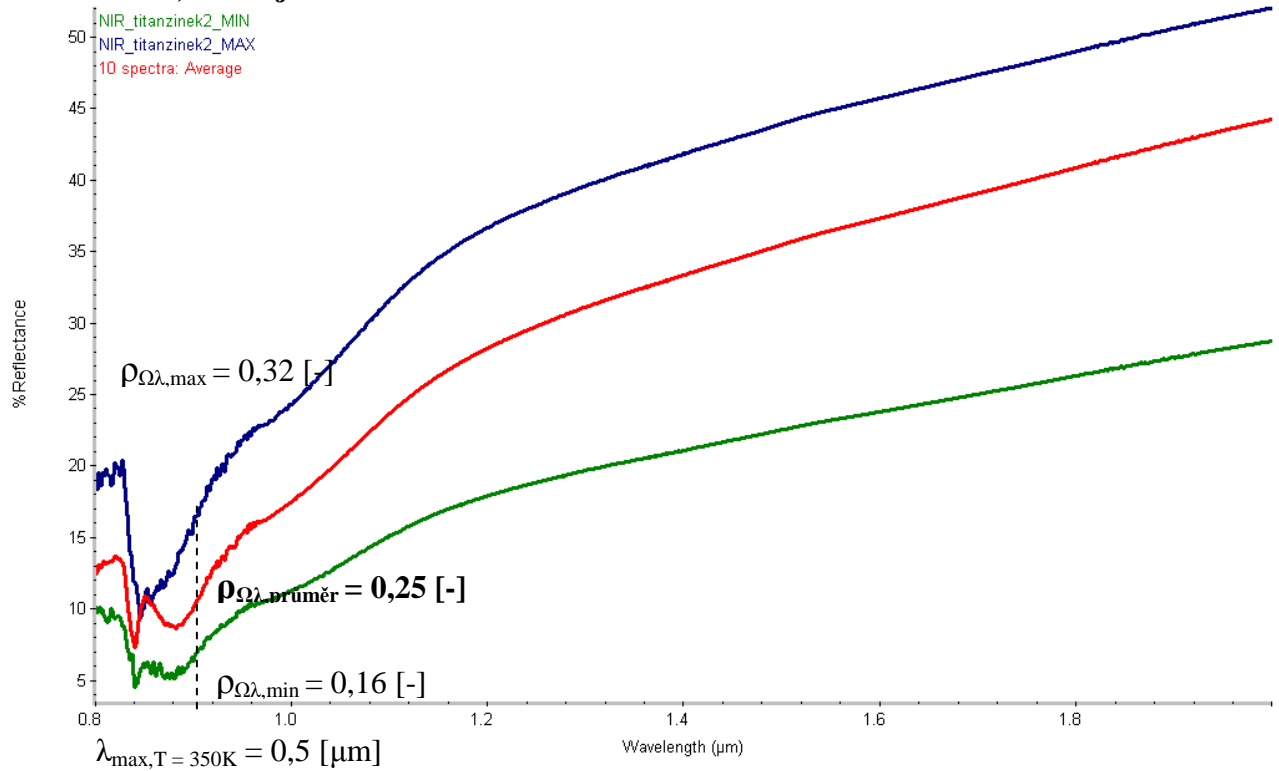
Vzorek č. 20:

Titanzinek 1, lesklejší strana



Vzorek č. 20:

Titanzinek 2, matnější strana



B3) DÍLČÍ SHRNU TÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ:

Difuzní reflektance $\rho_{\Omega\lambda}$ $\lambda \in (0,8;2)$
 $n=10$
 $j=1$

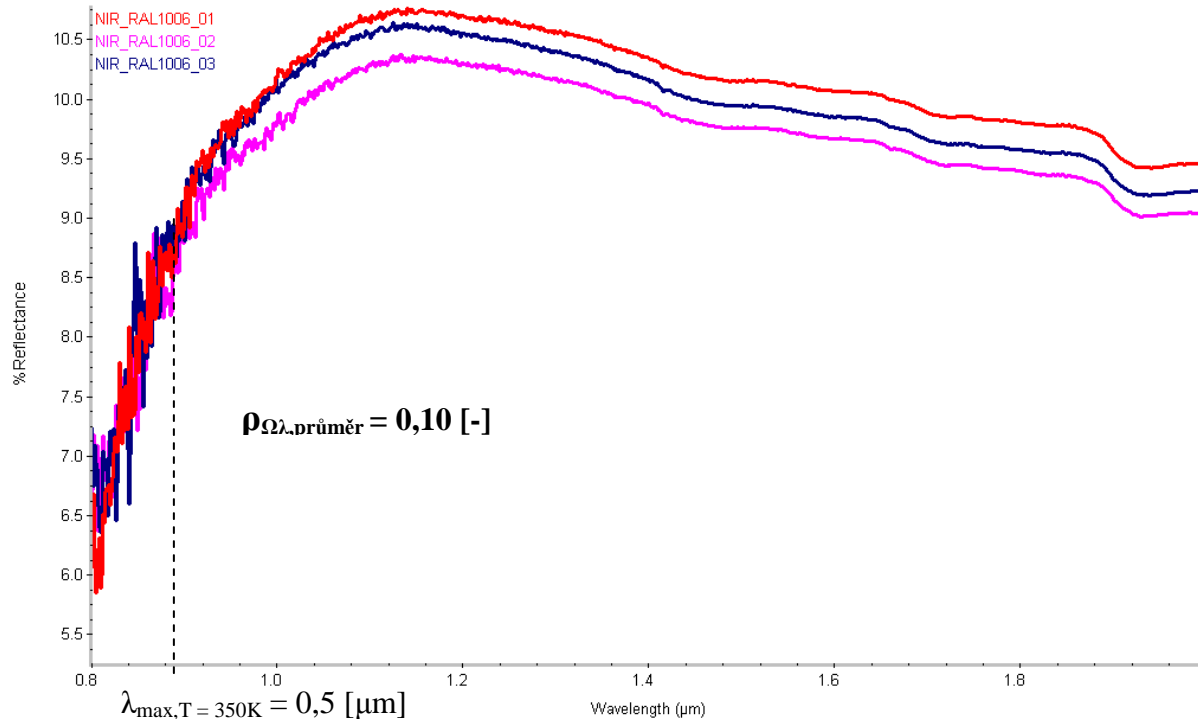
| č. | vzorek | $\rho_{\Omega\lambda}$ max [-] | $\rho_{\Omega\lambda}$ min [-] | $\rho_{\Omega\lambda}$ průměr [-] n=10, j=1 | $\alpha_{\Omega\lambda}$ průměr [-]* |
|----|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--|--------------------------------------|
| 17 | Alukryt | 0,06 | 0,03 | 0,05 | 0,95 |
| 18 | Měď 1, hladká strana | 0,86 | 0,47 | 0,68 | 0,32 |
| 18 | Měď 2, strana s rýhami | 0,49 | 0,29 | 0,38 | 0,62 |
| 19 | Pozink | 0,40 | 0,24 | 0,33 | 0,67 |
| 20 | Titanzinek 1, lesklejší strana | 0,53 | 0,36 | 0,46 | 0,56 |
| 20 | Titanzinek 2, matnější strana | 0,32 | 0,16 | 0,25 | 0,75 |

* Stanoveno výpočtem dle Kirchhoffova zákona $\alpha_{\Omega\lambda} [-] = \varepsilon_{\Omega\lambda} [-]$

B4) difuzní reflektance - vzorník RAL $\rho_{j=1}^{n=3} \lambda \in \langle 0,8;2 \rangle$

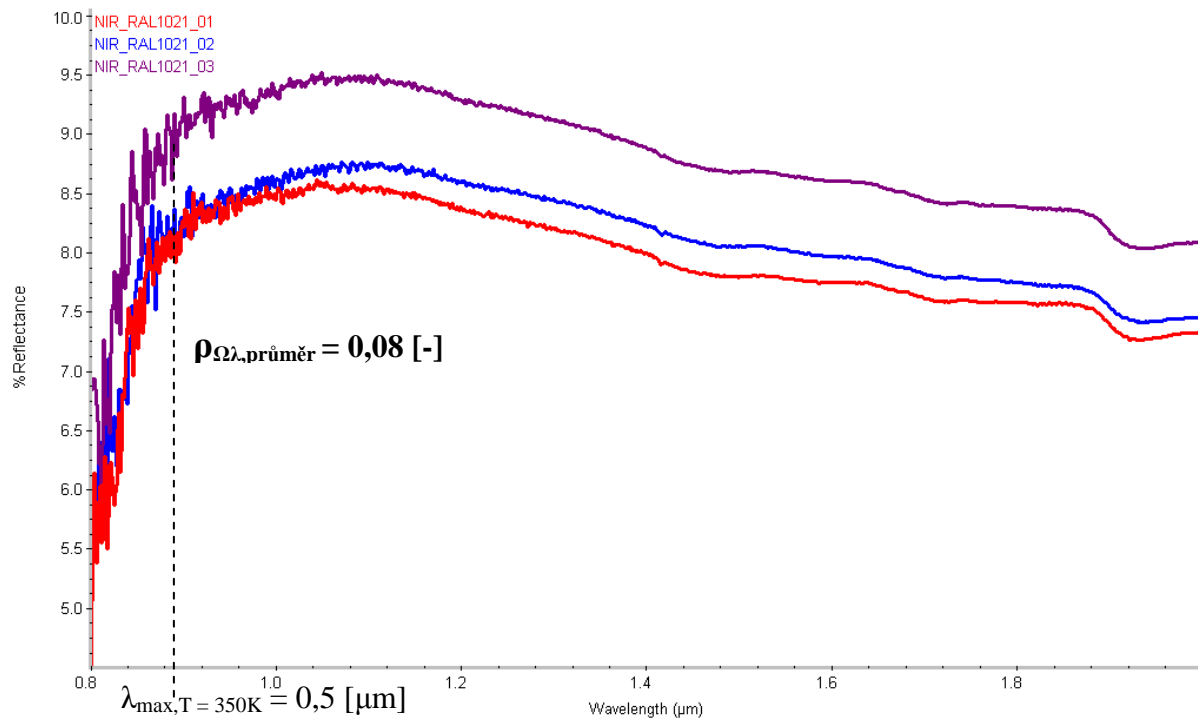
Vzorek č. 46:

Nátěr - Barva dle RAL 1006 okrová



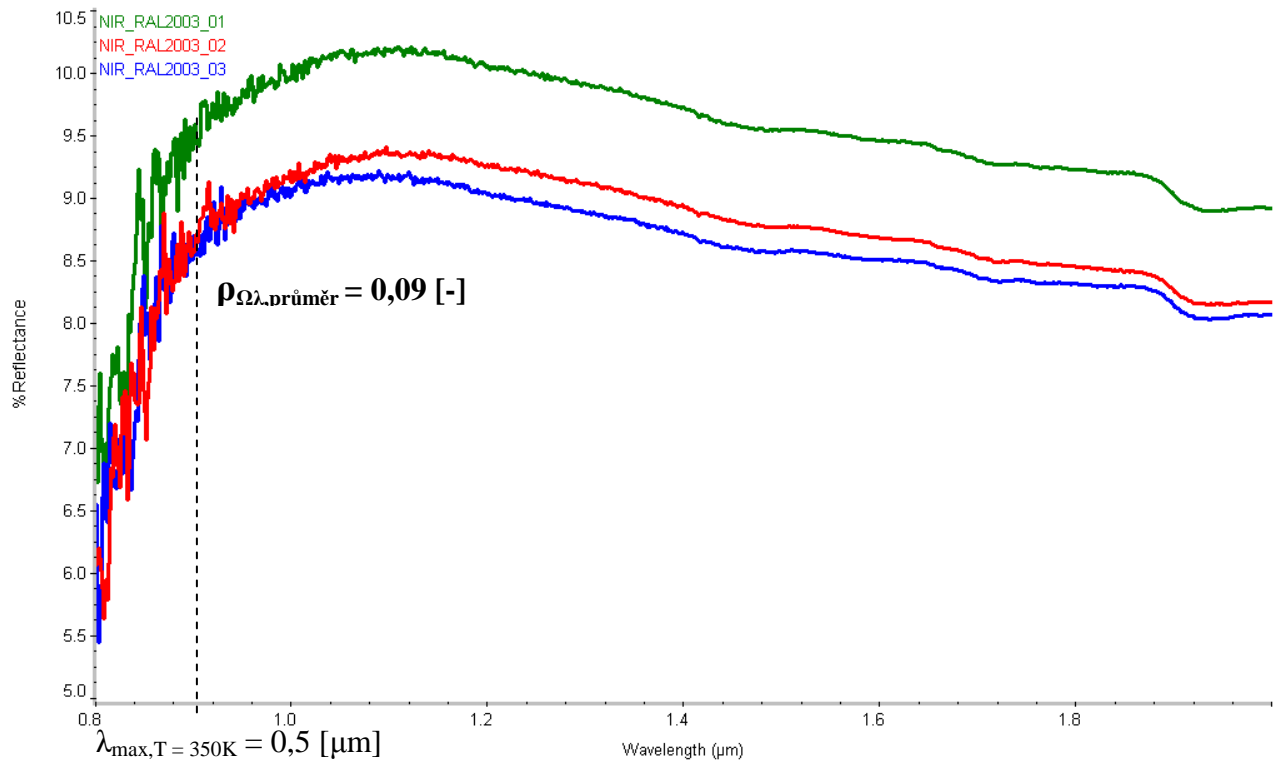
Vzorek č. 47:

Nátěr - Barva dle RAL 1021 žlutá



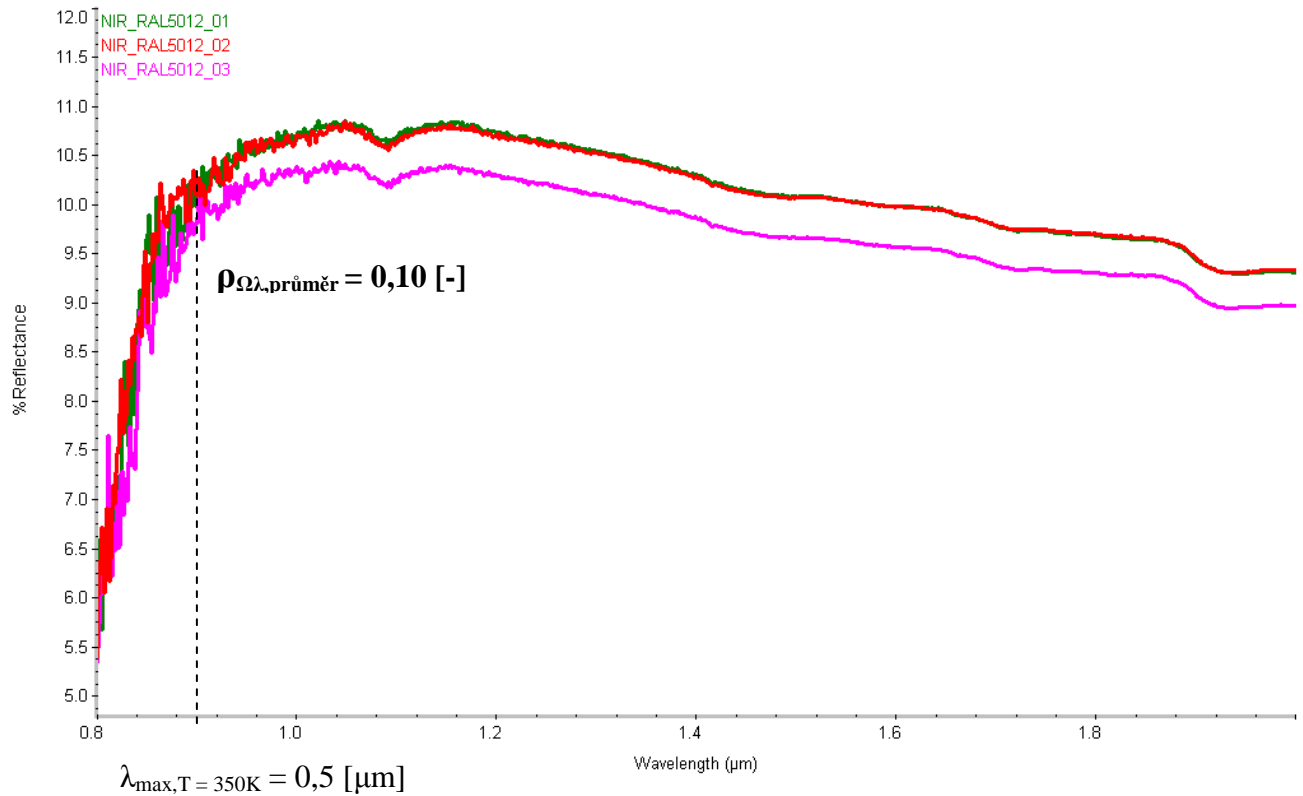
Vzorek č. 48:

Nátěr - Barva dle RAL 2003 oranžová



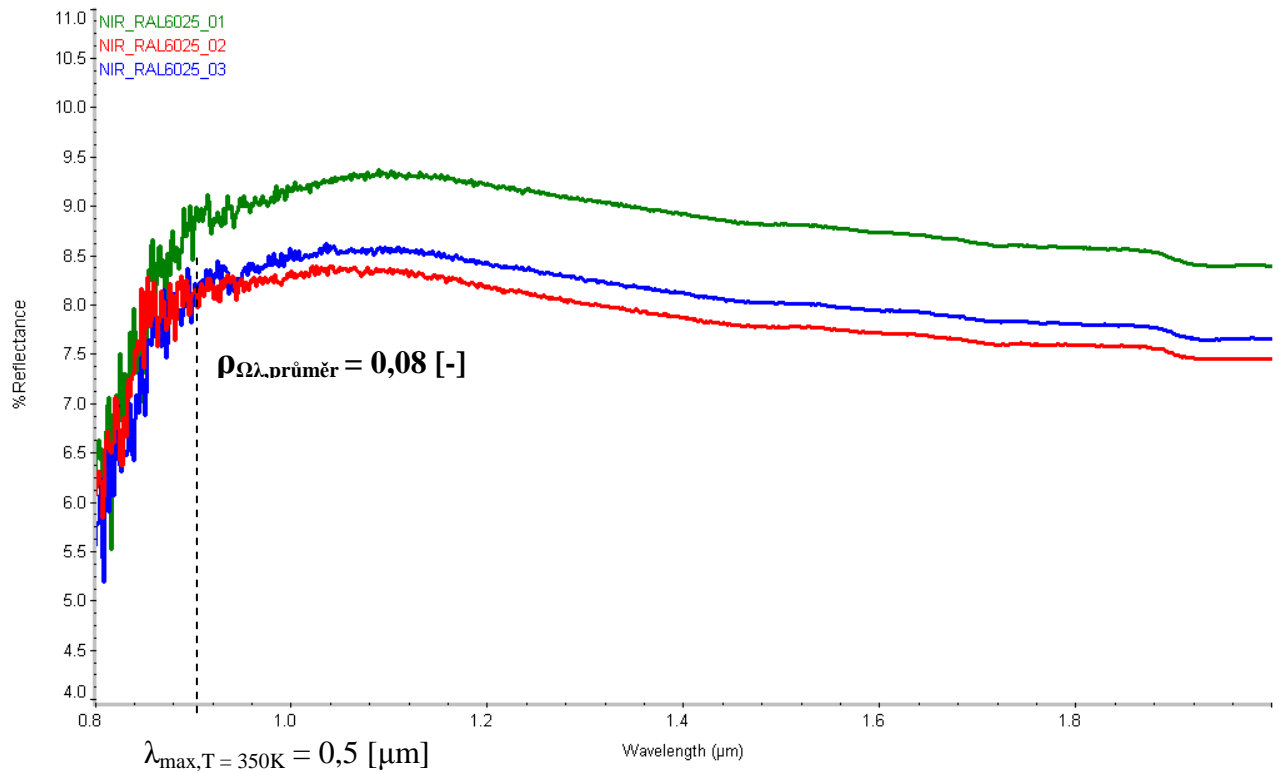
Vzorek č. 49:

Nátěr - Barva dle RAL 5012 modrá



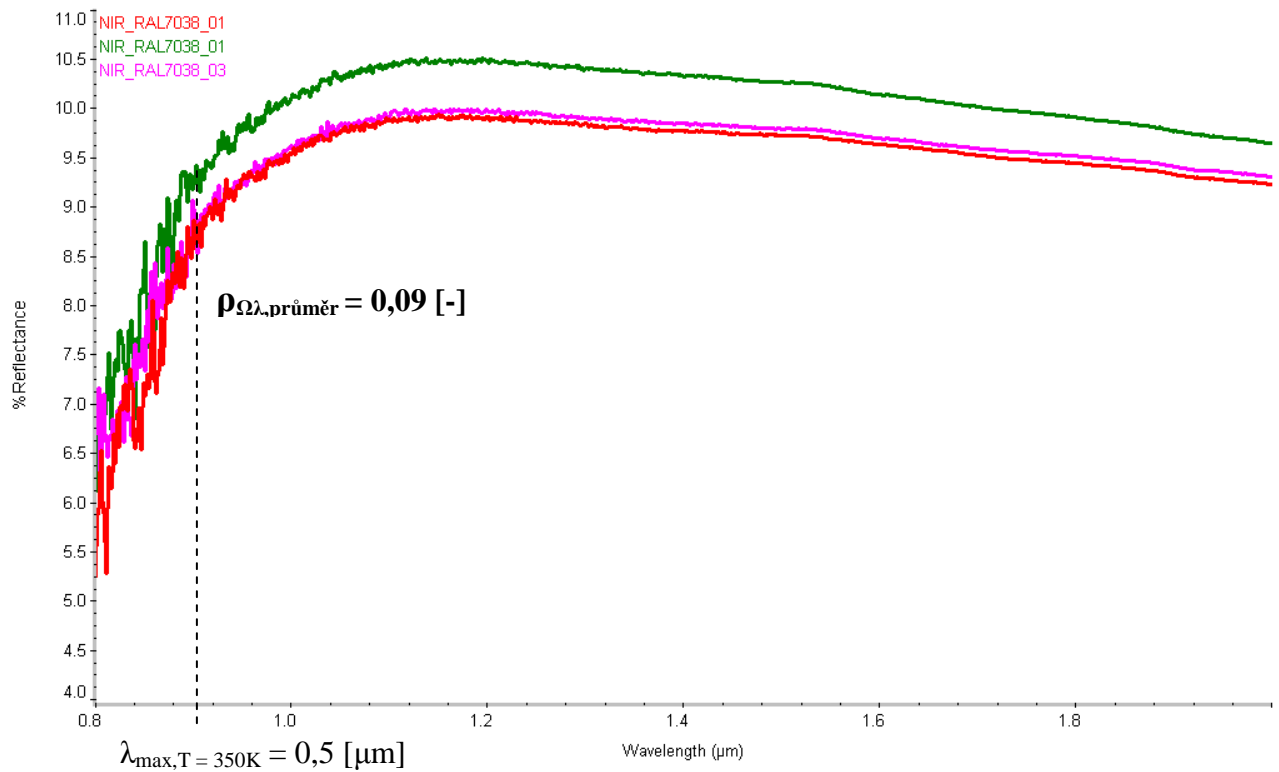
Vzorek č. 50:

Nátěr - Barva dle RAL 6025 zelená



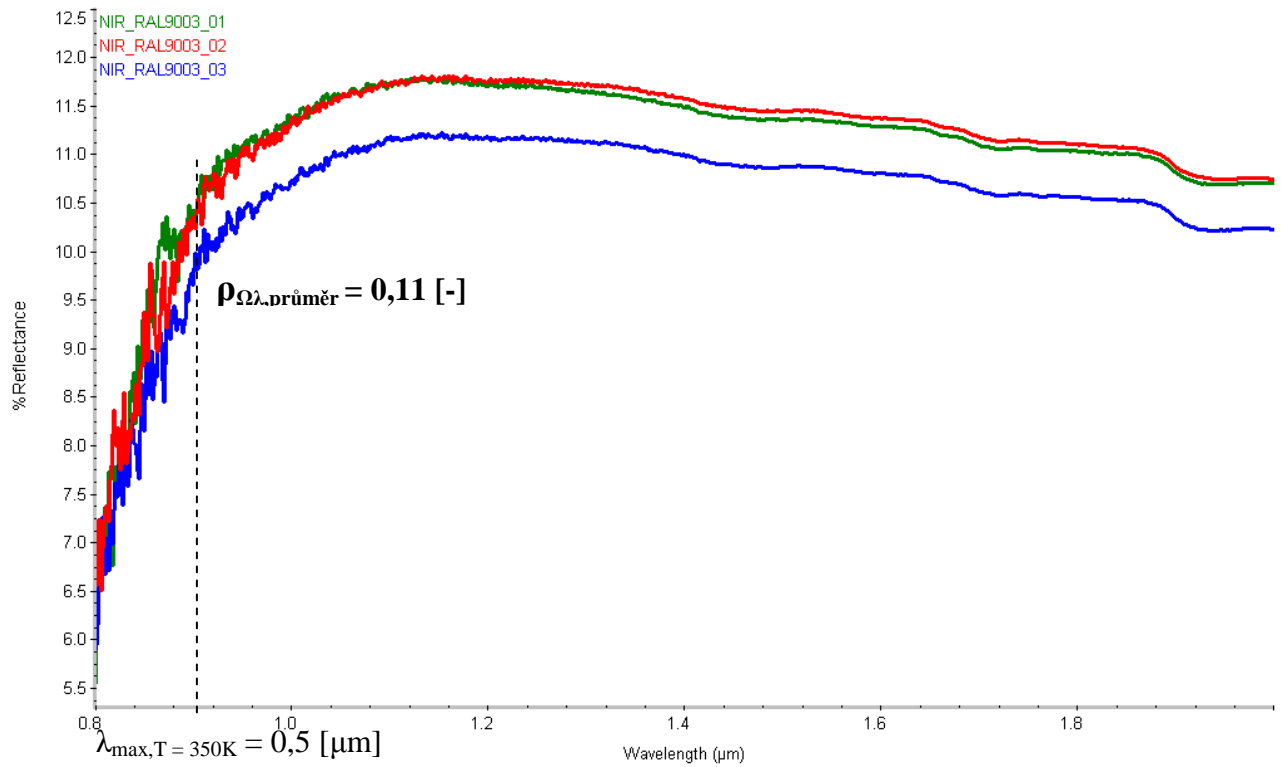
Vzorek č. 51:

Nátěr - Barva dle RAL 7038 šedá



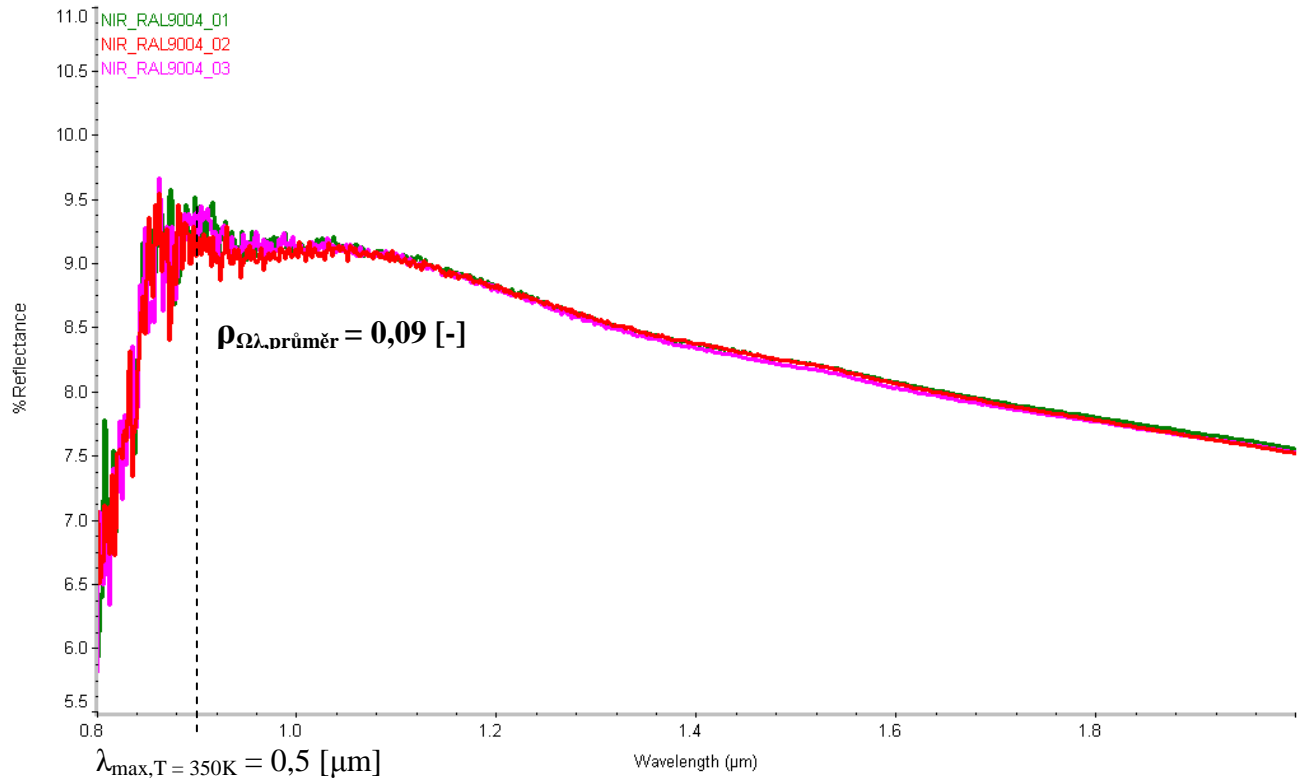
Vzorek č. 52:

Nátěr - Barva dle RAL 9003 bílá



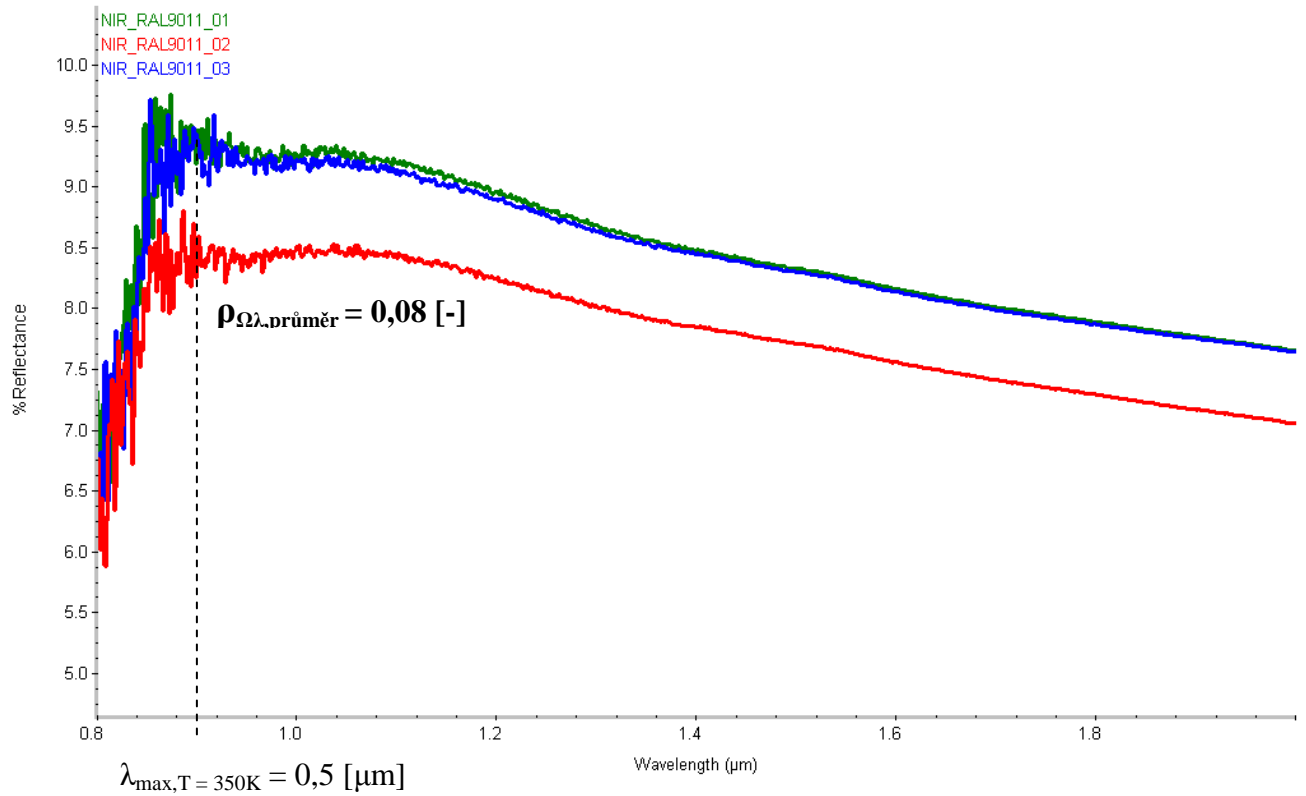
Vzorek č. 53:

Nátěr - Barva dle RAL 9004 černá



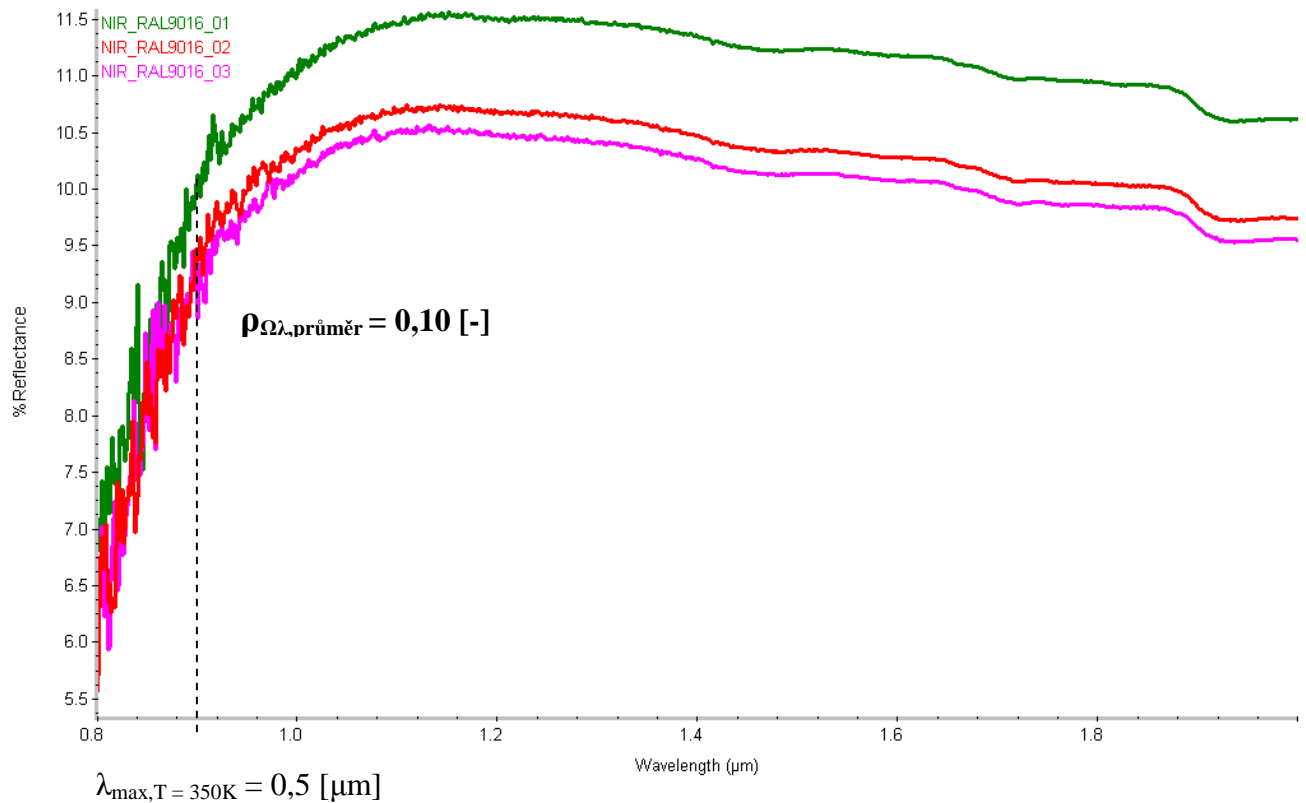
Vzorek č. 54:

Nátěr - Barva dle RAL 9011 uhlově černá



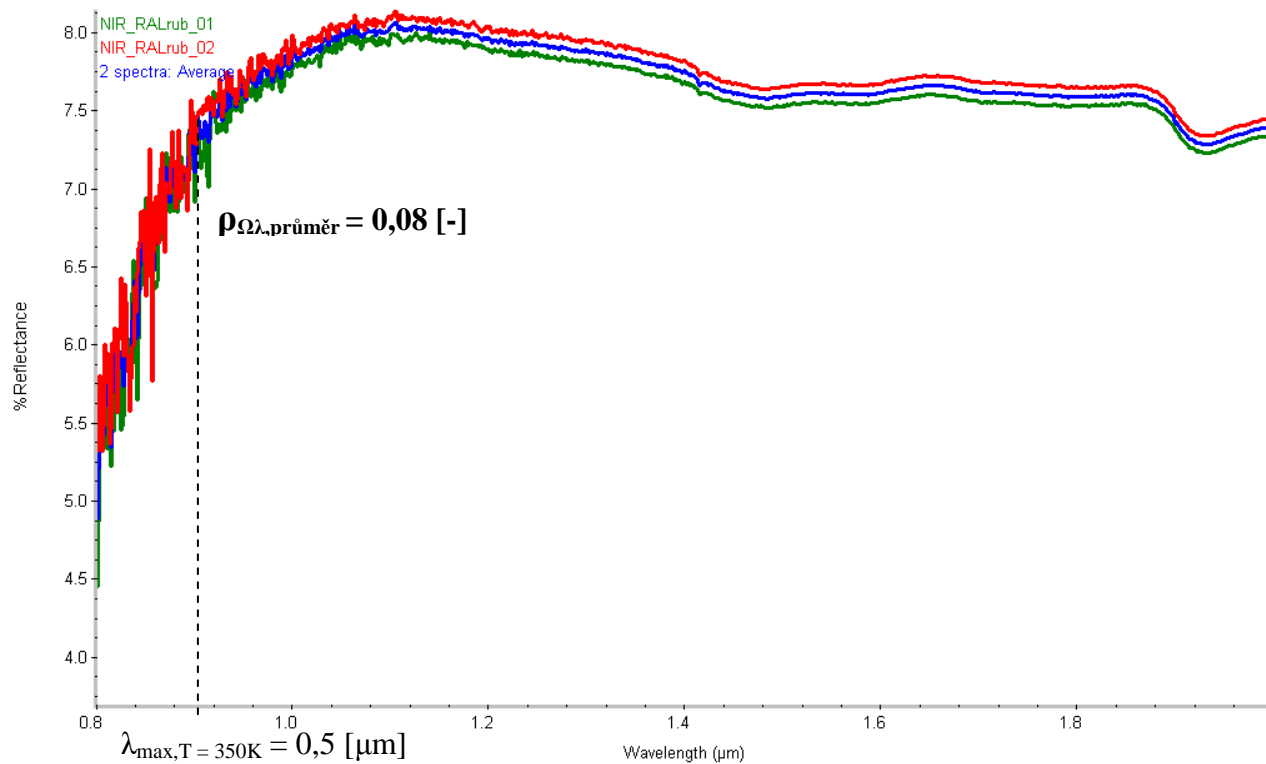
Vzorek č. 55:

Nátěr - Barva dle RAL 9016 bílá



Vzorek č. 56:

Rub



B4) DÍLČÍ SHRnutí VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ:

Difuzní reflektance - Vzorník RAL $\rho_{\lambda \in \langle 0,8;2 \rangle}^{n=3, j=1}$

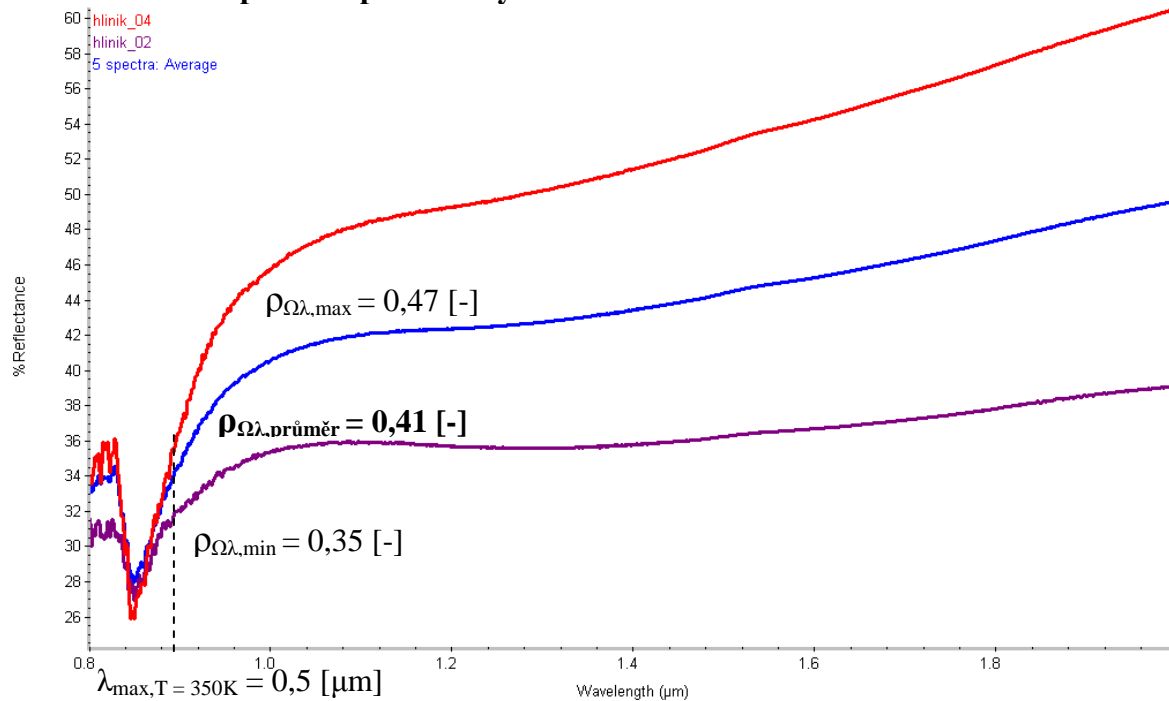
| č. | vzorek | $\rho_{\Omega\lambda}$ průměr [-] n=3, j=1 | $\alpha_{\Omega\lambda}$ průměr [-]* |
|----|---|---|--------------------------------------|
| 46 | Nátěr - Barva dle RAL 1006 (okrová) | 0,10 | 0,90 |
| 47 | Nátěr - Barva dle RAL 1021 (žlutá) | 0,08 | 0,92 |
| 48 | Nátěr - Barva dle RAL 2003 (oranžová) | 0,09 | 0,91 |
| 49 | Nátěr - Barva dle RAL 5012 (modrá) | 0,10 | 0,90 |
| 50 | Nátěr - Barva dle RAL 6025 (zelená) | 0,08 | 0,92 |
| 51 | Nátěr - Barva dle RAL 7038 (šedá) | 0,09 | 0,91 |
| 52 | Nátěr - Barva dle RAL 9003 (bílá) | 0,11 | 0,89 |
| 53 | Nátěr - Barva dle RAL 9004 (černá) | 0,09 | 0,91 |
| 54 | Nátěr - Barva dle RAL 9011 (uhlově černá) | 0,08 | 0,92 |
| 55 | Nátěr - Barva dle RAL 9016 (bílá) | 0,10 | 0,90 |
| 56 | Rub | 0,08 | 0,92 |

* Stanoveno výpočtem dle Kirchhoffova zákona $\alpha_{\Omega\lambda} [-] = \varepsilon_{\Omega\lambda} [-]$

B5) difuzní reflektance – povrchové úpravy $\rho_{j=1}^{n=5} \lambda \in \langle 0,8;2 \rangle$

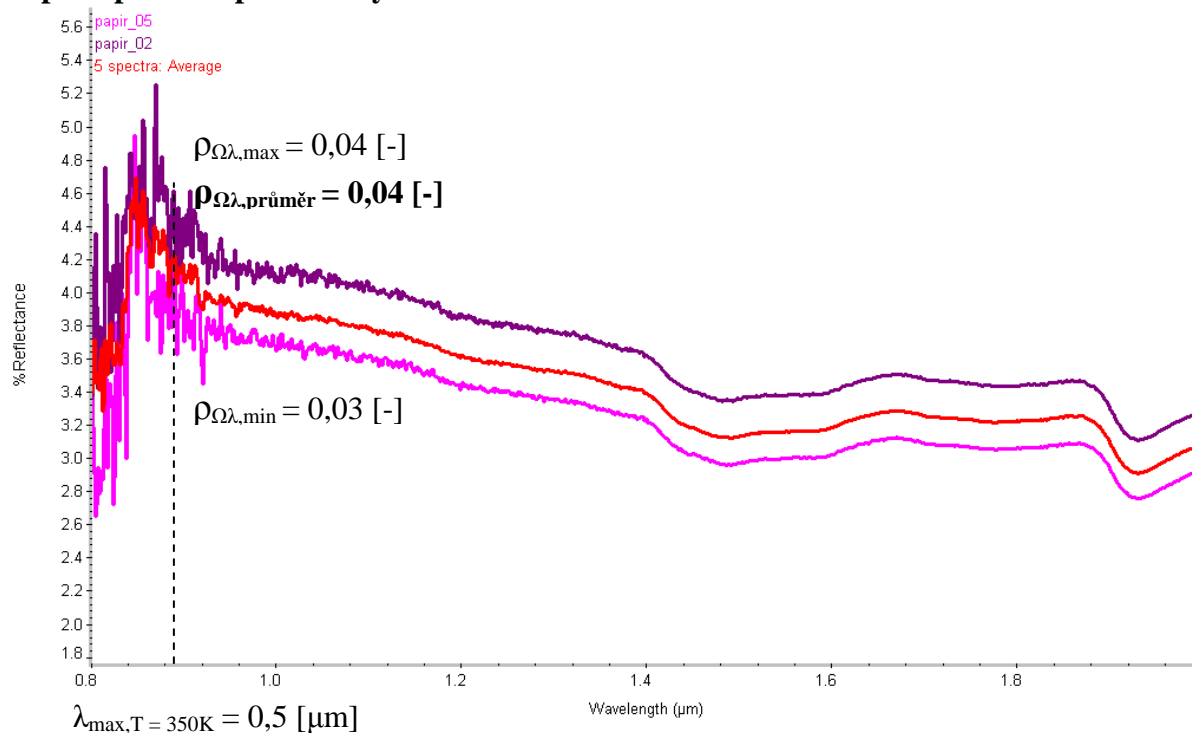
Vzorek č. 57:

Hliníková folie – podklad pod vzorky



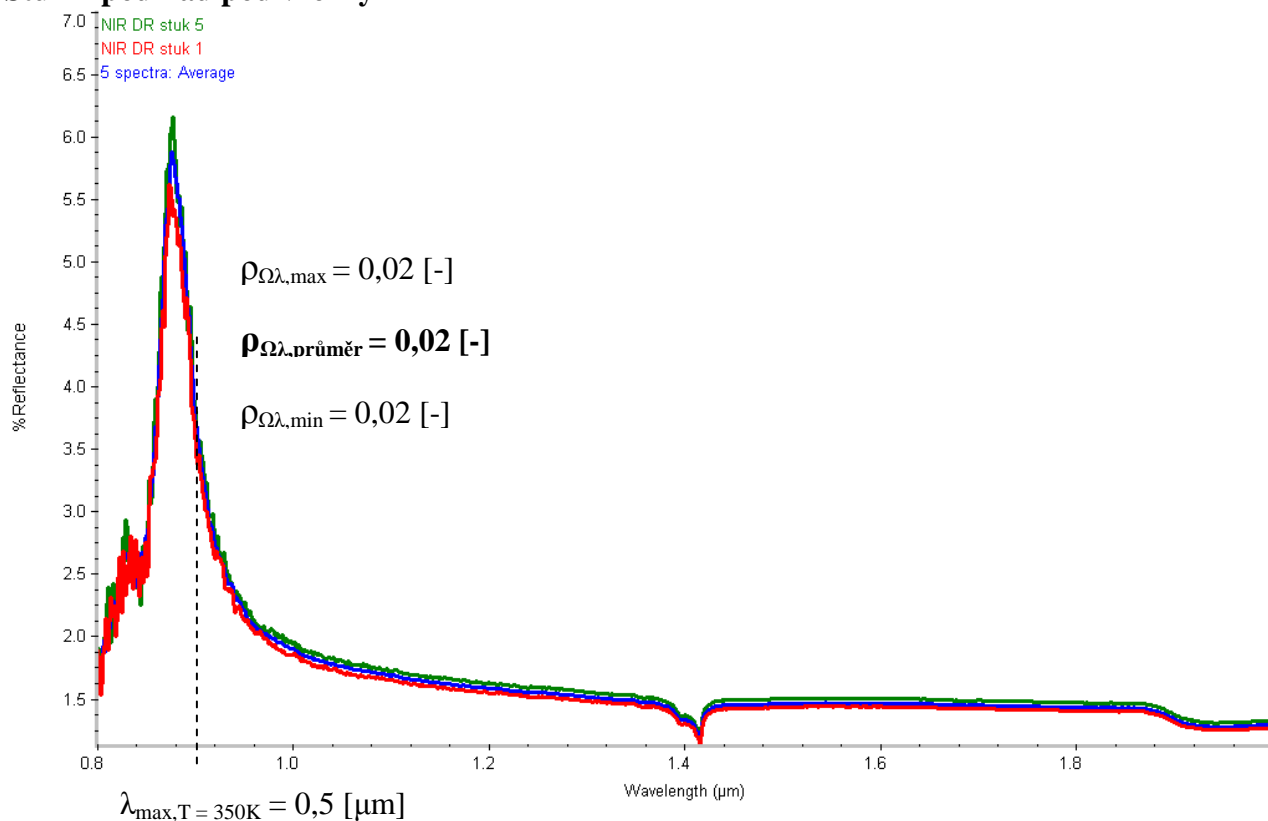
Vzorek č. 21:

Papír – podklad pod vzorky



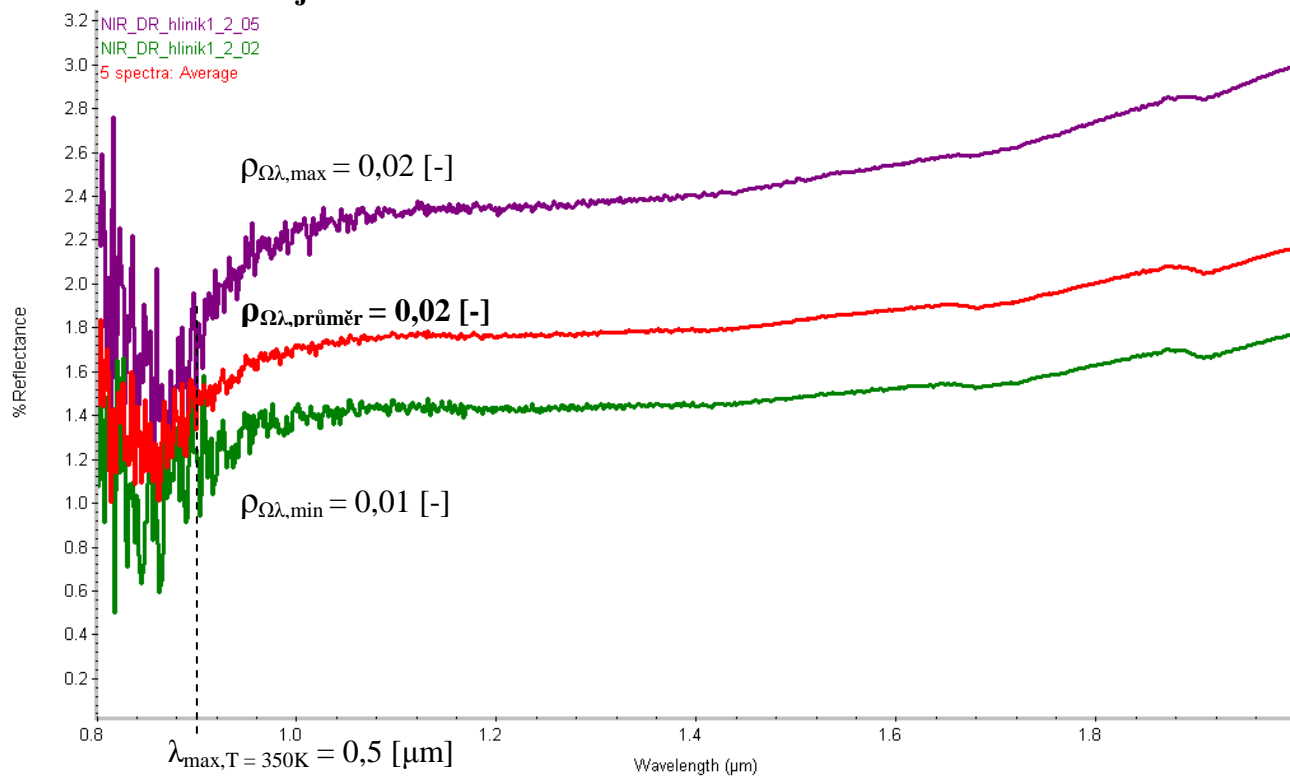
Vzorek č. 22:

Štuk – podklad pod vzorky



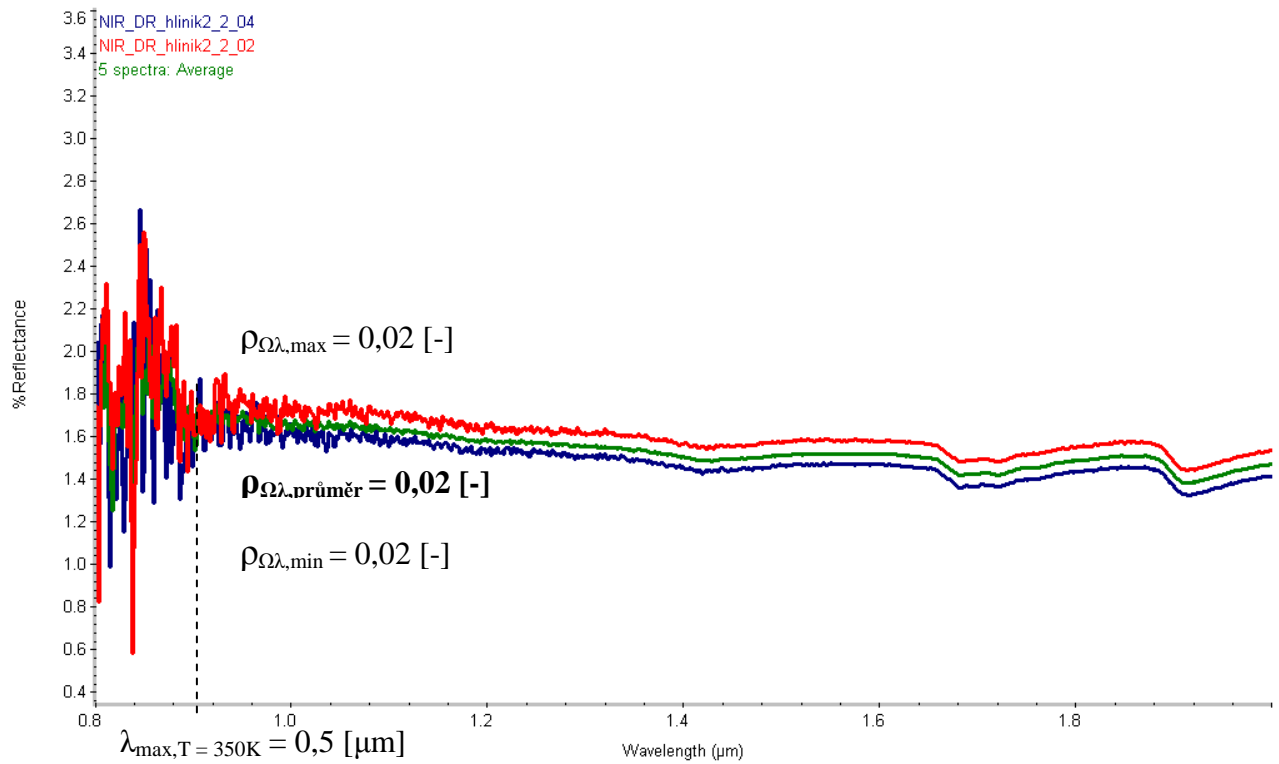
Vzorek č. 58:

Vzorek 2 - nanesen v jedné vrstvě na hliníku



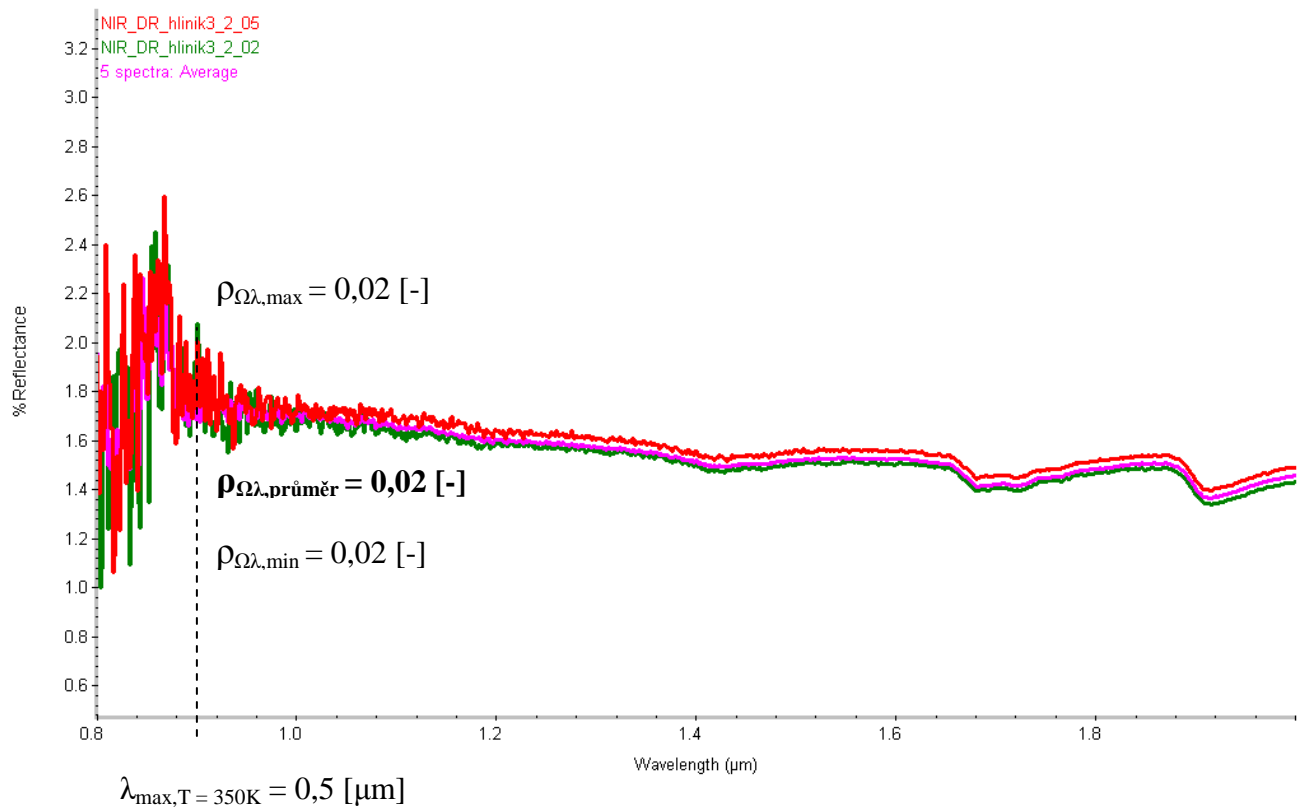
Vzorek č. 59:

Vzorek 2 - nanesen ve dvou vrstvách na hliníku



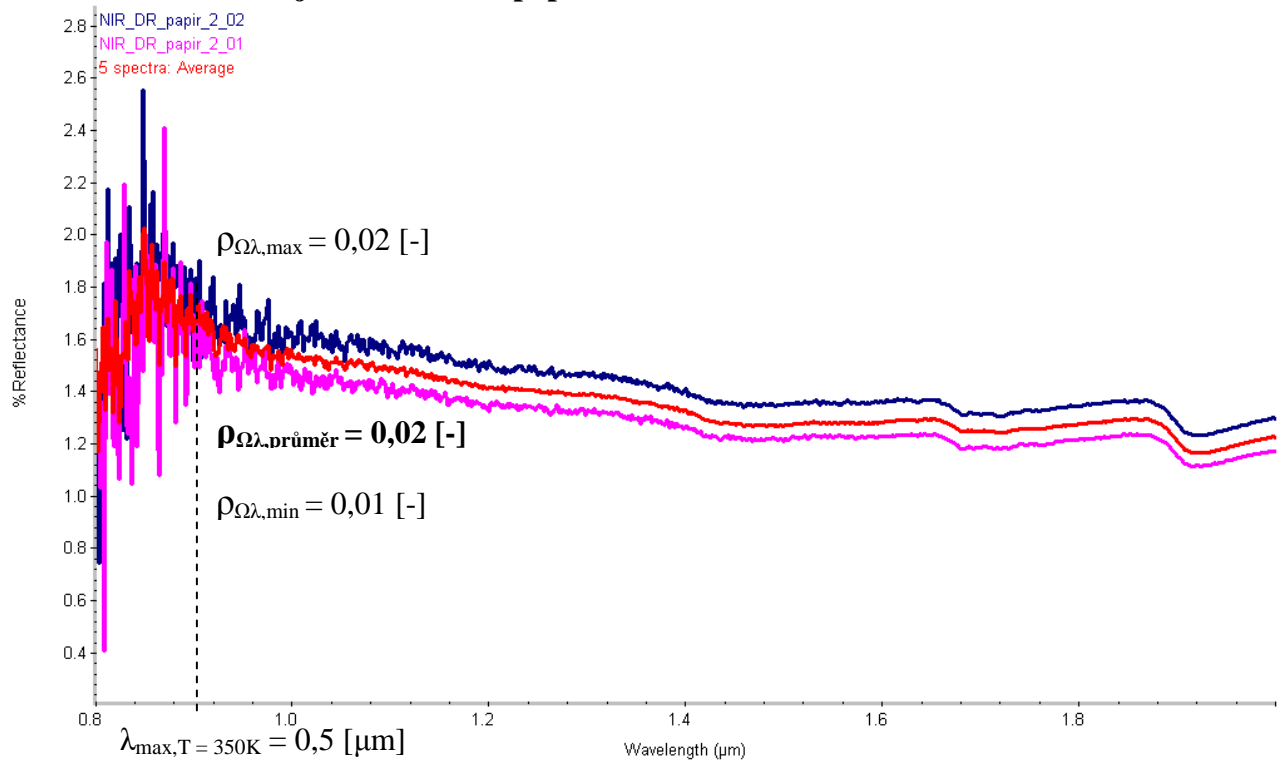
Vzorek č. 60:

Vzorek 2 - nanesen ve třech vrstvách na hliníku



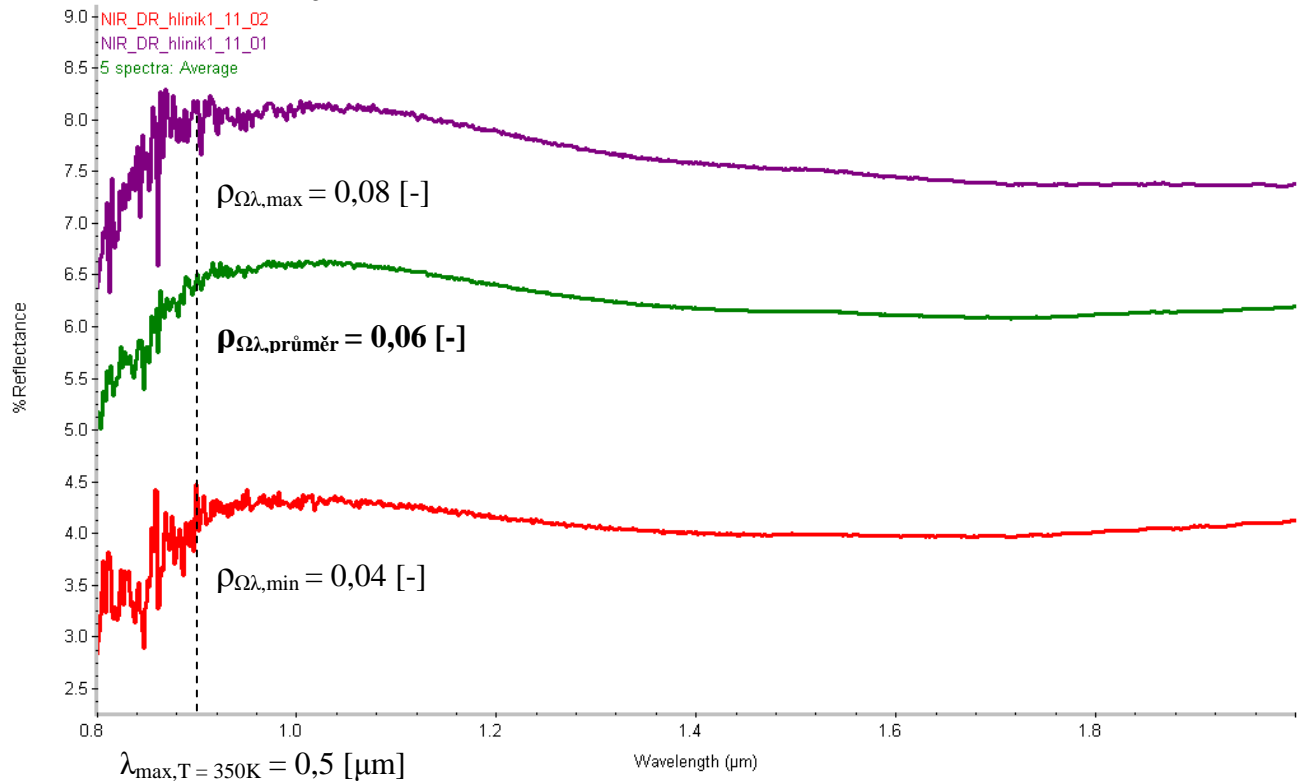
Vzorek č. 61:

Vzorek 2 - nanesen v jedné vrstvě na papíře



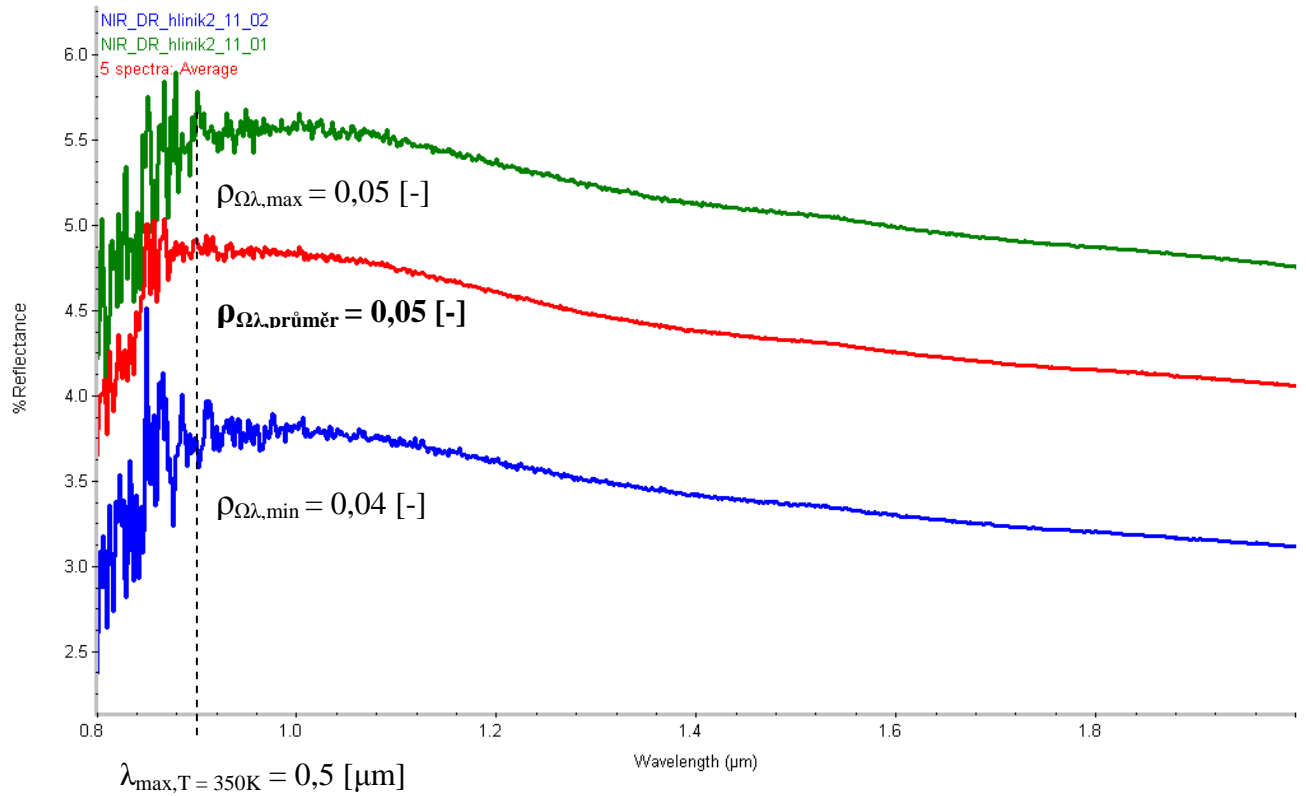
Vzorek č. 62:

Vzorek 11 - nanesen v jedné vrstvě na hliníku



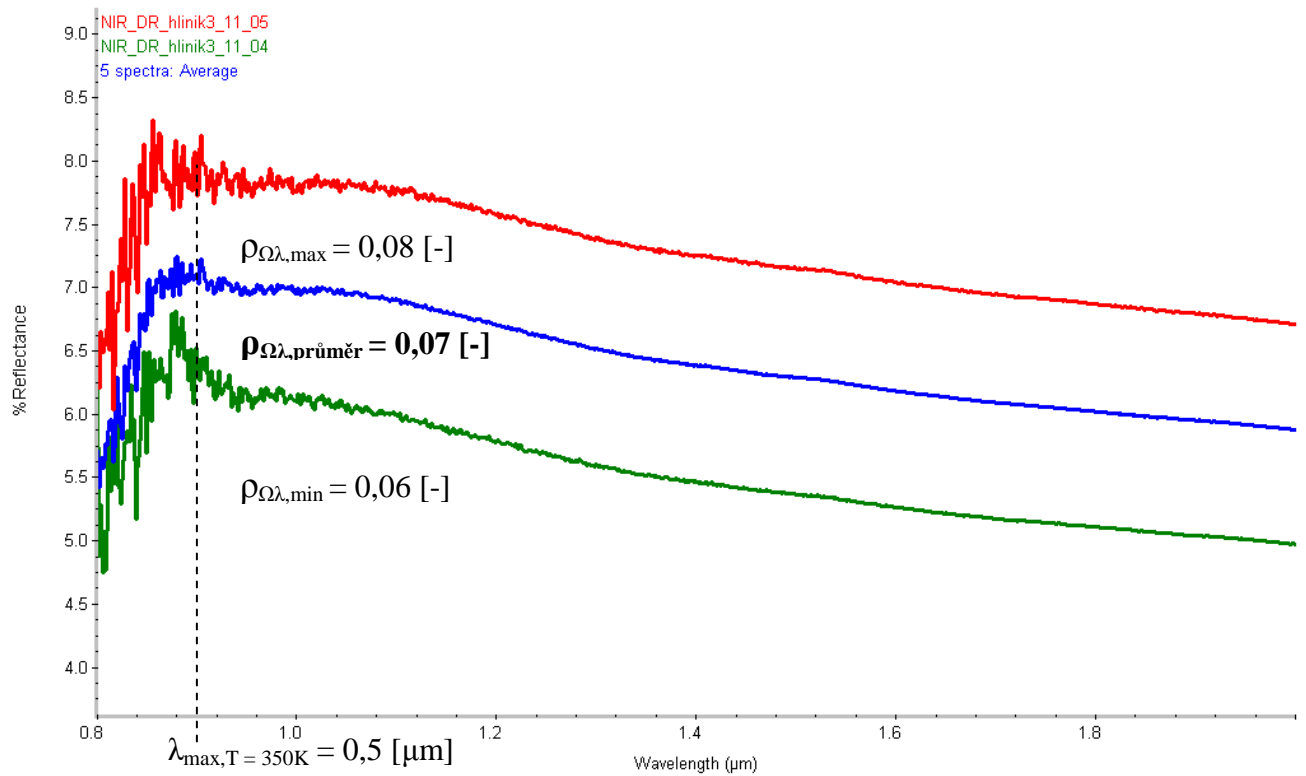
Vzorek č. 63:

Vzorek 11 - nanesen ve dvou vrstvách na hliníku



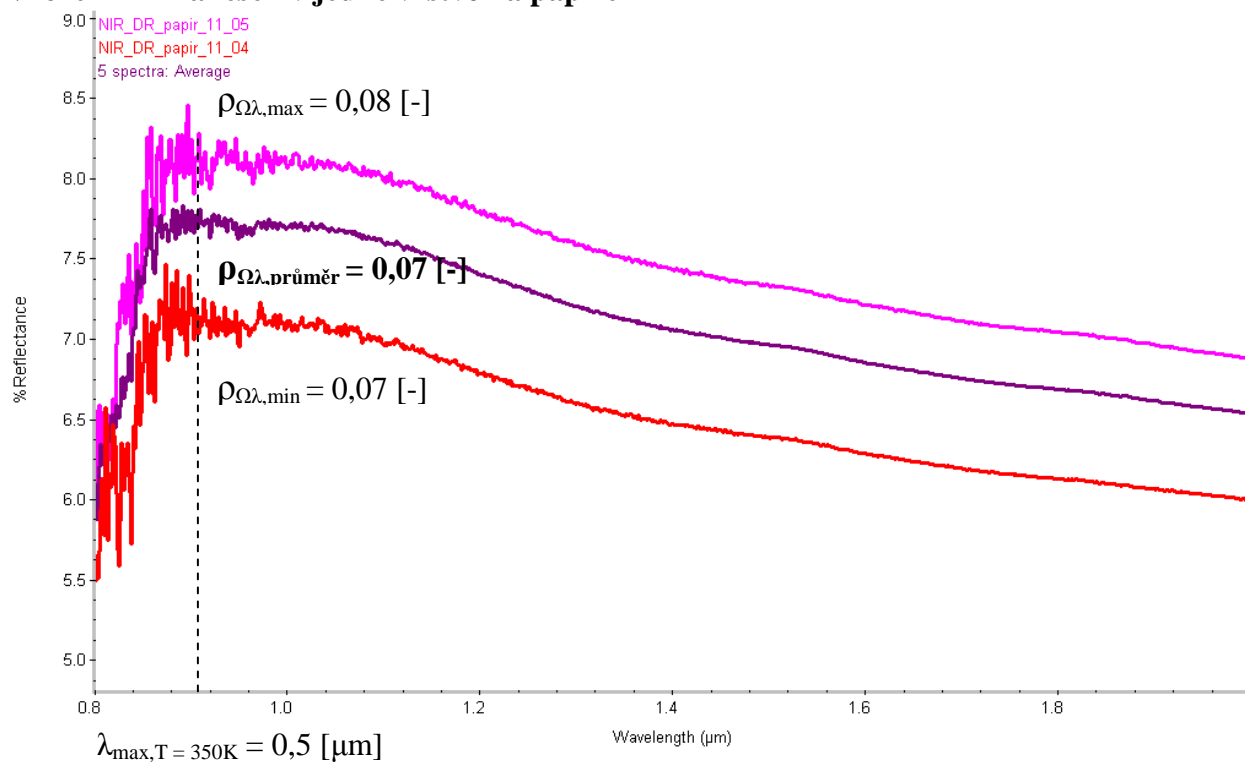
Vzorek č. 64:

Vzorek 11 - nanesen ve třech vrstvách na hliníku



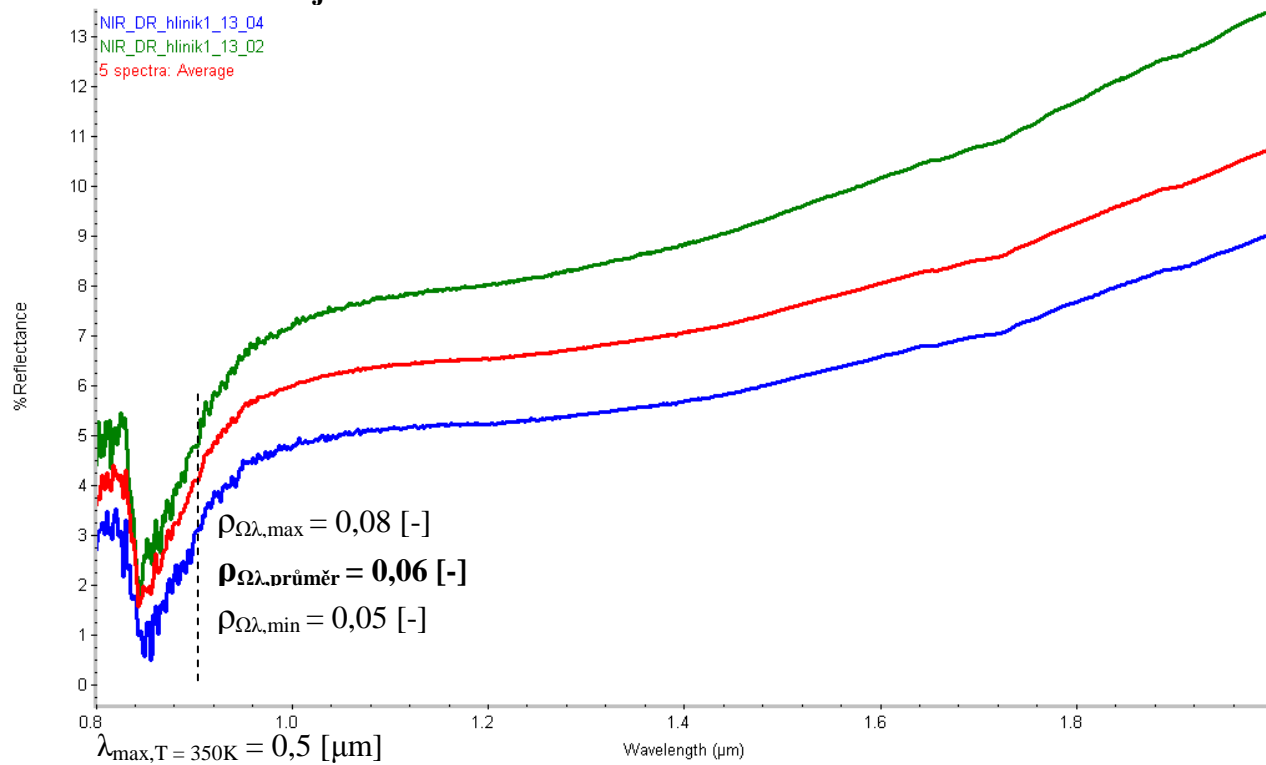
Vzorek č. 65:

Vzorek 11 - nanesen v jedné vrstvě na papíře



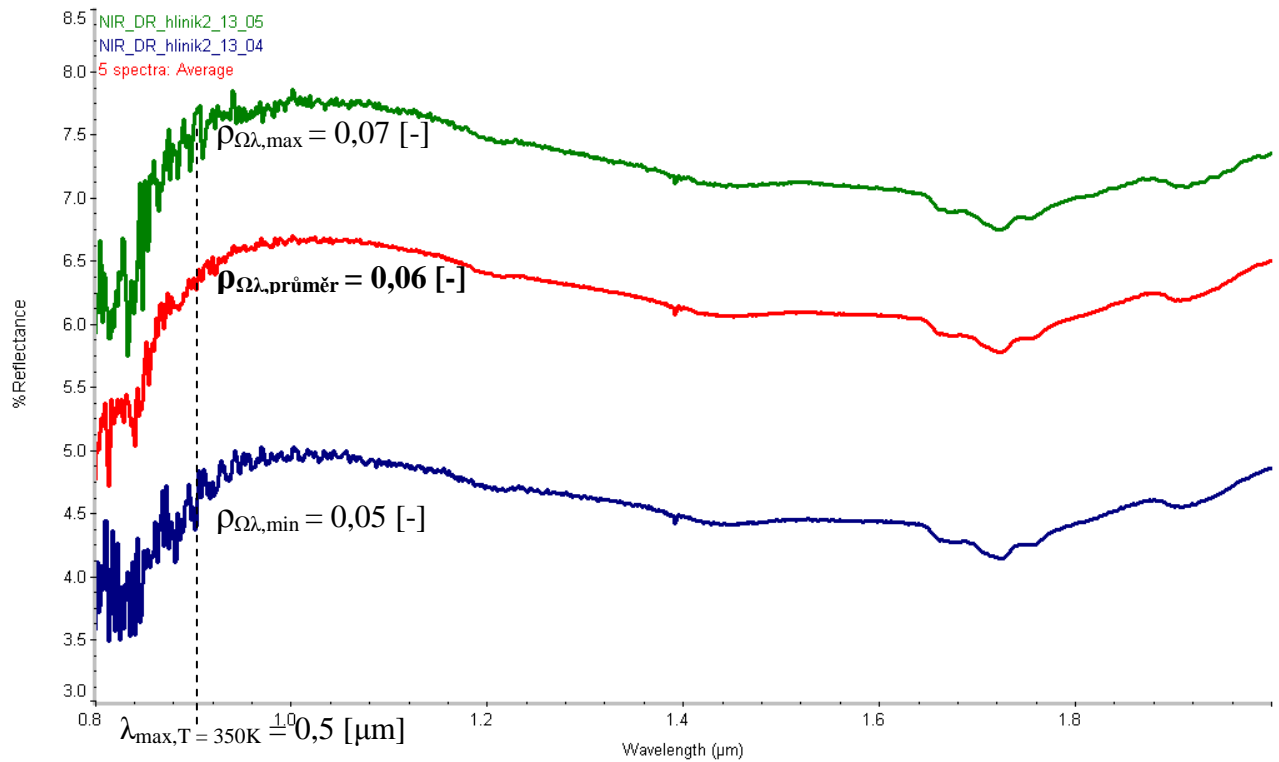
Vzorek č. 66:

Vzorek 13 - nanesen v jedné vrstvě na hliníku



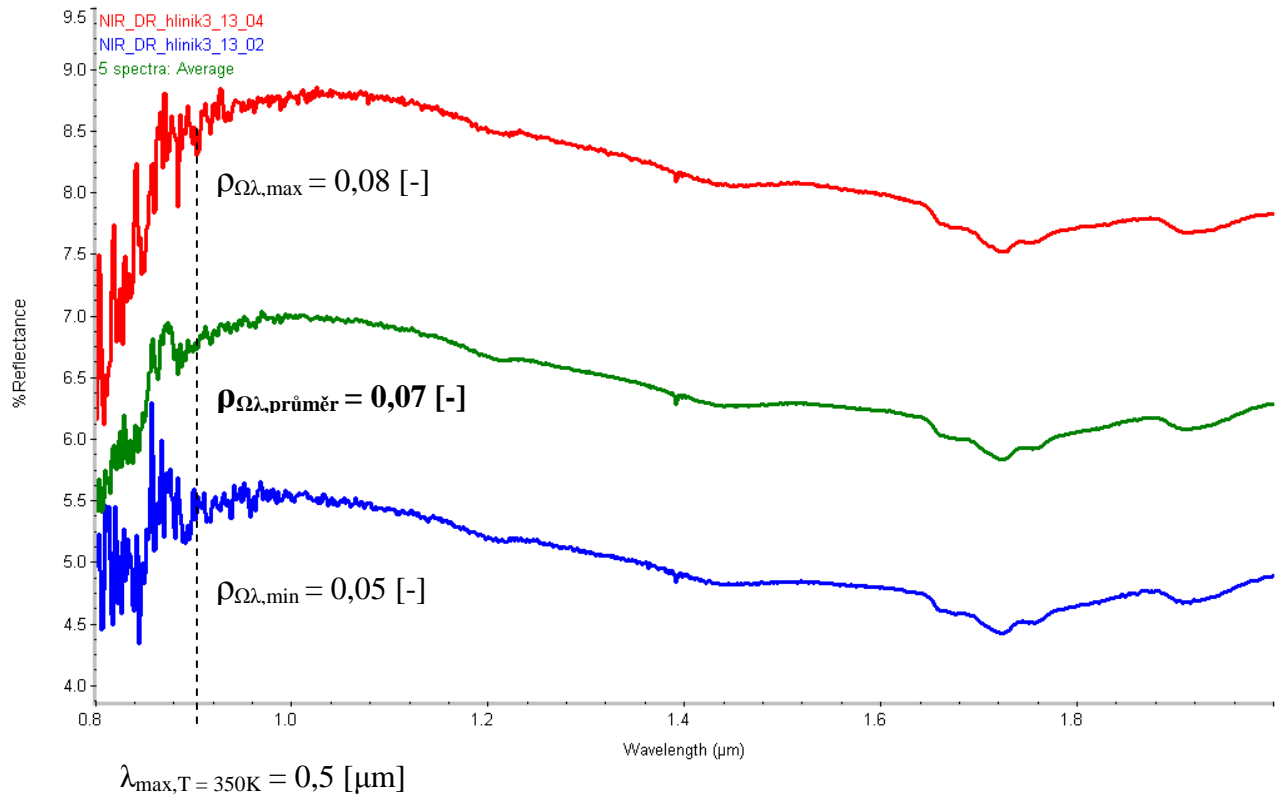
Vzorek č. 67:

Vzorek 13 - nanesen ve dvou vrstvách na hliníku



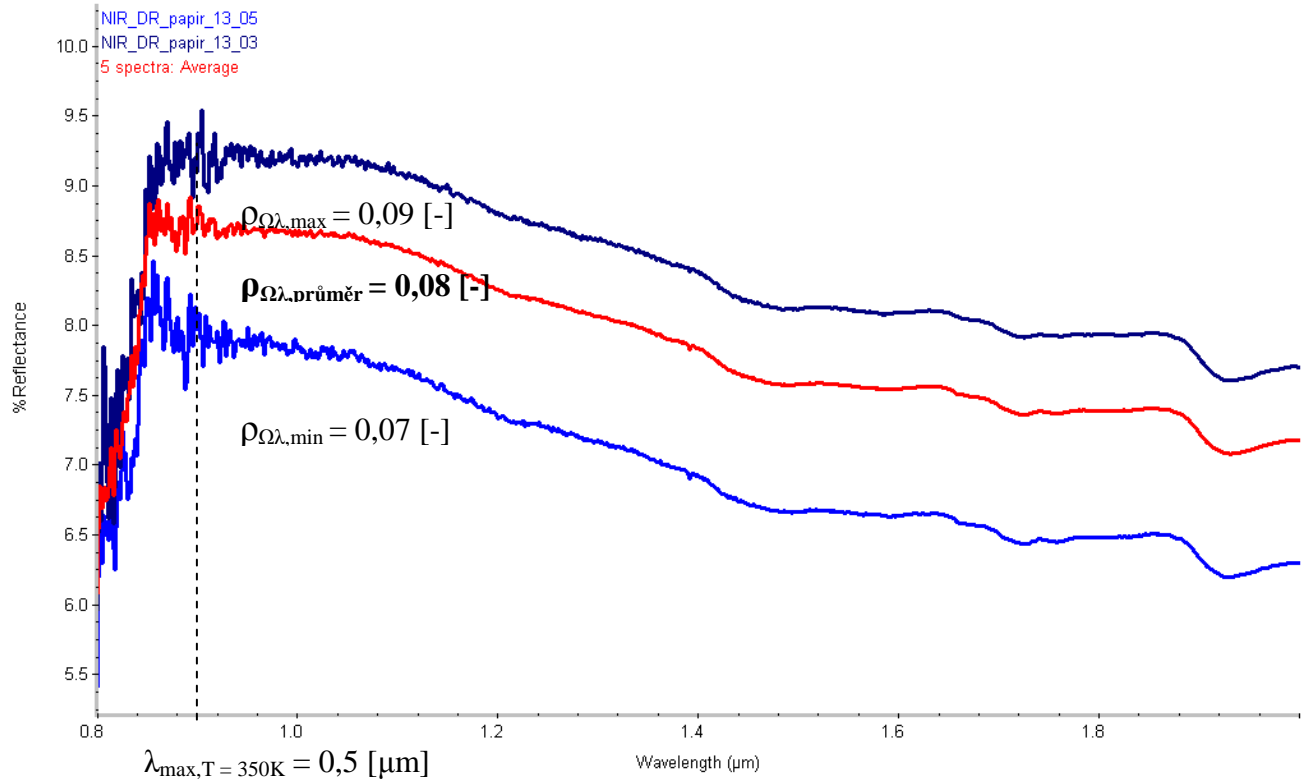
Vzorek č. 68:

Vzorek 13 - nanesen ve třech vrstvách na hliníku



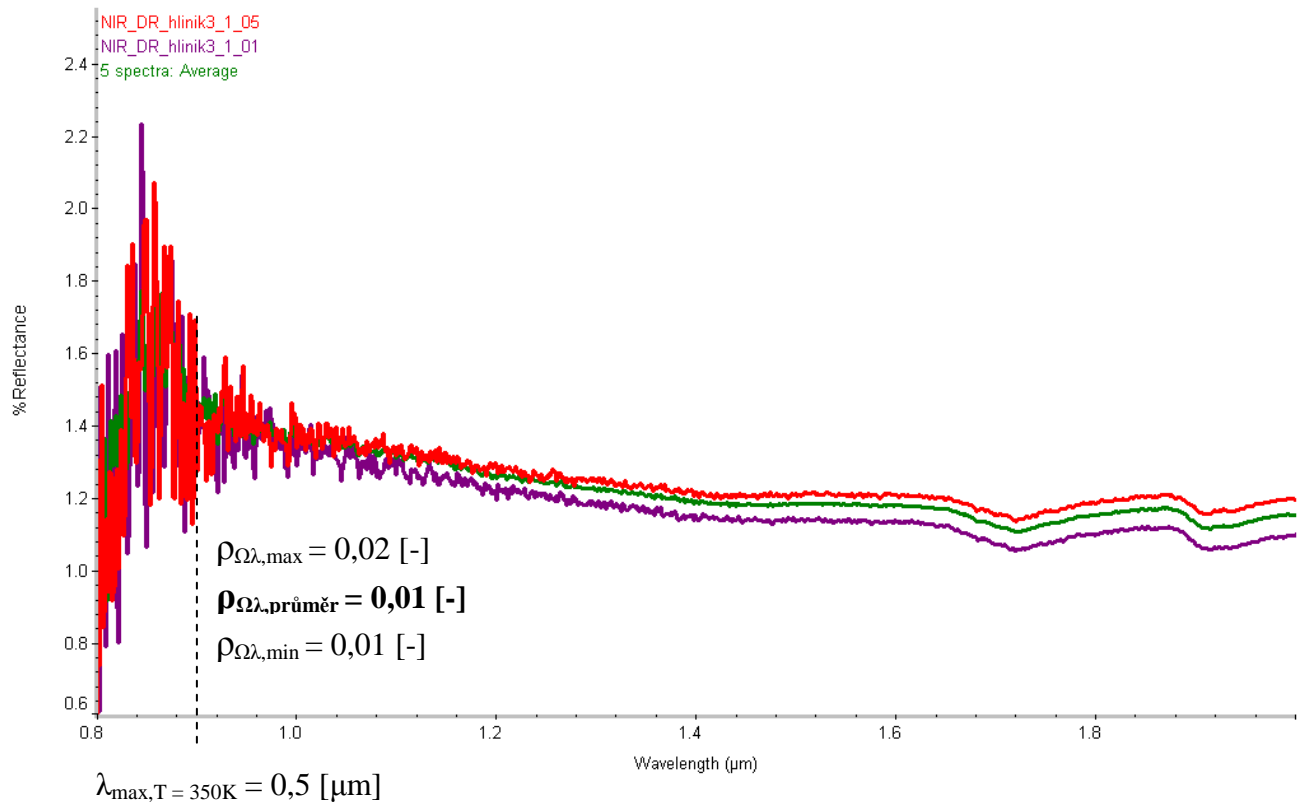
Vzorek č. 69:

Vzorek 13 - nanesen v jedné vrstvě na papíře



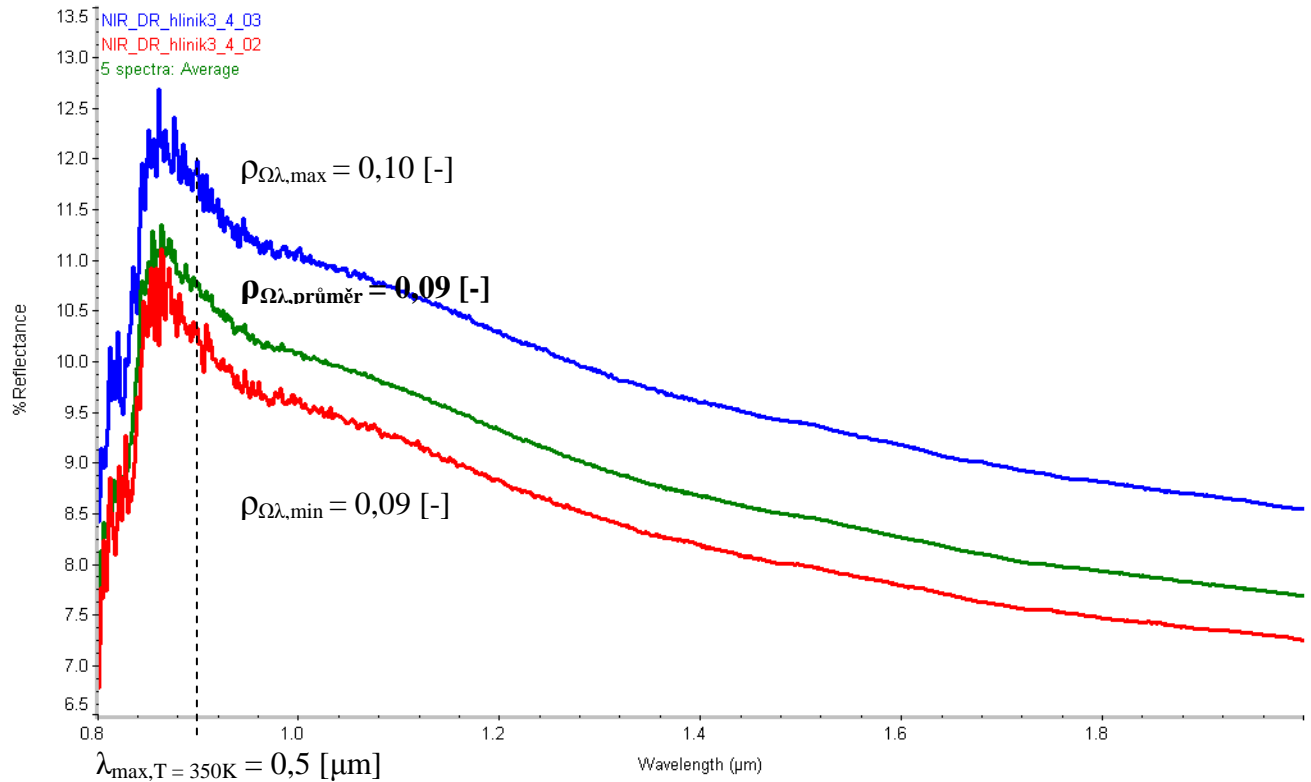
Vzorek č. 70:

Vzorek 1 - nanesen ve třech vrstvách na hliníku



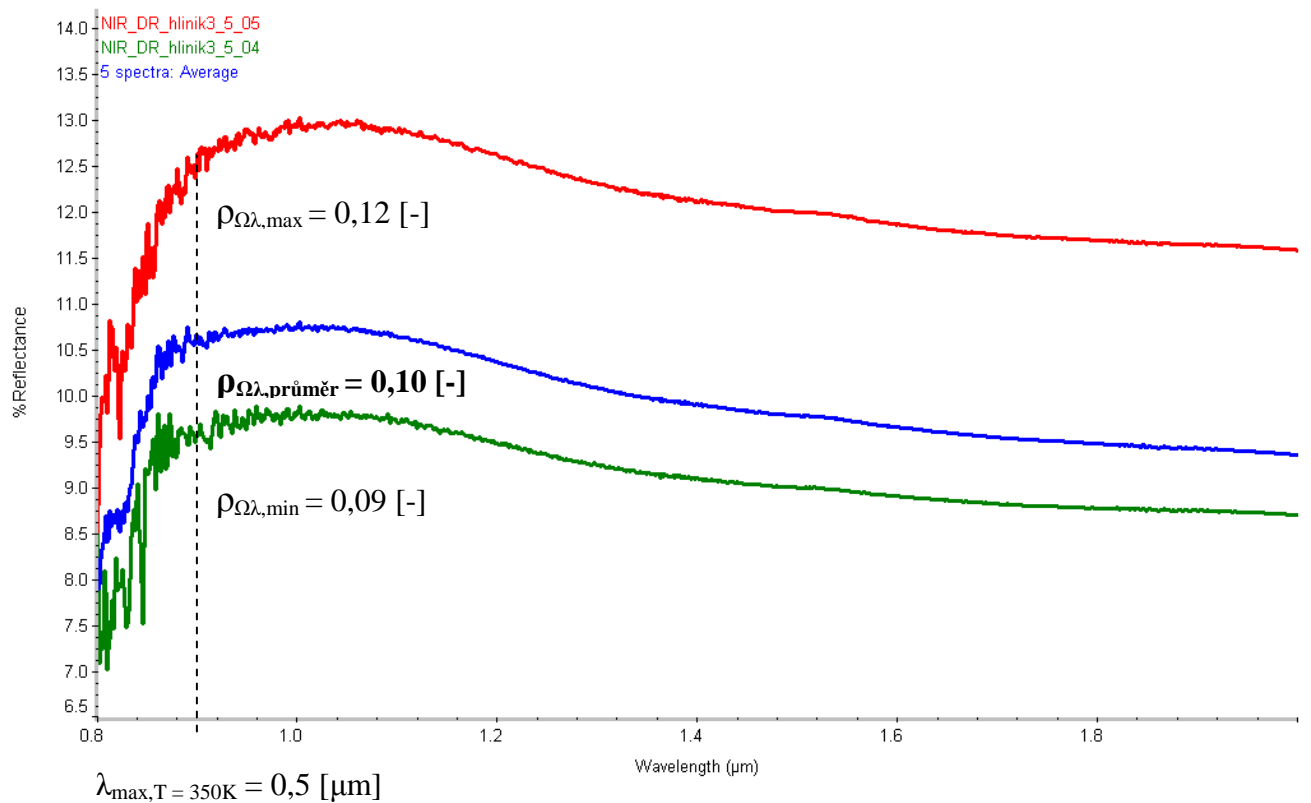
Vzorek č. 71:

Vzorek 4 - nanesen ve třech vrstvách na hliníku



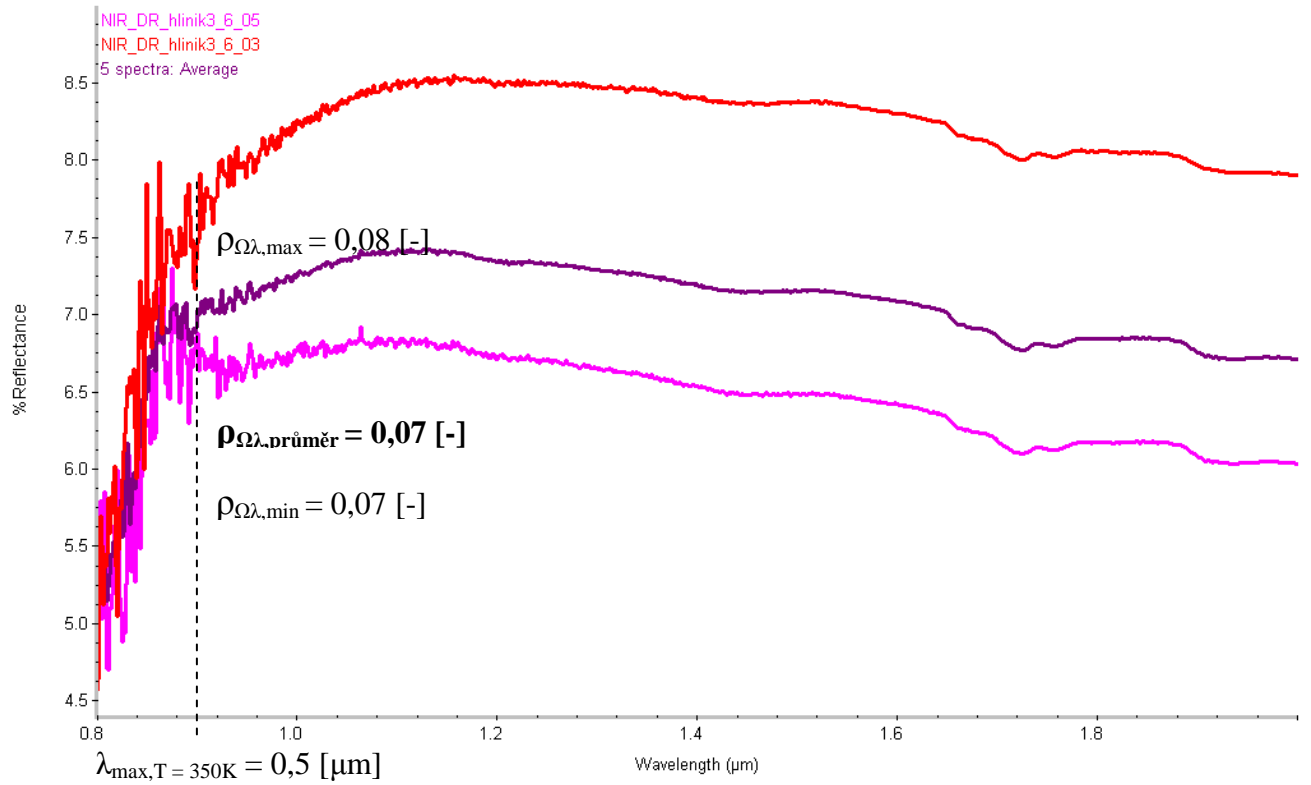
Vzorek č. 72:

Vzorek 5 - nanesen ve třech vrstvách na hliníku



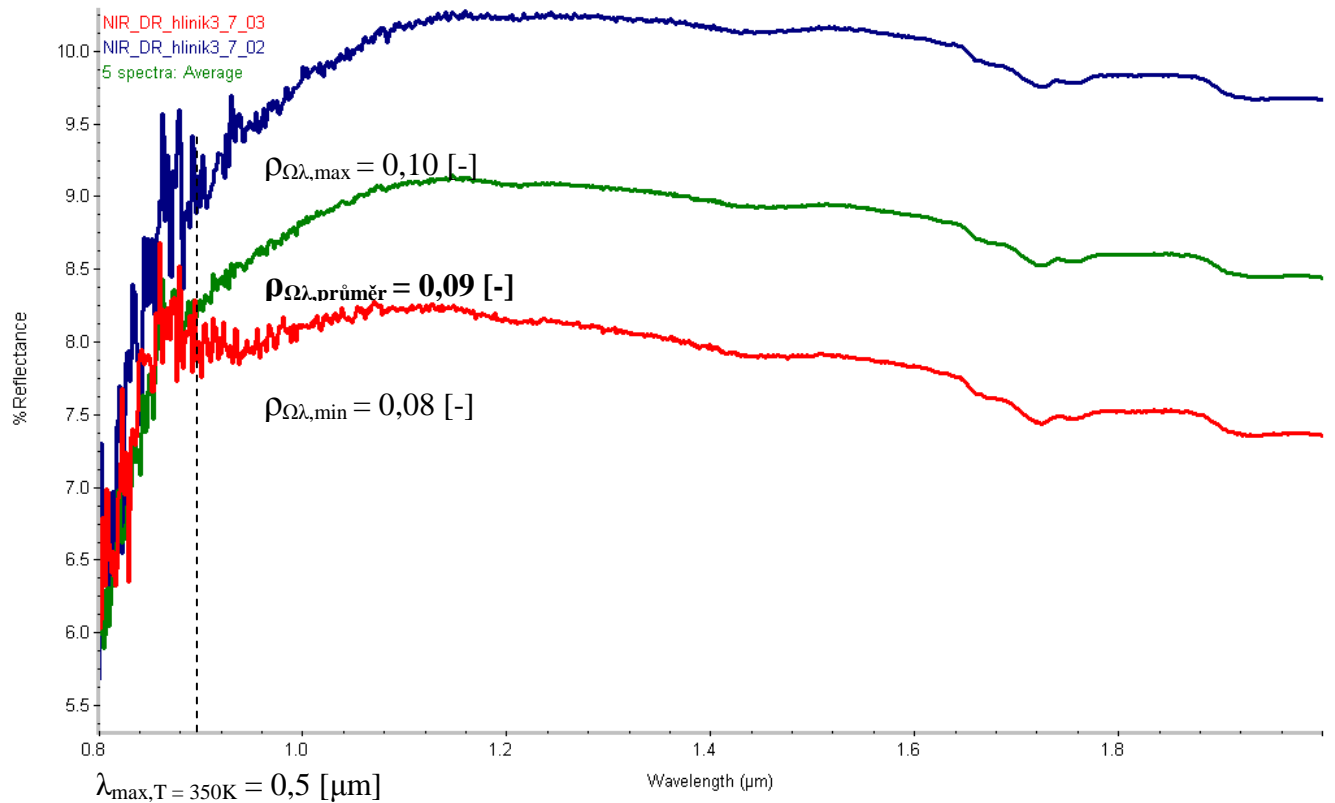
Vzorek č. 73:

Vzorek 6 - nanesen ve třech vrstvách na hliníku



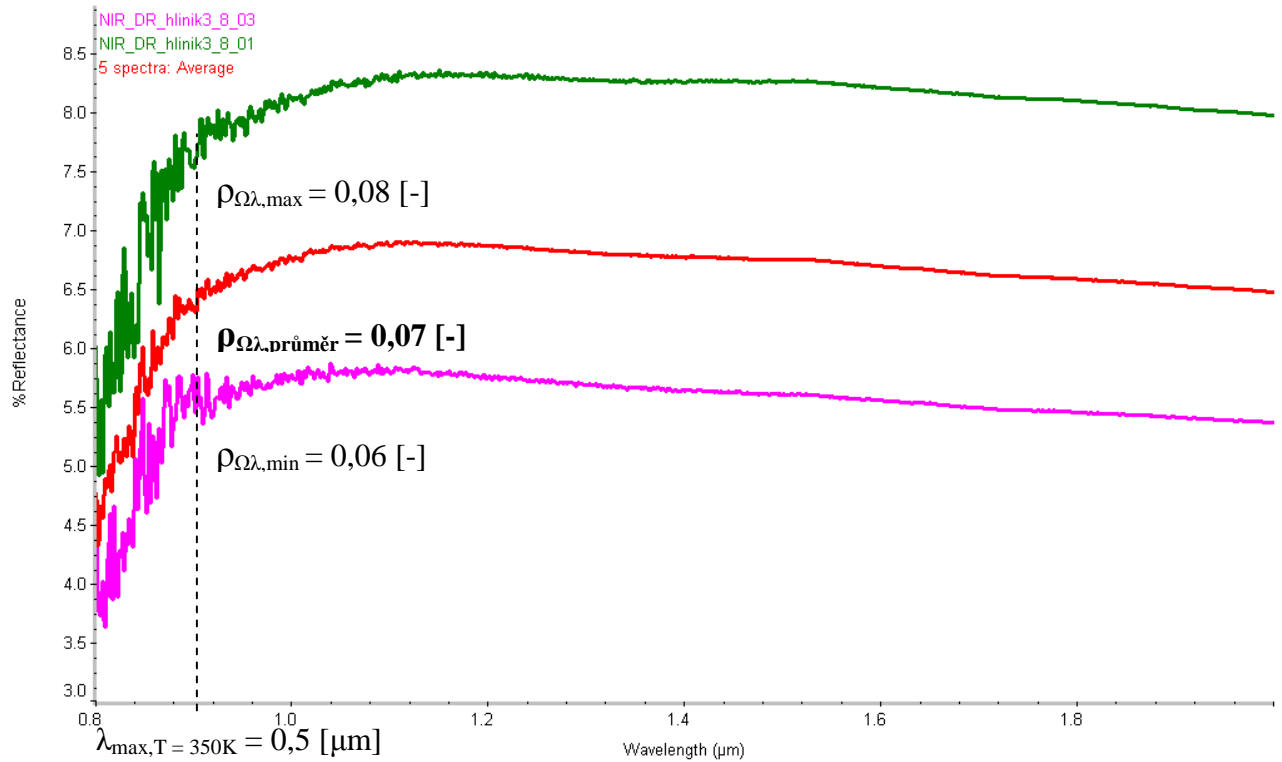
Vzorek č. 74:

Vzorek 7 - nanesen ve třech vrstvách na hliníku



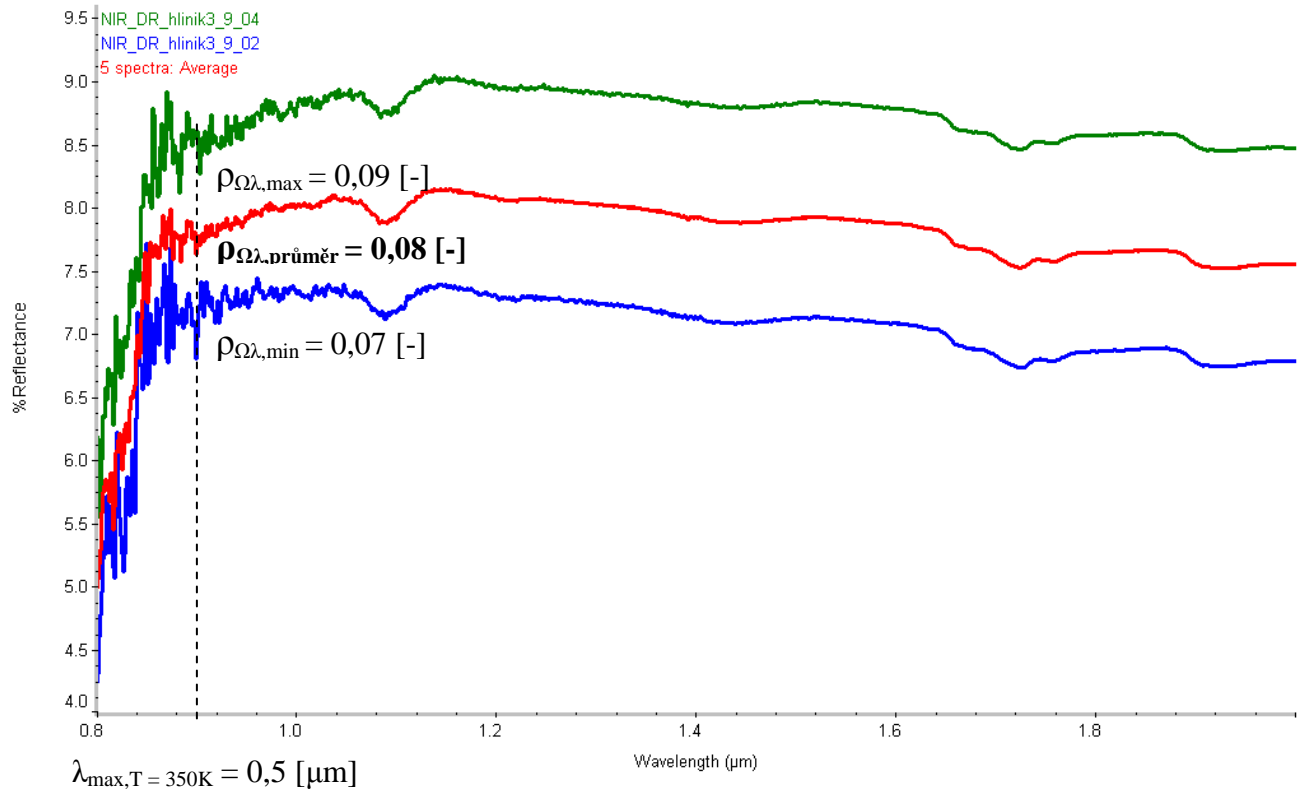
Vzorek č. 75:

Vzorek 8 - nanesen ve třech vrstvách na hliníku



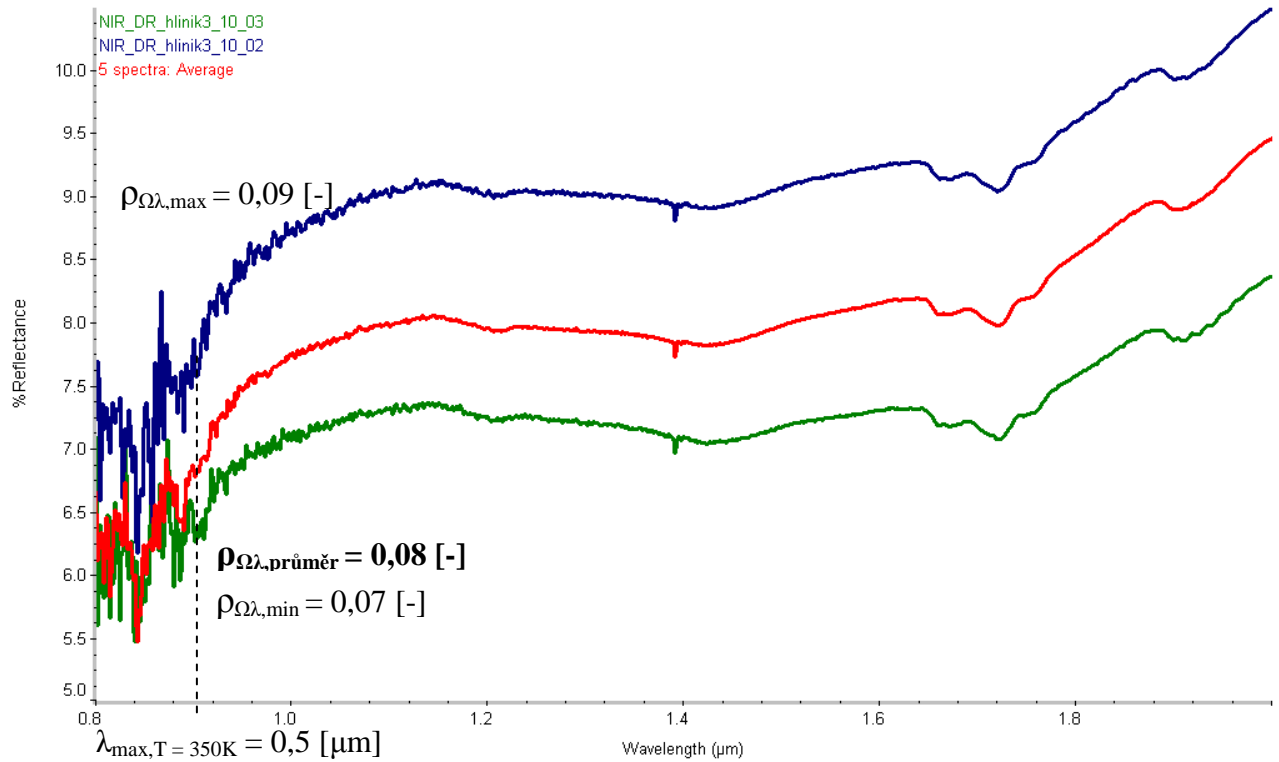
Vzorek č. 76:

Vzorek 9 - nanesen ve třech vrstvách na hliníku



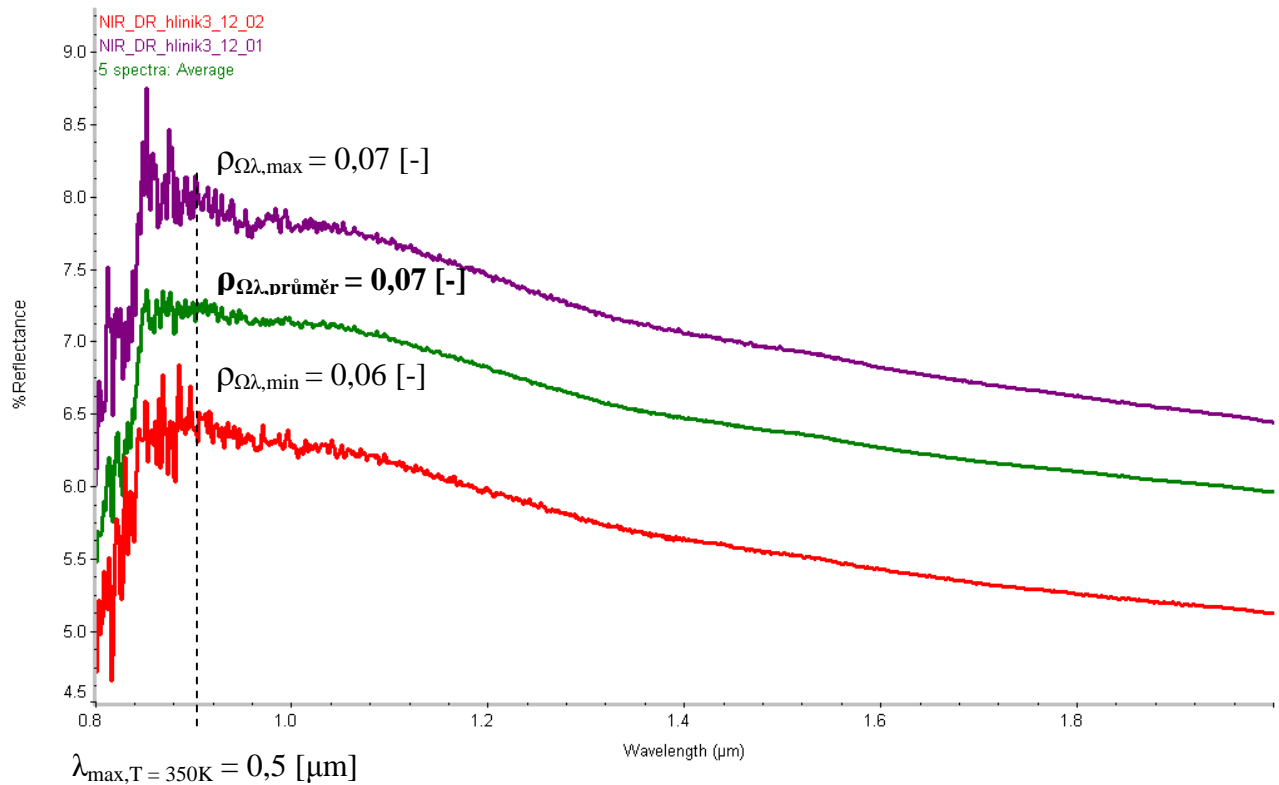
Vzorek č. 77:

Vzorek 10 - nanesen ve třech vrstvách na hliníku



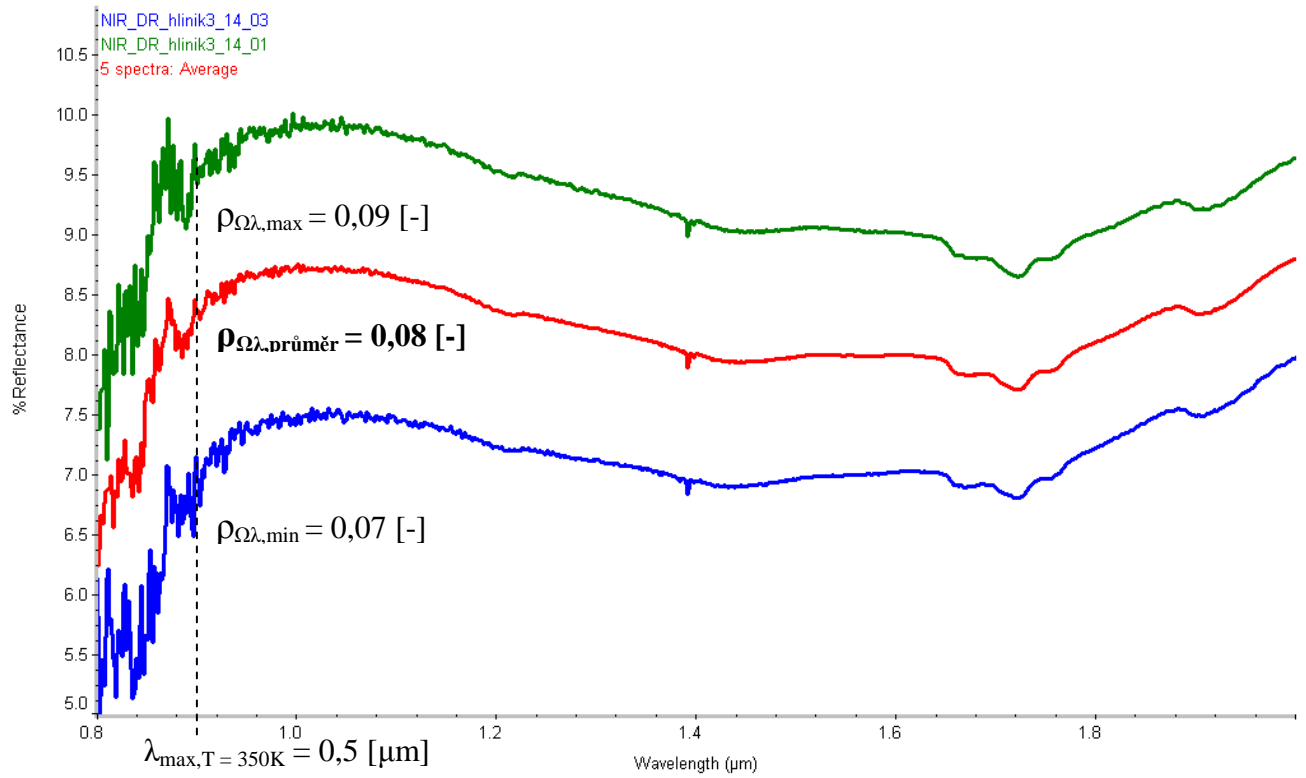
Vzorek č. 78:

Vzorek 12 - nanesen ve třech vrstvách na hliníku



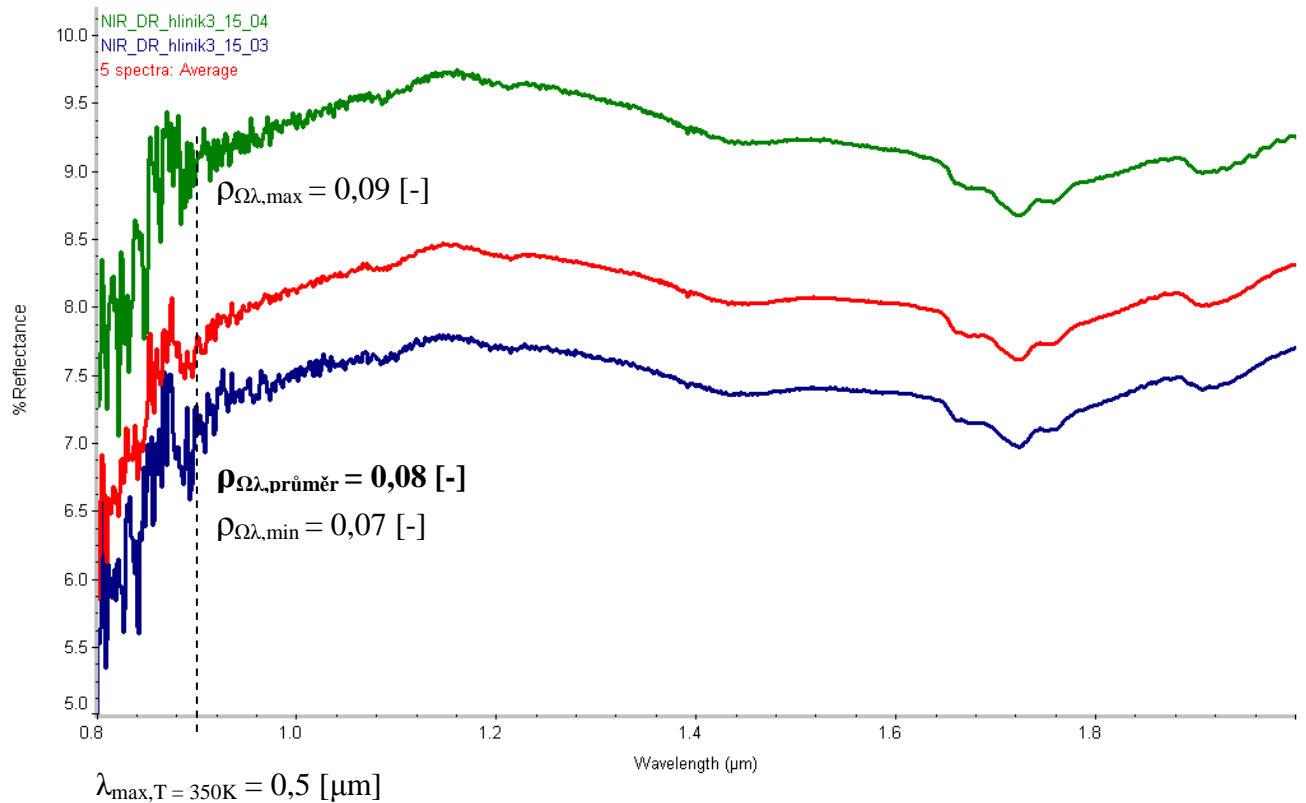
Vzorek č. 79:

Vzorek 14 - nanesen ve třech vrstvách na hliníku



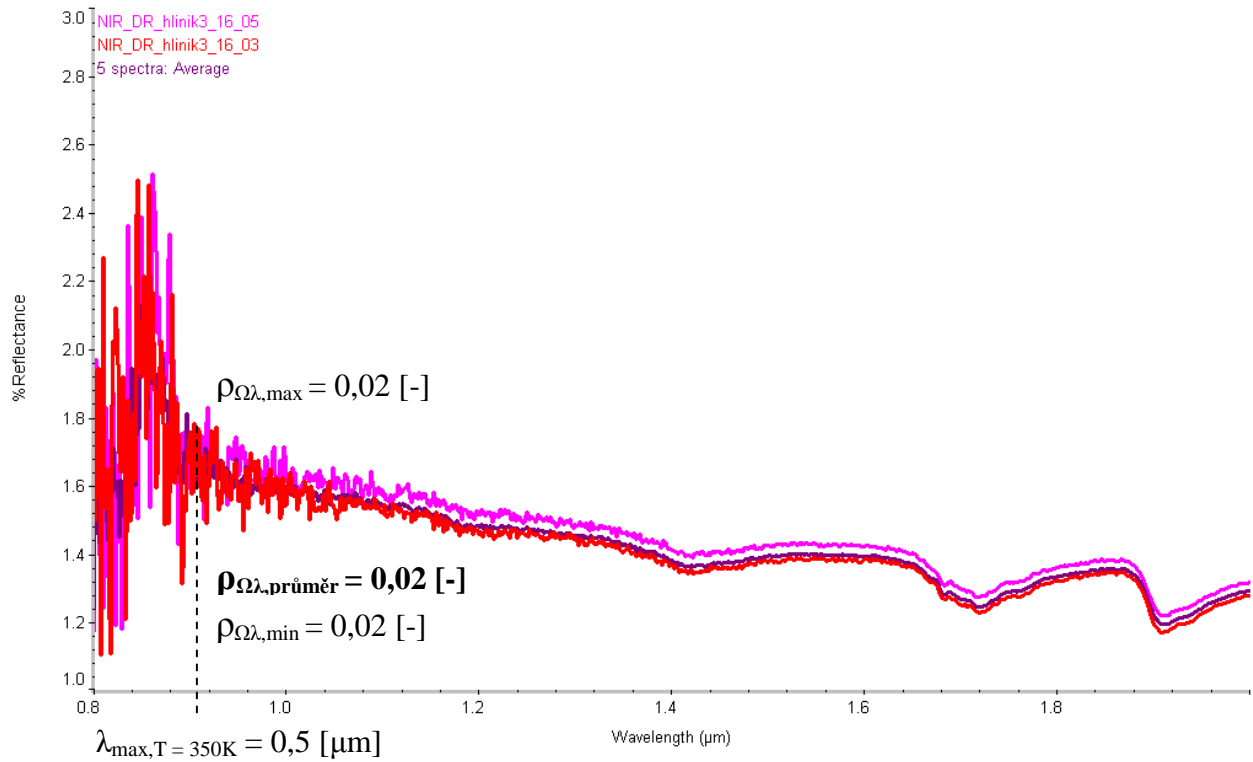
Vzorek č. 80:

Vzorek 15 - nanesen ve třech vrstvách na hliníku



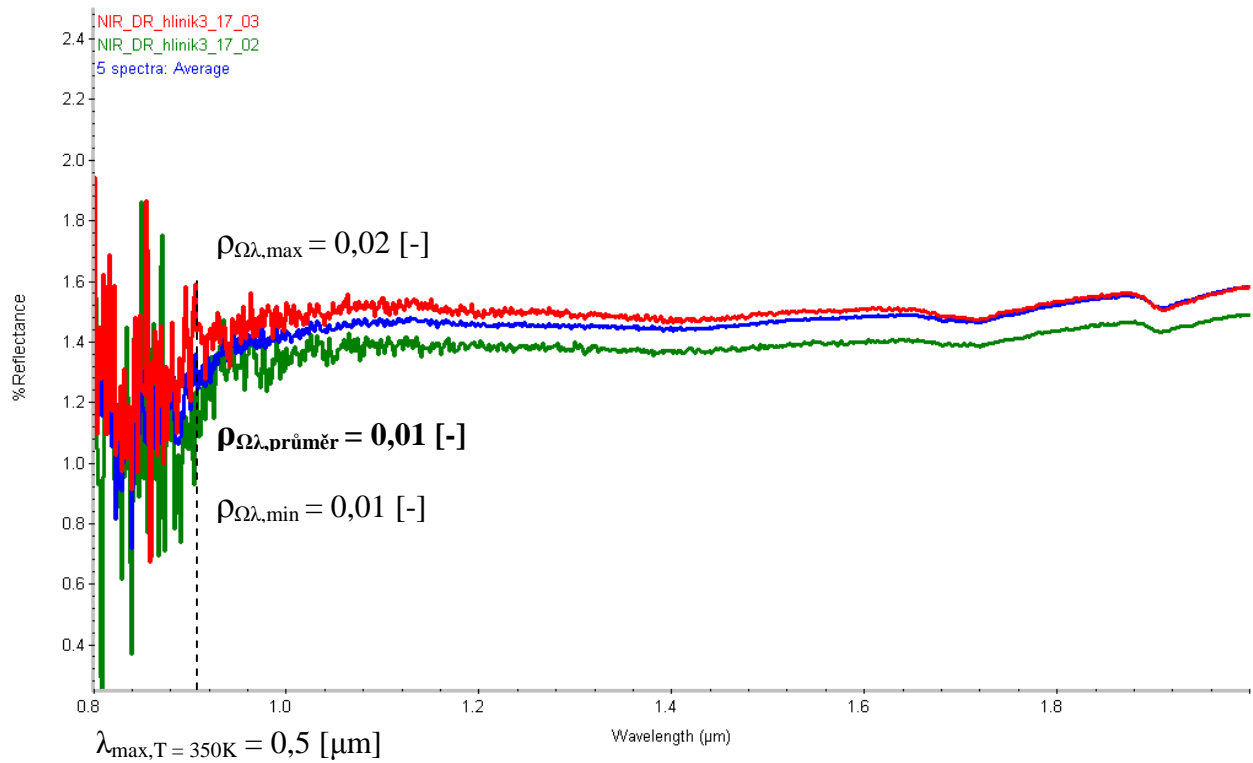
Vzorek č. 81:

Vzorek 16 - nanesen ve třech vrstvách na hliníku



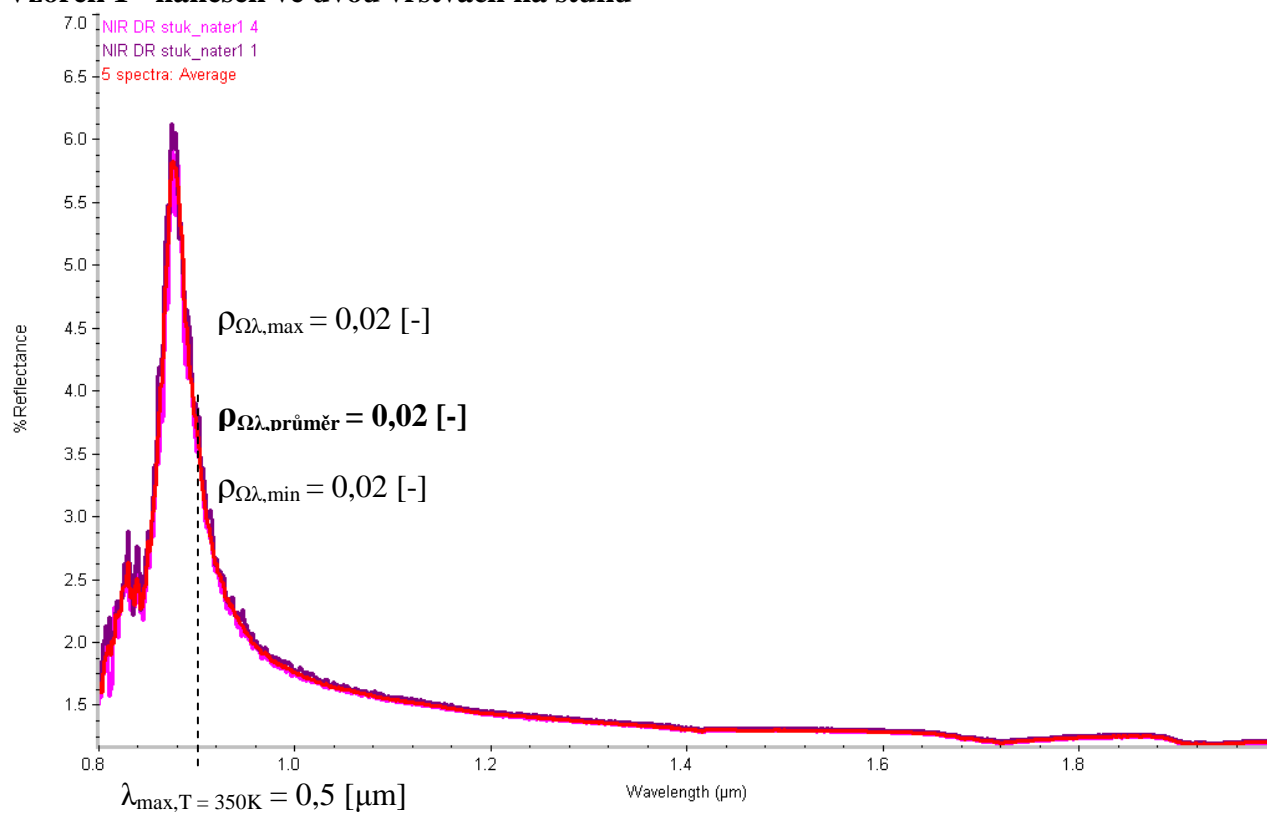
Vzorek č. 82:

Vzorek 17 - nanesen ve třech vrstvách na hliníku



Vzorek č. 83:

Vzorek 1 - nanesen ve dvou vrstvách na štuk



B5) DÍLČÍ SHRnutí VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ:

Difuzní reflektance – podklady a nátěry $\rho_{\Omega\lambda}^{n=5, \lambda \in \langle 0,8;2 \rangle}_{j=1}$

| č. | vzorek | $\rho_{\Omega\lambda} \text{ max [-]}$ | $\rho_{\Omega\lambda} \text{ min [-]}$ | $\rho_{\Omega\lambda} \text{ průměr [-]}$ n=5, j=1 | $\alpha_{\Omega\lambda} \text{ průměr [-]}^*$ |
|----|--|--|--|---|---|
| 57 | Hliníková folie – podklad pod vzorky | 0,47 | 0,35 | 0,41 | 0,59 |
| 21 | Papír – podklad pod vzorky | 0,04 | 0,03 | 0,04 | 0,96 |
| 22 | Štuk – podklad pod vzorky | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,98 |
| 58 | Vzorek 2 - nanesen v jedné vrstvě na hliníku | 0,02 | 0,01 | 0,02 | 0,98 |
| 59 | Vzorek 2 - nanesen ve dvou vrstvách na hliníku | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,98 |
| 60 | Vzorek 2 - nanesen ve třech vrstvách na hliníku | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,98 |
| 61 | Vzorek 2 - nanesen v jedné vrstvě na papír | 0,02 | 0,01 | 0,02 | 0,98 |
| 62 | Vzorek 11 - nanesen v jedné vrstvě na hliníku | 0,08 | 0,04 | 0,06 | 0,94 |
| 63 | Vzorek 11 - nanesen ve dvou vrstvách na hliníku | 0,05 | 0,04 | 0,05 | 0,95 |
| 64 | Vzorek 11 - nanesen ve třech vrstvách na hliníku | 0,08 | 0,06 | 0,07 | 0,93 |
| 65 | Vzorek 11 - nanesen v jedné vrstvě na papír | 0,08 | 0,07 | 0,07 | 0,93 |
| 66 | Vzorek 13 - nanesen v jedné vrstvě na hliníku | 0,08 | 0,05 | 0,06 | 0,94 |
| 67 | Vzorek 13 - nanesen ve dvou vrstvách na hliníku | 0,07 | 0,05 | 0,06 | 0,94 |
| 68 | Vzorek 13 - nanesen ve třech vrstvách na hliníku | 0,08 | 0,05 | 0,07 | 0,93 |
| 69 | Vzorek 13 - nanesen v jedné vrstvě na papír | 0,09 | 0,07 | 0,08 | 0,92 |
| 70 | Vzorek 1 - nanesen ve třech vrstvách na hliníku | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,99 |
| 71 | Vzorek 4 - nanesen ve třech vrstvách na hliníku | 0,10 | 0,09 | 0,09 | 0,91 |
| 72 | Vzorek 5 - nanesen ve třech vrstvách na hliníku | 0,12 | 0,09 | 0,10 | 0,90 |
| 73 | Vzorek 6 - nanesen ve třech vrstvách na hliníku | 0,08 | 0,07 | 0,07 | 0,93 |
| 74 | Vzorek 7 - nanesen ve třech vrstvách na hliníku | 0,10 | 0,08 | 0,09 | 0,91 |
| 75 | Vzorek 8 - nanesen ve třech vrstvách na hliníku | 0,08 | 0,06 | 0,07 | 0,93 |
| 76 | Vzorek 9 - nanesen ve třech vrstvách na hliníku | 0,09 | 0,07 | 0,08 | 0,92 |
| 77 | Vzorek 10 - nanesen ve třech vrstvách na hliníku | 0,09 | 0,07 | 0,08 | 0,92 |
| | | | | | |

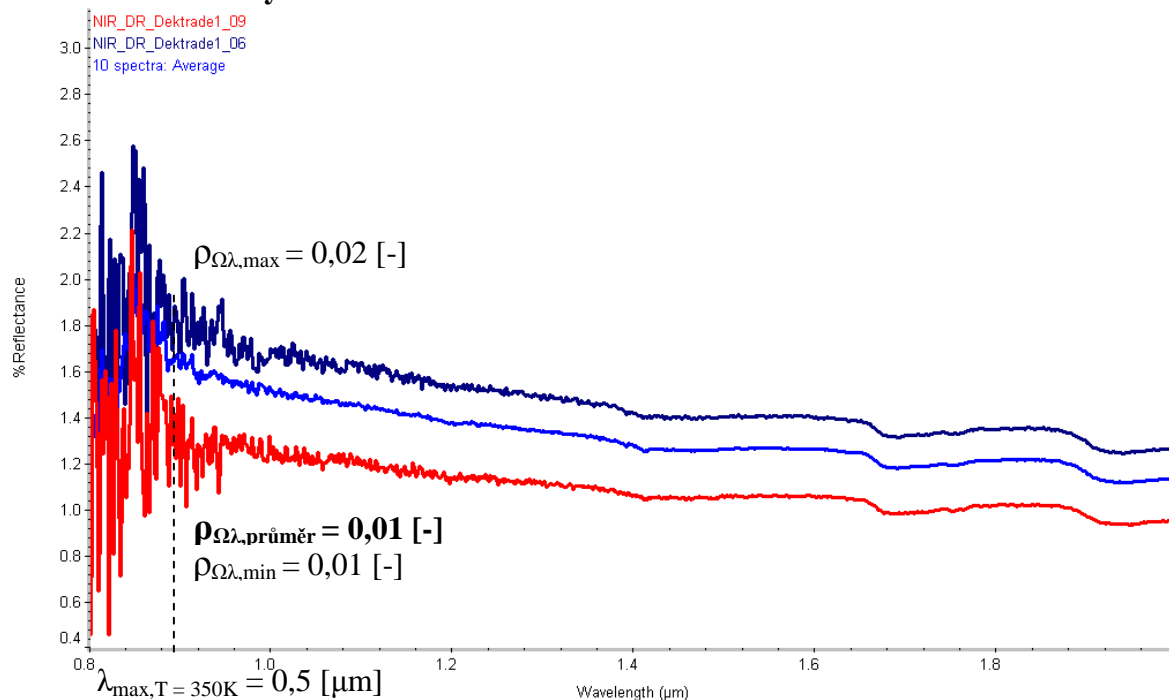
| č. | vzorek | $\rho_{\Omega\lambda}$ max [-] | $\rho_{\Omega\lambda}$ min [-] | $\rho_{\Omega\lambda}$ průměr [-] n=5, j=1 | $\alpha_{\Omega\lambda}$ průměr [-]* |
|----|--|--------------------------------|--------------------------------|---|--------------------------------------|
| 78 | Vzorek 12 - nanesen ve třech vrstvách na hliníku | 0,07 | 0,06 | 0,07 | 0,93 |
| 79 | Vzorek 14 - nanesen ve třech vrstvách na hliníku | 0,09 | 0,07 | 0,08 | 0,92 |
| 80 | Vzorek 15 - nanesen ve třech vrstvách na hliníku | 0,09 | 0,07 | 0,08 | 0,92 |
| 81 | Vzorek 16 - nanesen ve třech vrstvách na hliníku | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,98 |
| 82 | Vzorek 17 - nanesen ve třech vrstvách na hliníku | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,99 |
| 83 | Vzorek 1 - nanesen ve dvou vrstvách na štku | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,98 |

* Stanoveno výpočtem dle Kirchhoffova zákona $\alpha_{\Omega\lambda} [-] = \varepsilon_{\Omega\lambda} [-]$

B6) difuzní reflektance tenkovrstvých omítek $\rho_{j=1}^{n=10} \lambda \in \langle 0,8;2 \rangle$ a ostatních materiálů $\rho_{j=1}^{n=5} \lambda \in \langle 0,8;2 \rangle$

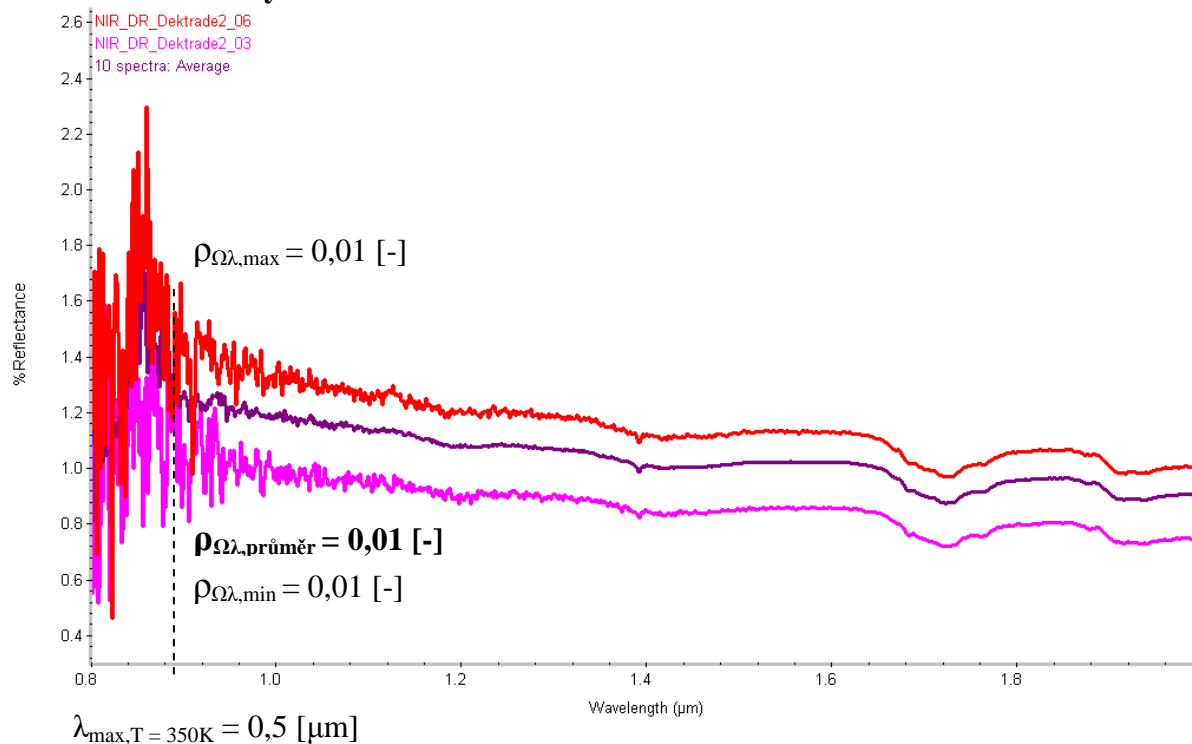
Vzorek č. 84:

Tenkovrstvé omítky 1



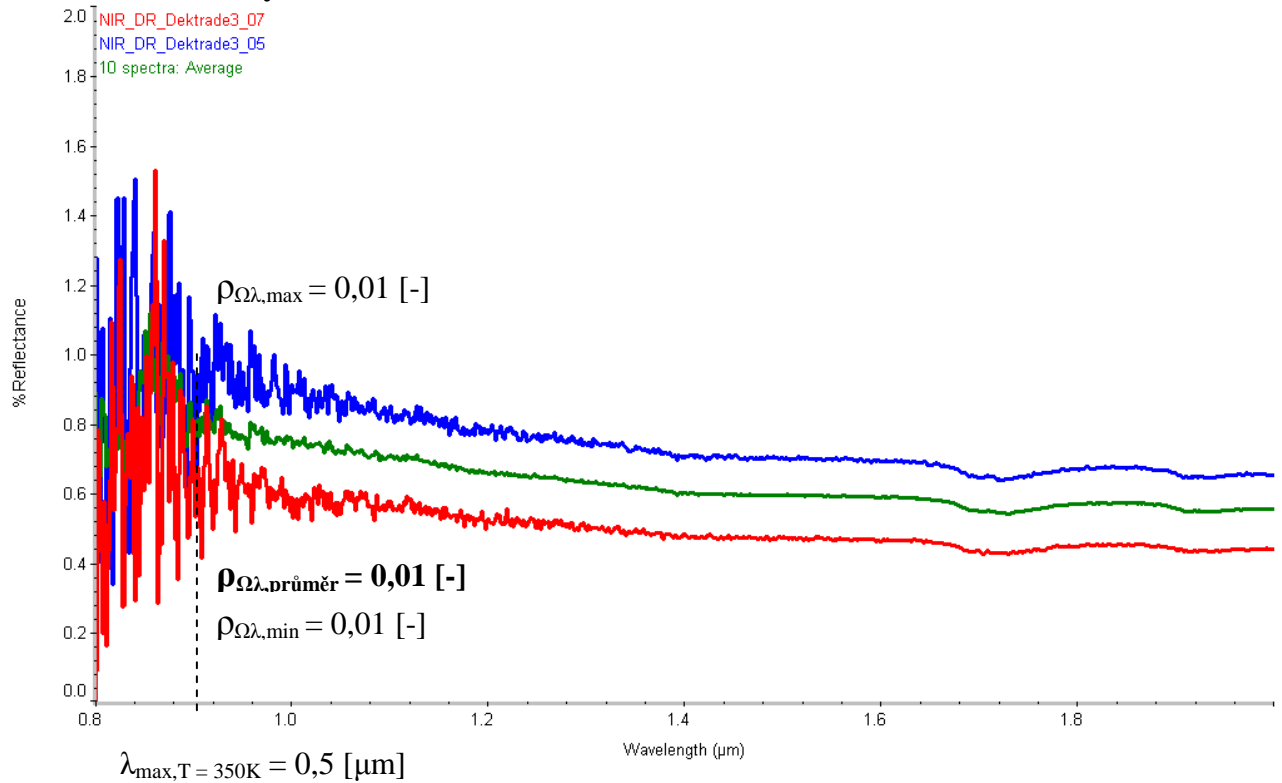
Vzorek č. 85:

Tenkovrstvé omítky 2



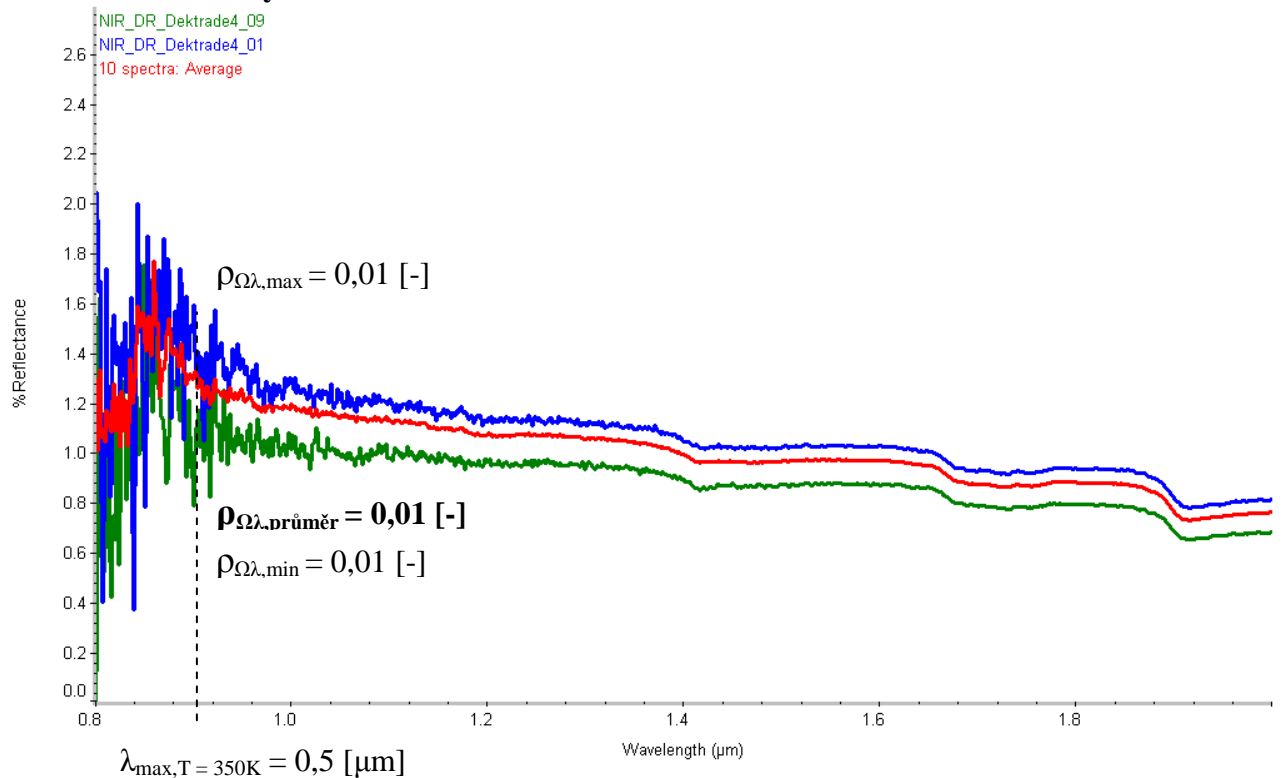
Vzorek č. 86:

Tenkovrstvé omítky 3



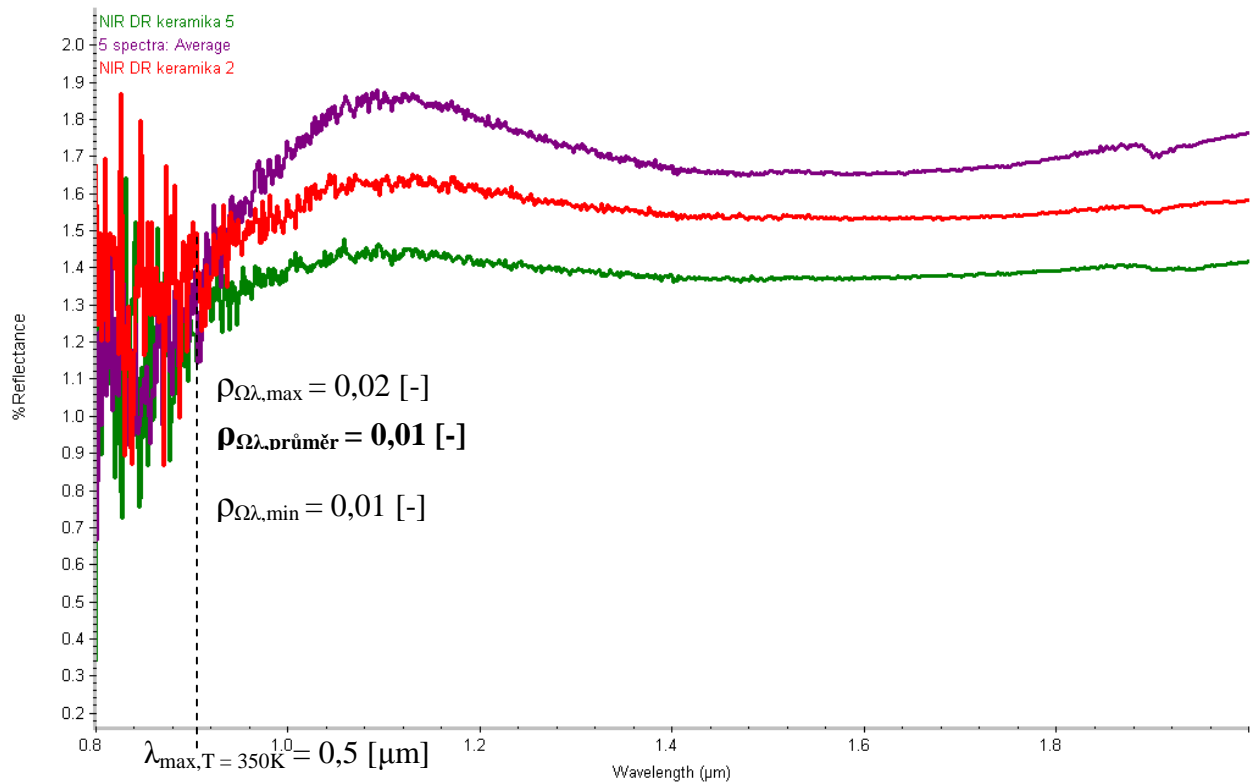
Vzorek č. 87:

Tenkovrstvé omítky 4



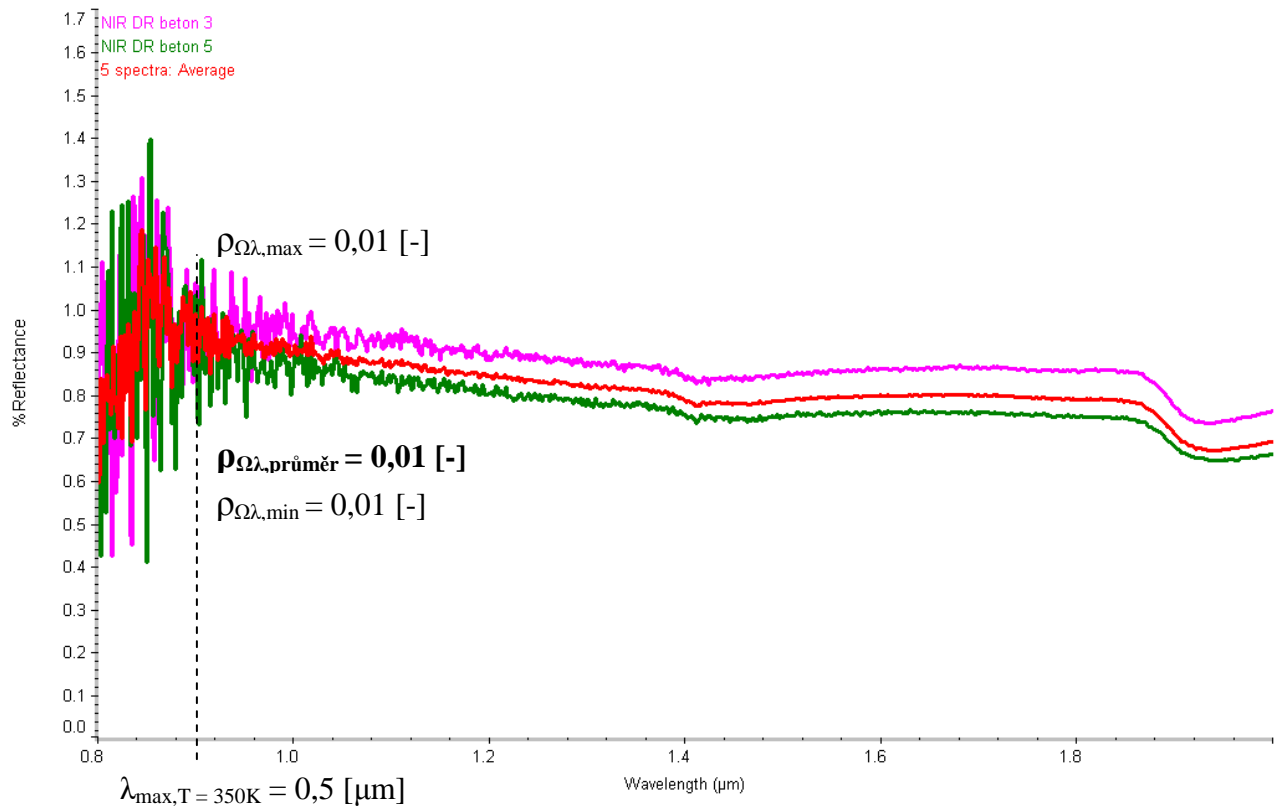
Vzorek č. 31:

Keramika



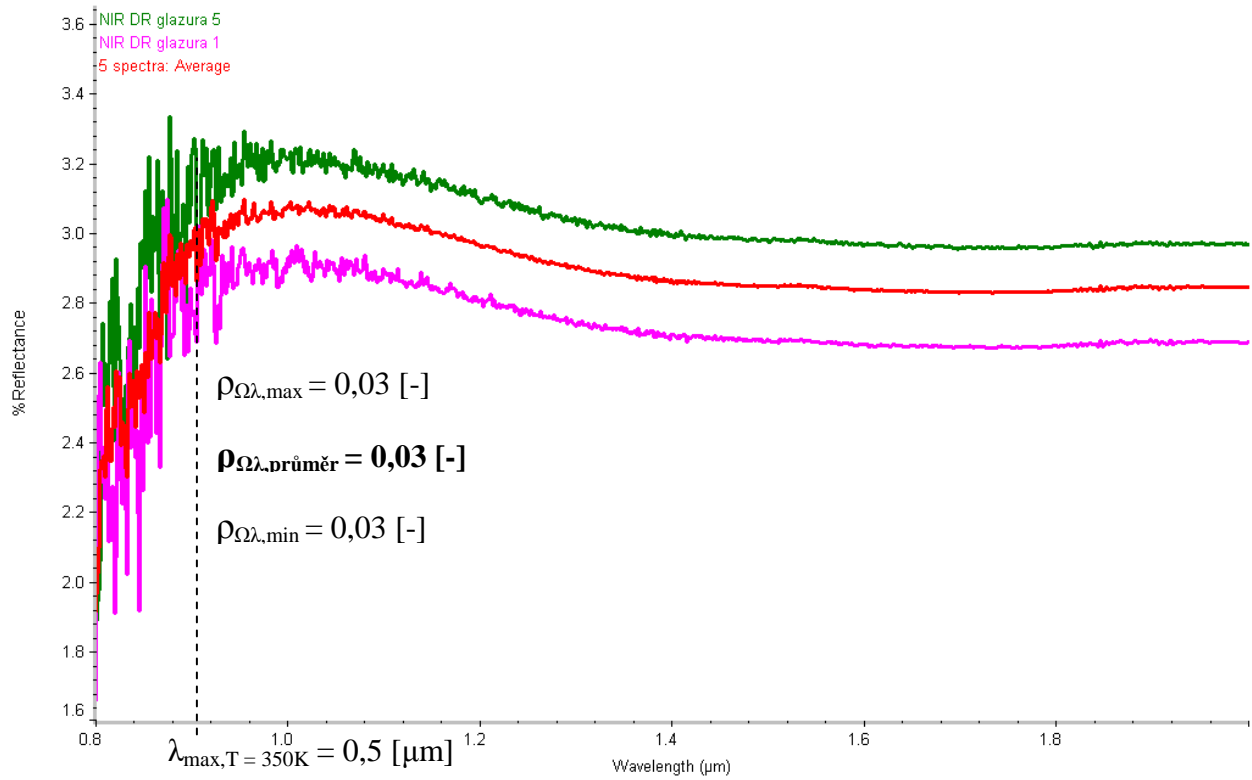
Vzorek č. 32:

Beton



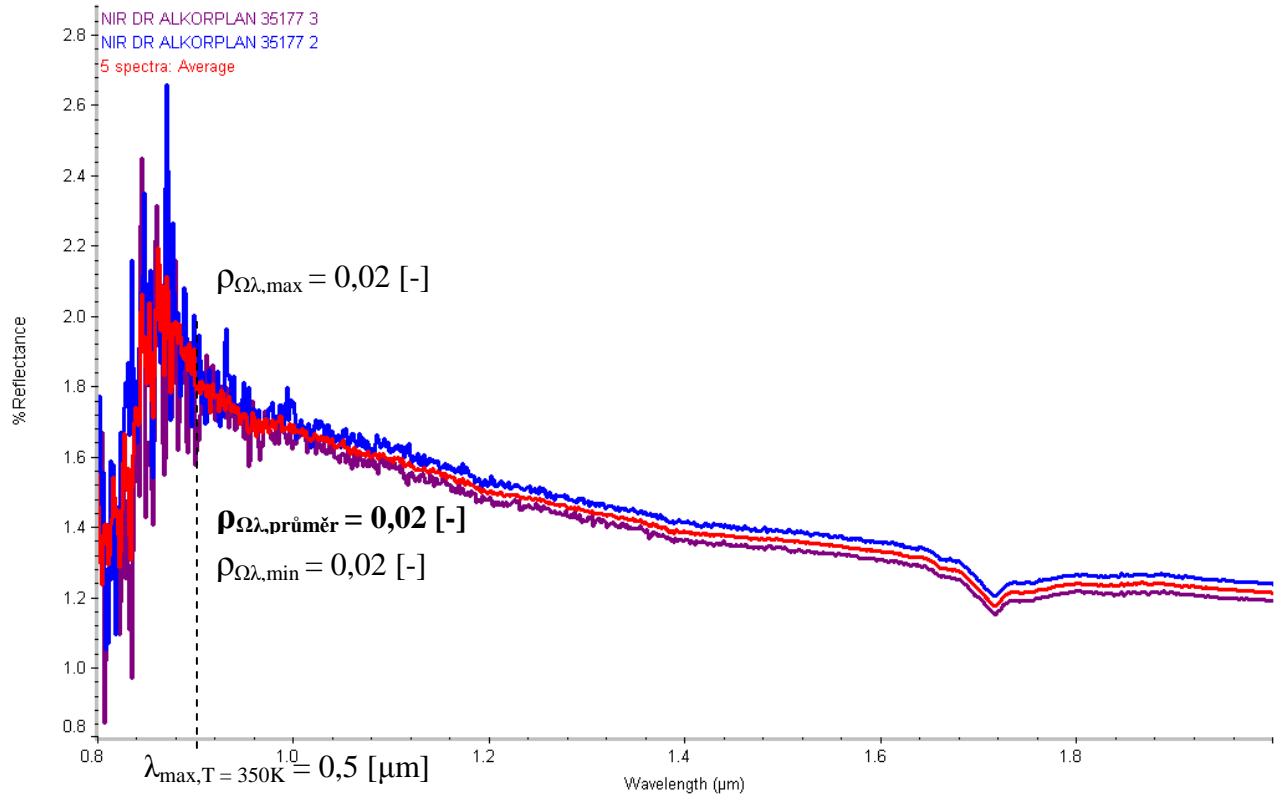
Vzorek č. 33:

Glazura



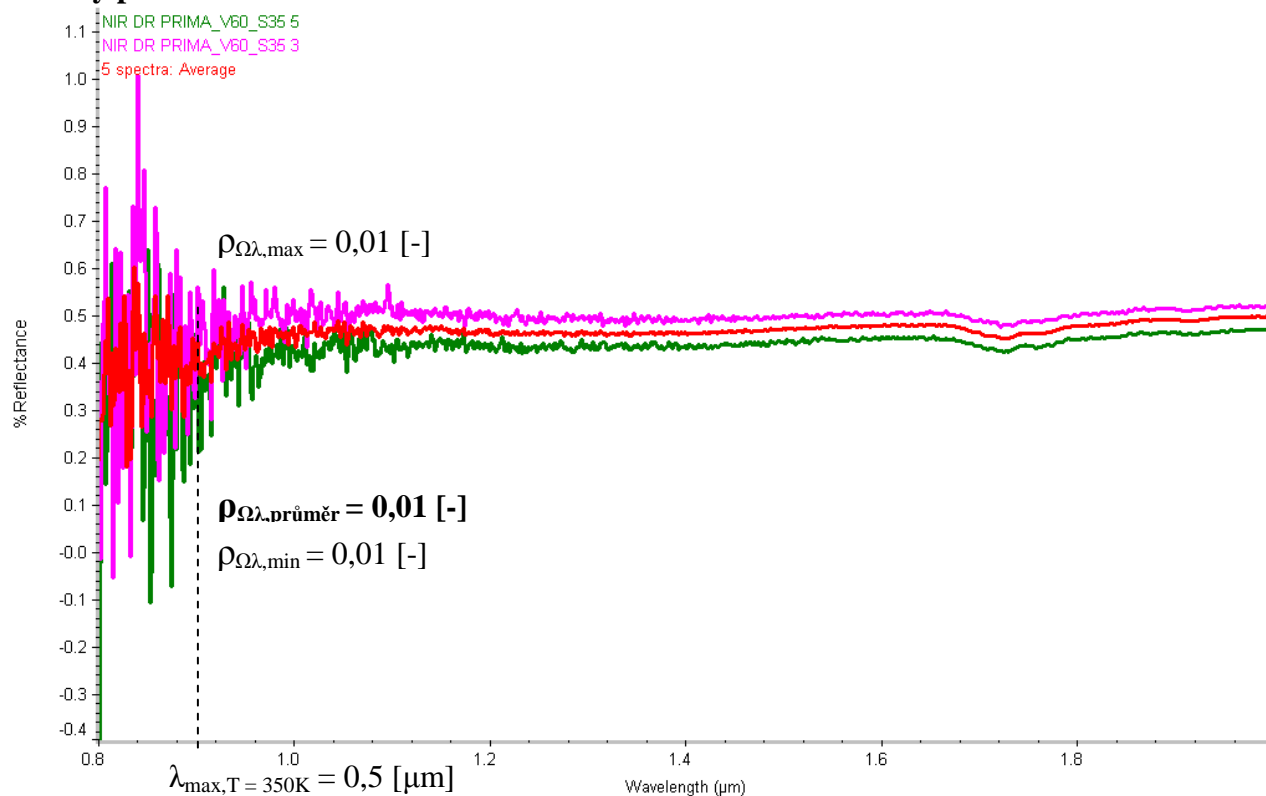
Vzorek č. 88:

PVC folie



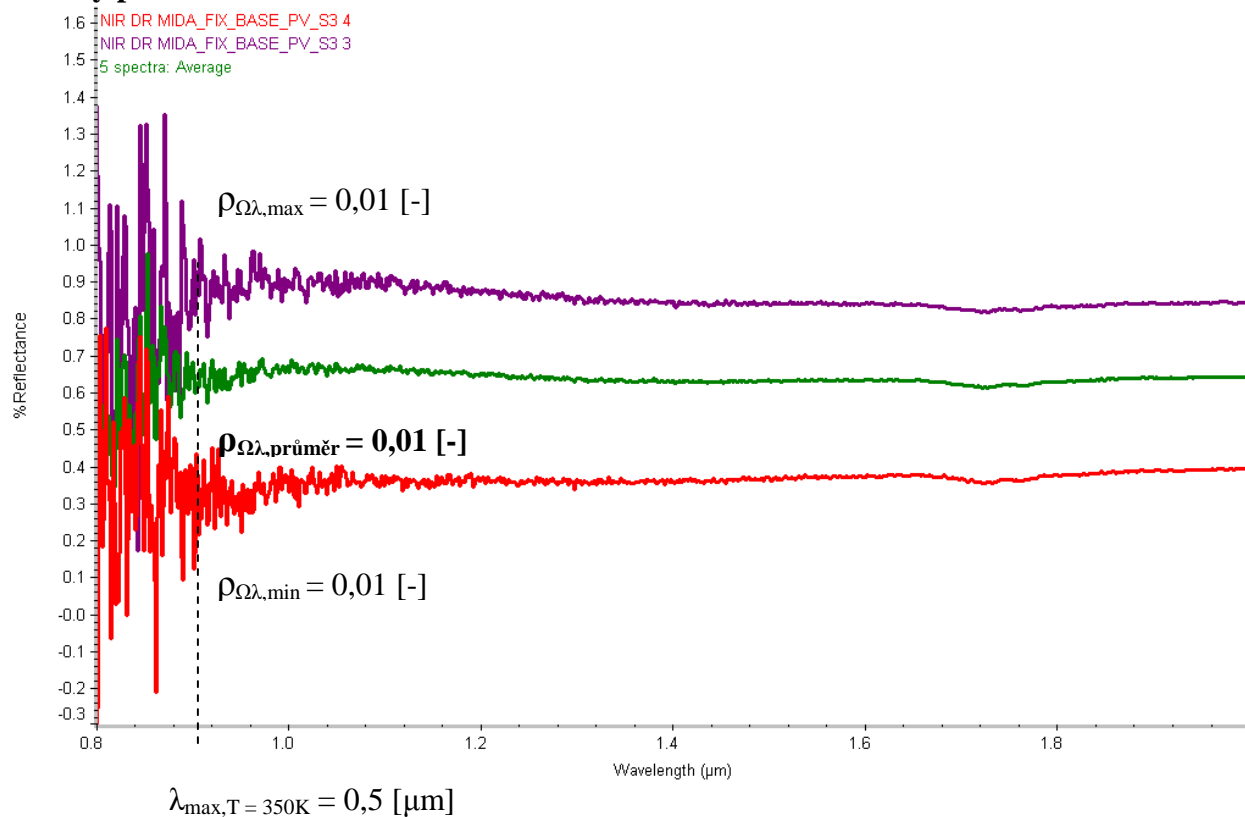
Vzorek č. 89:

Živičný pás



Vzorek č. 90:

Živičný pás



B6) DÍLČÍ SHRnutí VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ:

Difuzní reflektance tenkovrstvých omítek $\rho_{j=1}^{n=10} \lambda \in (0,8;2)$ a ostatních materiálů $\rho_{j=1}^{n=5} \lambda \in (0,8;2)$

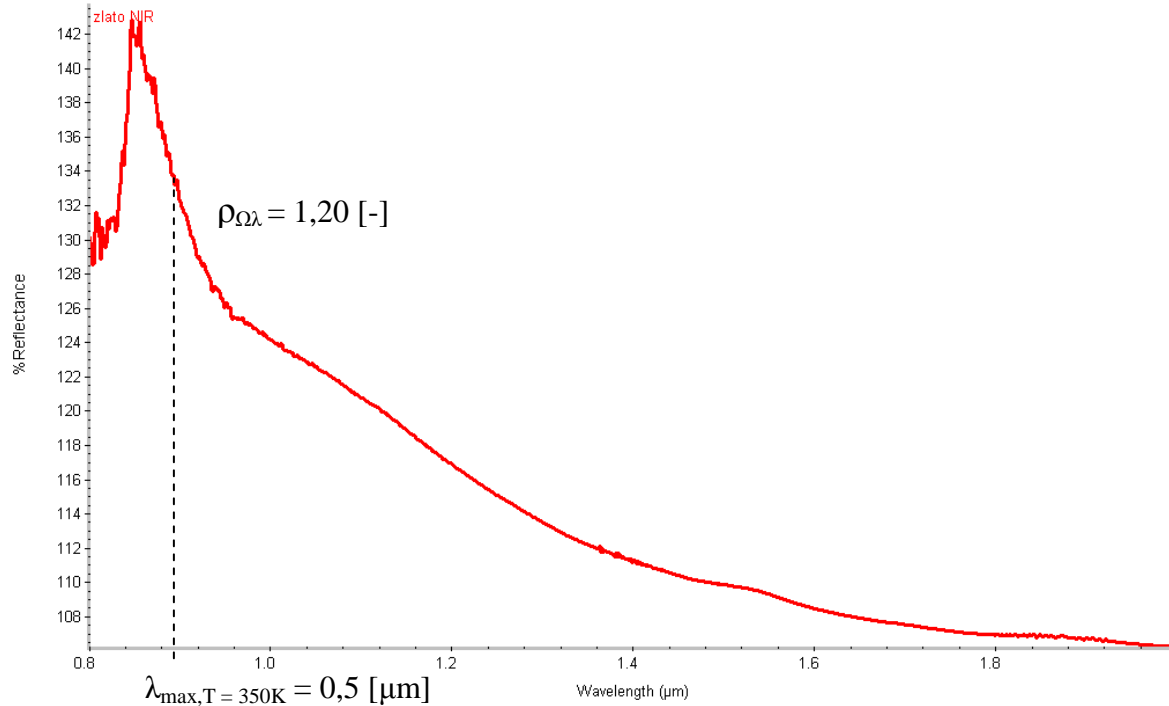
| č. | vzorek | $\rho_{\Omega\lambda} \text{ max [-]}$ | $\rho_{\Omega\lambda} \text{ min [-]}$ | $\rho_{\Omega\lambda} \text{ průměr [-]}$ <small>n=5^10, j=1</small> | $\alpha_{\Omega\lambda} \text{ průměr [-]}^*$ |
|----|----------------------|--|--|---|---|
| 84 | Tenkovrstvé omítky 1 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,99 |
| 85 | Tenkovrstvé omítky 2 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,99 |
| 86 | Tenkovrstvé omítky 3 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,99 |
| 87 | Tenkovrstvé omítky 4 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,99 |
| 31 | Keramika | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,99 |
| 32 | Beton | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,99 |
| 33 | Glazura | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,97 |
| 88 | PVC folie | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,98 |
| 89 | Živičný pás | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,99 |
| 90 | Živičný pás | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,99 |

* Stanoveno výpočtem dle Kirchhoffova zákona $\alpha_{\Omega\lambda} [-] = \varepsilon_{\Omega\lambda} [-]$

B7) difuzní reflektance $\rho_{\lambda \in \langle 2; 2,5 \rangle}^{n=1}$

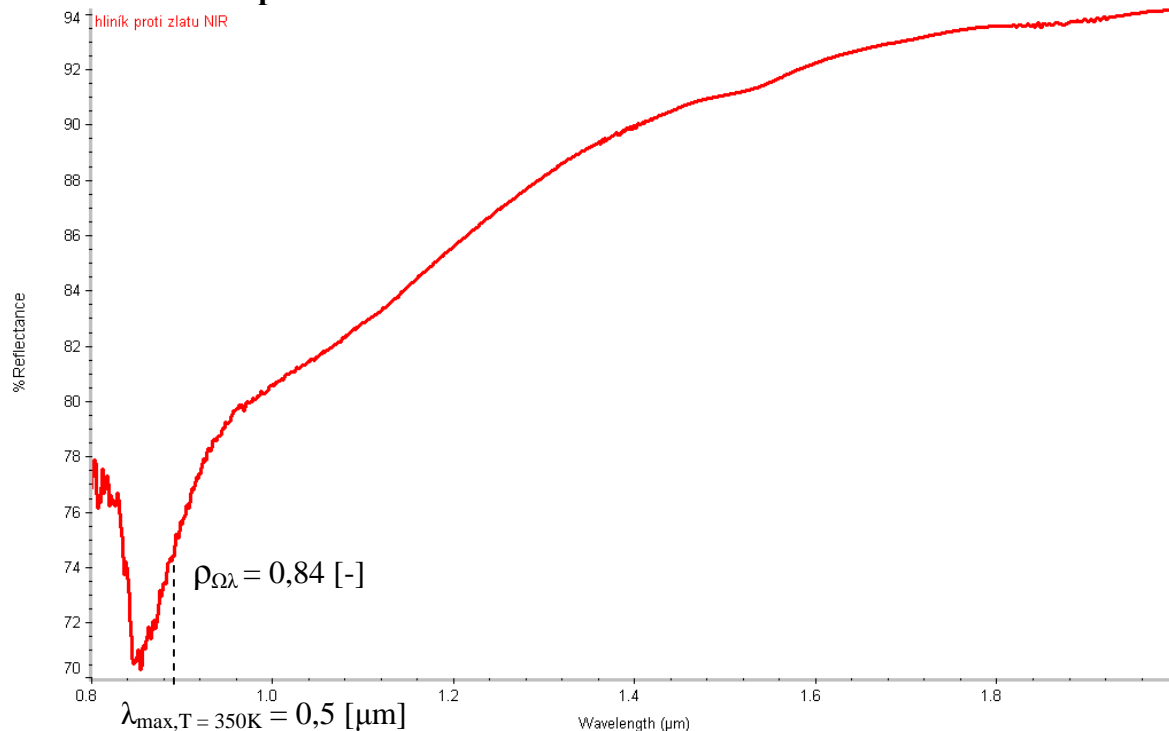
Vzorek č. 37:

Zlaté zrcátko proti hliníkovému



Vzorek č. 38:

Hliníkové zrcátko proti zlatému



B7) DÍLČÍ SHRNU TÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ:

Difuzní reflektance $\rho_{\lambda}^{n=1}$ $\lambda \in (2; 2,5)$

| č. | Vzorek | $\rho_{\Omega\lambda}$ [-] n=1, j=1 |
|-----------|---------------------------------|--|
| 37 | Zlaté zrcátko proti hliníkovému | 1,20 |
| 38 | Hliníkové zrcátko proti zlatému | 0,84 |

**VÝSLEDKY EXPERIMENTÁLNÍHO STANOVENÍ
SÁLAVÝCH VLASTNOSTÍ VYBRANÝCH
STAVEBNÍCH MATERIÁLŮ,
TJ. REFLEKTANCÍ $\rho_{\Omega\lambda}$ [-], TRANSMITANCÍ $\tau_{\Omega\lambda}$ [-]**

**CELKOVÝ SOUHRN
VÝSLEDKŮ**

CELKOVÝ SOUHRN VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ

A1) DÍLČÍ SHRnutí VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ:

$n=8$

Spekulární reflektance - reflexní materiály, reflexní tepelné izolace $\rho_{\Omega\lambda} \bigg|_{\substack{j=1 \\ \Omega=10^\circ, \lambda \in \langle 2; 2,5 \rangle}}$

| č. | Vzorek | $\rho_{\Omega\lambda} \text{ max [-]}$ | $\rho_{\Omega\lambda} \text{ min [-]}$ | $\rho_{\Omega\lambda} \text{ průměr [-]}$ $n=1, j=8$ | $\alpha_{\Omega\lambda} \text{ průměr [-]}^*$ |
|----|---|--|--|---|---|
| 1 | dvě hliníkové fólie tl. 0,07 [mm] (bez vrstvy plastu), mezi nimiž je vrstva pěnového polyethylenu tl. 8 [mm] | 0,30 | 0,09 | 0,19 | 0,81 |
| 2 | hladká hliníková fólie tl. 0,095 [mm] | 0,82 | 0,25 | 0,61 | 0,39 |
| 3 | hladká hliníková fólie tl. 0,09 [mm] s vrstvou pěnového polyethylenu tl. 3 [mm] | 0,27 | 0,05 | 0,14 | 0,86 |
| 4 | dvě fólie tl. 0,12 [mm] s matným, hrubým povrchem s mezivrstvou pěnového polyethylenu tl. 7,8 [mm] | 0,04 | 0,02 | 0,02 | 0,98 |
| 5 | dvě fólie tl. 0,12 [mm] s matným, hrubým povrchem s mezivrstvou pěnového polyethylenu tl. 7,8 [mm] | 0,21 | 0,05 | 0,15 | 0,85 |
| 6 | hliníková fólie tl. 0,09 [mm] (bez vrstvy plastu) s matným, hrubým povrchem s rubovou vrstvou pěnového polyethylenu tl. 4,5 [mm] | 0,39 | 0,16 | 0,26 | 0,74 |
| 7 | dvě hliníkové fólie tl. 0,085 [mm] s matným, hrubým povrchem z obou stran, s vrstvou pěnového polyethylenu tl. 8 [mm] | 0,08 | 0,02 | 0,04 | 0,96 |
| 8 | hladká hliníková fólie tl. 0,09 [mm] s obdélníkovým „žebrováním“, rub včetně žebrování pokryt vrstvou polyethylenu tl. 3 [mm], fólie měřena strany s lesklým hladkým povrchem | 0,46 | 0,28 | 0,34 | 0,66 |
| 9 | hliníková fólie tl. 0,1 [mm] s matným, hrubým povrchem s rubovou vrstvou pěnového polyethylenu tl. 2,25 [mm] | 0,07 | 0,04 | 0,06 | 0,94 |
| 10 | hliníková fólie tl. 0,03 [mm] s matným, hrubým povrchem s rubovou vrstvou z polyethylenu tl. 3,75 [mm] | 0,13 | 0,07 | 0,10 | 0,90 |
| 11 | dvě hliníkové fólie tl. 0,04 [mm] s mezivrstvou z polyethylenu tl. 3,65 [mm], povrch jedné z folií zvrásněn (z této strany byla fólie měřena) | 0,14 | 0,09 | 0,12 | 0,88 |
| 12 | hladká hliníková fólie tl. 0,07 [mm] s obdélníkovým „žebrováním“, na rubové straně je pokryta polyethylenem tl. 3 [mm] | 0,15 | 0,08 | 0,11 | 0,89 |
| 13 | hladká hliníková fólie tl. 0,02 [mm] s rubovou vrstvou z polyethylenu tl. 3 [mm] | 0,15 | 0,08 | 0,11 | 0,89 |
| 14 | hliníková fólie tl. 0,05 [mm] s matným, hrubým povrchem s vrstvou pěnového polystyrenu tl. 3,53 [mm] na rubu | 0,14 | 0,10 | 0,12 | 0,88 |
| 15 | hliníková fólie tl. 0,04 [mm] s matným, hrubým povrchem s rubovou vrstvou z polyethylenu tl. 5,6 [mm] | 0,15 | 0,09 | 0,12 | 0,88 |
| 16 | hladká měděná fólie tl. 0,07 [mm] pokrytou vrstvou asfaltu tl. 1,2 [mm] | 0,76 | 0,28 | 0,53 | 0,47 |

* Stanoveno výpočtem dle Kirchhoffova zákona $\alpha_{\Omega\lambda} [-] = \varepsilon_{\Omega\lambda} [-]$

A2) DÍLČÍ SHRUTÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ:

Spekulární reflektance - reflexní materiály, reflexní tepelné izolace $\rho_{j=1}^{n=10}$ $\Omega=30^\circ, \lambda \in (2; 2,5)$

| č. | vzorek | $\rho_{\Omega\lambda} \text{ max [-]}$ | $\rho_{\Omega\lambda} \text{ min [-]}$ | $\rho_{\Omega\lambda} \text{ průměr [-]}$ <small>n=1, i=10</small> | $\alpha_{\Omega\lambda} \text{ průměr [-]}^*$ |
|-----------|---|--|--|---|---|
| 2 | hladká hliníková folie tl. 0,095 [mm] | 0,78 | 0,63 | 0,72 | 0,28 |
| 16 | hladká měděná folie tl. 0,07 [mm] pokrytou vrstvou asfaltu tl. 1,2 [mm] | 0,68 | 0,25 | 0,45 | 0,55 |

* Stanoveno výpočtem dle Kirchhoffova zákona $\alpha_{\Omega\lambda} [-] = \varepsilon_{\Omega\lambda} [-]$

A3) DÍLČÍ SHRNU TÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ:

$n=10$
Difuzní reflektance – reflexní materiály, reflexní tepelné izolace $\rho_{j=1}^{\lambda \in \{2;2,5\}}$

| č. | vzorek | $\rho_{\Omega\lambda}$ max [-] | $\rho_{\Omega\lambda}$ min [-] | $\rho_{\Omega\lambda}$ průměr [-] n=1, i=10 | $\alpha_{\Omega\lambda}$ průměr [-]* |
|----|---|--------------------------------|--------------------------------|--|--------------------------------------|
| 1 | dvě hliníkové fólie tl. 0,07 [mm] (bez vrstvy plastu), mezi nimiž je vrstva pěnového polyethylenu tl. 8 [mm] | 0,78 | 0,23 | 0,44 | 0,56 |
| 2 | hladká hliníková folie tl. 0,095 [mm] | 0,83 | 0,67 | 0,76 | 0,24 |
| 3 | hladká hliníková folie tl. 0,09 [mm] s vrstvou pěnového polyethylenu tl. 3 [mm] | 0,62 | 0,26 | 0,46 | 0,54 |
| 4 | dvě folie tl. 0,12 [mm] s matným, hrubým povrchem s mezivrstvou pěnového polyethylenu tl. 7,8 [mm] | 0,17 | 0,09 | 0,13 | 0,87 |
| 5 | dvě folie tl. 0,12 [mm] s matným, hrubým povrchem s mezivrstvou pěnového polyethylenu tl. 7,8 [mm] | 0,66 | 0,29 | 0,47 | 0,53 |
| 6 | hliníková folie tl. 0,09 [mm] (bez vrstvy plastu) s matným, hrubým povrchem s rubovou vrstvou pěnového polyethylenu tl. 4,5 [mm] | 0,78 | 0,55 | 0,66 | 0,34 |
| 7 | dvě hliníkové folie tl. 0,085 [mm] s matným, hrubým povrchem z obou stran, s vrstvou pěnového polyethylenu tl. 8 [mm] | 0,25 | 0,08 | 0,17 | 0,83 |
| 8 | hladká hliníková folie tl. 0,09 [mm] s obdélníkovým „žebrováním“, rub včetně žebrování pokryt vrstvou polyethylenu tl. 3 [mm], folie měřena strany s lesklým hladkým povrchem | 0,79 | 0,56 | 0,65 | 0,35 |
| 9 | hliníková folie tl. 0,1 [mm] s matným, hrubým povrchem s rubovou vrstvou pěnového polyethylenu tl. 2,25 [mm] | 0,44 | 0,25 | 0,30 | 0,70 |
| 10 | hliníková folie tl. 0,03 [mm] s matným, hrubým povrchem s rubovou vrstvou z polyethylenu tl. 3,75 [mm] | 0,36 | 0,14 | 0,30 | 0,70 |
| 11 | dvě hliníkové folie tl. 0,04 [mm] s mezivrstvou z polyethylenu tl. 3,65 [mm], povrch jedné z folií zvrásněn (z této strany byla folie měřena) | 0,43 | 0,16 | 0,33 | 0,67 |
| 12 | hladká hliníková folie tl. 0,07 [mm] s obdélníkovým „žebrováním“, na rubové straně je pokryta polyethylenem tl. 3 [mm] | 0,69 | 0,28 | 0,50 | 0,50 |
| 13 | hladká hliníková folie tl. 0,02 [mm] s rubovou vrstvou z polyethylenu tl. 3 [mm] | 0,34 | 0,21 | 0,27 | 0,73 |
| 14 | hliníková folie tl. 0,05 [mm] s matným, hrubým povrchem s vrstvou pěnového polystyrenu tl. 3,53 [mm] na rubu | 0,52 | 0,35 | 0,41 | 0,59 |
| 15 | hliníková folie tl. 0,04 [mm] s matným, hrubým povrchem s rubovou vrstvou z polyethylenu tl. 5,6 [mm] | 0,47 | 0,32 | 0,40 | 0,60 |
| 16 | hladká měděná folie tl. 0,07 [mm] pokrytou vrstvou asfaltu tl. 1,2 [mm] | 0,77 | 0,37 | 0,61 | 0,39 |

* Stanoveno výpočtem dle Kirchhoffova zákona $\alpha_{\Omega\lambda} [-] = \varepsilon_{\Omega\lambda} [-]$

A4) DÍLČÍ SHRnutí VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ:

Difuzní reflektance - vnitřní strany folií $\rho_{\Omega\lambda}$ $\lambda \in (2; 2,5)$
 $n=10$
 $j=1$

| č. | vzorek | $\rho_{\Omega\lambda}$ max [-] | $\rho_{\Omega\lambda}$ min [-] | $\rho_{\Omega\lambda}$ průměr [-] ($\rho_{\Omega\lambda}$ vnější) n=10, j=1 | $\alpha_{\Omega\lambda}$ průměr [-]* |
|----|---|--------------------------------|--------------------------------|--|--------------------------------------|
| 1 | dvě hliníkové fólie tl. 0,07 [mm] (bez vrstvy plasty), mezi nimiž je vrstva pěnového polyethylenu tl. 8 [mm] | 0,20 | 0,14 | 0,17 (0,44) | 0,83 |
| 4 | dvě folie tl. 0,12 [mm] s matným, hrubým povrchem s mezivrstvou pěnového polyethylenu tl. 7,8 [mm] | 0,14 | 0,06 | 0,09 (0,13) | 0,91 |
| 5 | dvě folie tl. 0,12 [mm] s matným, hrubým povrchem s mezivrstvou pěnového polyethylenu tl. 7,8 [mm] | 0,18 | 0,10 | 0,14 (0,47) | 0,86 |
| 7 | dvě hliníkové folie tl. 0,085 [mm] s matným, hrubým povrchem z obou stran, s vrstvou pěnového polyethylenu tl. 8 [mm] | 0,18 | 0,06 | 0,13 (0,17) | 0,87 |
| 11 | dvě hliníkové folie tl. 0,04 [mm] s mezivrstvou z polyethylenu tl. 3,65 [mm], povrch jedné z folií zvrásněn (z této strany byla folie měřena) | 0,44 | 0,24 | 0,35 (0,33) | 0,65 |

* Stanoveno výpočtem dle Kirchhoffova zákona $\alpha_{\Omega\lambda} [-] = \varepsilon_{\Omega\lambda} [-]$

A5) DÍLČÍ SHRNU TÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ:

Transmittance – reflexní materiály, reflexní tepelné izolace $\tau_{\Omega\lambda}^{n=1, j=1}$ $\lambda \in \langle 2; 2,5 \rangle$

| č. | vzorek | $\tau_{\Omega\lambda} [-]$ $n=1, j=1$ |
|----|------------------------|--|
| 34 | Vzorek 1 - mezivrstva | 0,003 |
| 35 | Vzorek 3 | 0,27 |
| 36 | Vzorek 4 - mezivrstva | 0,005 |
| 37 | Vzorek 6 | 0,04 |
| 38 | Vzorek 7 - mezivrstva | 0,02 |
| 39 | Vzorek 9 | 0,18 |
| 40 | Vzorek 10 | 0,37 |
| 41 | Vzorek 11 - mezivrstva | 0,40 |
| 42 | Vzorek 13 | 0,37 |
| 43 | Vzorek 14 | 0,0002 |

A6) DÍLČÍ SHRNU TÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ:**Difuzní reflektance – materiálové podklady pro vzorky, nátěry a další materiály** $n=5$ $\rho_{j=1}^{\lambda \in \langle 2; 2,5 \rangle}$

| č. | vzorek | $\rho_{\Omega\lambda} \text{ max [-]}$ | $\rho_{\Omega\lambda} \text{ min [-]}$ | $\rho_{\Omega\lambda} \text{ průměr [-]}$ <small>n=3λ5, j=1</small> | $\alpha_{\Omega\lambda} \text{ průměr [-]}^*$ |
|----|---|--|--|--|---|
| 21 | Papír – podklad pod vzorek | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,94 |
| 22 | Štuk – podklad pod vzorek | 0,02 | 0,01 | 0,02 | 0,98 |
| 23 | Vzorek 2 - nanesen v jedné vrstvě na papír | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,98 |
| 24 | Vzorek 4 - nanesen v jedné vrstvě na papír | 0,09 | 0,07 | 0,08 | 0,92 |
| 25 | Vzorek 5 - nanesen v jedné vrstvě na papír | 0,21 | 0,19 | 0,20 | 0,80 |
| 26 | Vzorek 6 - nanesen v jedné vrstvě na papír | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,90 |
| 27 | Vzorek 6 – nanesen ve dvou vrstvách na štuk | 0,08 | 0,07 | 0,07 | 0,93 |
| 28 | Vzorek 11 - nanesen v jedné vrstvě na papír | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,93 |
| 29 | Vzorek 16 - nanesen v jedné vrstvě na papír | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,98 |
| 30 | Vzorek 17 - nanesen v jedné vrstvě na papír | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,98 |
| 31 | Keramika | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,98 |
| 32 | Beton | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,99 |
| 33 | Glazura | 0,05 | 0,04 | 0,05 | 0,95 |

* Stanoveno výpočtem dle Kirchhoffova zákona $\alpha_{\Omega\lambda} [-] = \varepsilon_{\Omega\lambda} [-]$

A7) DÍLČÍ SHRNU TÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ:

Difuzní reflektance - referenčních materiálů (laboratorních etanolů)

$$\rho_{j=1}^{n=1} \lambda \in \langle 2; 2,5 \rangle$$

| č. | Vzorek | $\rho_{\Omega\lambda}$ [-] <small>n=1, j=1</small> |
|-----------|---------------------------------|---|
| 44 | Zlaté zrcátko proti hliníkovému | 1,04 |
| 45 | Hliníkové zrcátko proti zlatému | 0,96 |

B1) DÍLČÍ SHRNU TÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ:

$n=10$

Spekulární reflektance – reflexní materiály, reflexní tepelné izolace $\rho_{\Omega\lambda} \Omega=10^\circ, \lambda \in \langle 0,8;2 \rangle$
 $j=1$

| č. | vzorek | $\rho_{\Omega\lambda} \text{ max [-]}$ | $\rho_{\Omega\lambda} \text{ min [-]}$ | $\rho_{\Omega\lambda} \text{ průměr [-]}$ $n=10, j=1$ | $\alpha_{\Omega\lambda} \text{ průměr [-]}^*$ |
|----|---|--|--|--|---|
| 1 | dvě hliníkové fólie tl. 0,07 [mm] (bez vrstvy plasu), mezi nimiž je vrstva pěnového polyethylenu tl. 8 [mm] | 0,13 | 0,04 | 0,08 | 0,92 |
| 2 | hladká hliníková fólie tl. 0,095 [mm] | 0,91 | 0,44 | 0,61 | 0,39 |
| 3 | hladká hliníková fólie tl. 0,09 [mm] s vrstvou pěnového polyethylenu tl. 3 [mm] | 0,24 | 0,05 | 0,12 | 0,88 |
| 4 | dvě fólie tl. 0,12 [mm] s matným, hrubým povrchem s mezivrstvou pěnového polyethylenu tl. 7,8 [mm] | 0,04 | 0,02 | 0,03 | 0,97 |
| 5 | dvě fólie tl. 0,12 [mm] s matným, hrubým povrchem s mezivrstvou pěnového polyethylenu tl. 7,8 [mm] | 0,12 | 0,03 | 0,08 | 0,92 |
| 6 | hliníková fólie tl. 0,09 [mm] (bez vrstvy plasu) s matným, hrubým povrchem s rubovou vrstvou pěnového polyethylenu tl. 4,5 [mm] | 0,18 | 0,06 | 0,13 | 0,87 |
| 7 | dvě hliníkové fólie tl. 0,085 [mm] s matným, hrubým povrchem z obou stran, s vrstvou pěnového polyethylenu tl. 8 [mm] | 0,07 | 0,02 | 0,04 | 0,96 |
| 8 | hladká hliníková fólie tl. 0,09 [mm] s obdélníkovým „žebrováním“, rub včetně žebrování pokryt vrstvou polyethylenu tl. 3 [mm], fólie měřena strany s lesklým hladkým povrchem | 0,54 | 0,31 | 0,40 | 0,60 |
| 9 | hliníková fólie tl. 0,1 [mm] s matným, hrubým povrchem s rubovou vrstvou pěnového polyethylenu tl. 2,25 [mm] | 0,08 | 0,05 | 0,06 | 0,94 |
| 10 | hliníková fólie tl. 0,03 [mm] s matným, hrubým povrchem s rubovou vrstvou z polyethylenu tl. 3,75 [mm] | 0,12 | 0,07 | 0,10 | 0,90 |
| 11 | dvě hliníkové fólie tl. 0,04 [mm] s mezivrstvou z polyethylenu tl. 3,65 [mm], povrch jedné z folií zvrásněn (z této strany byla fólie měřena) | 0,14 | 0,08 | 0,11 | 0,89 |
| 12 | hladká hliníková fólie tl. 0,07 [mm] s obdélníkovým „žebrováním“, na rubové straně je pokryta polyethylenem tl. 3 [mm] | 0,10 | 0,06 | 0,08 | 0,92 |
| 13 | hladká hliníková fólie tl. 0,02 [mm] s rubovou vrstvou z polyethylenu tl. 3 [mm] | 0,12 | 0,07 | 0,09 | 0,91 |
| 14 | hliníková fólie tl. 0,05 [mm] s matným, hrubým povrchem s vrstvou pěnového polystyrenu tl. 3,53 [mm] na rubu | 0,05 | 0,04 | 0,05 | 0,95 |
| 15 | hliníková fólie tl. 0,04 [mm] s matným, hrubým povrchem s rubovou vrstvou z polyethylenu tl. 5,6 [mm] | 0,12 | 0,08 | 0,10 | 0,90 |
| 16 | hladká měděná fólie tl. 0,07 [mm] pokrytou vrstvou asfaltu tl. 1,2 [mm] | 0,39 | 0,16 | 0,24 | 0,76 |

* Stanoveno výpočtem dle Kirchhoffova zákona $\alpha_{\Omega\lambda} [-] = \varepsilon_{\Omega\lambda} [-]$

B2) DÍLČÍ SHRNU TÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ:

$n=10$
Difuzní reflektance – integrační sféra Antaris ρ_{Ω} $\lambda \in \langle 0,8;2 \rangle$
 $j=1$

| Č. | vzorek | $\rho_{\Omega\lambda}$ max [-] | $\rho_{\Omega\lambda}$ min [-] | $\rho_{\Omega\lambda}$ průměr [-] n=10, j=1 | $\alpha_{\Omega\lambda}$ průměr [-]* |
|----|--|--------------------------------|--------------------------------|--|--------------------------------------|
| 1 | dvě hliníkové fólie tl. 0,07 [mm] (bez vrstvy plasu- tu), mezi nimiž je vrstva pěnového polyethylenu tl. 8 [mm] | 0,78 | 0,46 | 0,62 | 0,38 |
| 2 | hladká hliníková fólie tl. 0,095 [mm] | 0,15 | 0,07 | 0,09 | 0,91 |
| 4 | dvě fólie tl. 0,12 [mm] s matným, hrubým povr- chem s mezivrstvou pěnového polyethylenu tl. 7,8 [mm] | 0,94 | 0,60 | 0,73 | 0,27 |
| 5 | dvě fólie tl. 0,12 [mm] s matným, hrubým povr- chem s mezivrstvou pěnového polyethylenu tl. 7,8 [mm] | 0,64 | 0,48 | 0,56 | 0,44 |
| 6 | hliníková fólie tl. 0,09 [mm] (bez vrstvy plasu- tu) s matným, hrubým povrchem s rubovou vrstvou pěnového polyethylenu tl. 4,5 [mm] | 0,83 | 0,40 | 0,56 | 0,44 |
| 7 | dvě hliníkové fólie tl. 0,085 [mm] s matným, hrubým povrchem z obou stran, s vrstvou pěnové- ho polyethylenu tl. 8 [mm] | 0,85 | 0,36 | 0,51 | 0,49 |
| 8 | hladká hliníková fólie tl. 0,09 [mm] s obdélníko- vým „žebrováním“, rub včetně žebrování pokryt vrstvou polyethylenu tl. 3 [mm], fólie měřena stra- ny s lesklým hladkým povrchem | 0,51 | 0,23 | 0,35 | 0,65 |
| 9 | hliníková fólie tl. 0,1 [mm] s matným, hrubým povrchem s rubovou vrstvou pěnového polyethyle- nu tl. 2,25 [mm] | 0,70 | 0,36 | 0,57 | 0,43 |
| 10 | hliníková fólie tl. 0,03 [mm] s matným, hrubým povrchem s rubovou vrstvou z polyethylenu tl. 3,75 [mm] | 0,65 | 0,48 | 0,58 | 0,42 |
| 11 | dvě hliníkové fólie tl. 0,04 [mm] s mezivrstvou z polyethylenu tl. 3,65 [mm], povrch jedné z folií zvrásněn (z této strany byla fólie měřena) | 0,75 | 0,45 | 0,59 | 0,41 |
| 12 | hladká hliníková fólie tl. 0,07 [mm] s obdélníko- vým „žebrováním“, na rubové straně je pokryta polyethylenem tl. 3 [mm] | 0,71 | 0,58 | 0,64 | 0,36 |
| 13 | hladká hliníková fólie tl. 0,02 [mm] s rubovou vrstvou z polyethylenu tl. 3 [mm] | 0,72 | 0,48 | 0,61 | 0,39 |
| 14 | hliníková fólie tl. 0,05 [mm] s matným, hrubým povrchem s vrstvou pěnového polystyrenu tl. 3,53 [mm] na rubu | 0,72 | 0,69 | 0,70 | 0,30 |
| 15 | hliníková fólie tl. 0,04 [mm] s matným, hrubým povrchem s rubovou vrstvou z polyethylenu tl. 5,6 [mm] | 0,73 | 0,53 | 0,60 | 0,40 |
| 16 | hladká měděná fólie tl. 0,07 [mm] pokrytou vrst- vou asfaltu tl. 1,2 [mm] | 0,54 | 0,33 | 0,36 | 0,64 |

* Stanoveno výpočtem dle Kirchhoffova zákona $\alpha_{\Omega\lambda} [-] = \varepsilon_{\Omega\lambda} [-]$

B3) DÍLČÍ SHRNU TÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ:

Difuzní reflektance $\rho_{j=1}^{n=10} \lambda \in (0,8;2)$

| č. | vzorek | $\rho_{\Omega\lambda} \text{ max [-]}$ | $\rho_{\Omega\lambda} \text{ min [-]}$ | $\rho_{\Omega\lambda} \text{ průměr [-]}$ n=10, j=1 | $\alpha_{\Omega\lambda} \text{ průměr [-]}^*$ |
|----|--------------------------------|--|--|--|---|
| 17 | Alukryt | 0,06 | 0,03 | 0,05 | 0,95 |
| 18 | Měď 1, hladká strana | 0,86 | 0,47 | 0,68 | 0,32 |
| 18 | Měď 2, strana s rýhami | 0,49 | 0,29 | 0,38 | 0,62 |
| 19 | Pozink | 0,40 | 0,24 | 0,33 | 0,67 |
| 20 | Titanzinek 1, lesklejší strana | 0,53 | 0,36 | 0,46 | 0,56 |
| 20 | Titanzinek 2, matnější strana | 0,32 | 0,16 | 0,25 | 0,75 |

* Stanoveno výpočtem dle Kirchhoffova zákona $\alpha_{\Omega\lambda} [-] = \varepsilon_{\Omega\lambda} [-]$

B4) DÍLČÍ SHRnutí VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ:

Difuzní reflektance - Vzorník RAL $\rho_{j=1}^{n=3}$ $\lambda \in \langle 0,8;2 \rangle$

| č. | vzorek | $\rho_{\Omega\lambda}$ průměr [-] n=3, j=1 | $\alpha_{\Omega\lambda}$ průměr [-]* |
|----|---|---|--------------------------------------|
| 46 | Nátěr - Barva dle RAL 1006 (okrová) | 0,10 | 0,90 |
| 47 | Nátěr - Barva dle RAL 1021 (žlutá) | 0,08 | 0,92 |
| 48 | Nátěr - Barva dle RAL 2003 (oranžová) | 0,09 | 0,91 |
| 49 | Nátěr - Barva dle RAL 5012 (modrá) | 0,10 | 0,90 |
| 50 | Nátěr - Barva dle RAL 6025 (zelená) | 0,08 | 0,92 |
| 51 | Nátěr - Barva dle RAL 7038 (šedá) | 0,09 | 0,91 |
| 52 | Nátěr - Barva dle RAL 9003 (bílá) | 0,11 | 0,89 |
| 53 | Nátěr - Barva dle RAL 9004 (černá) | 0,09 | 0,91 |
| 54 | Nátěr - Barva dle RAL 9011 (uhlově černá) | 0,08 | 0,92 |
| 55 | Nátěr - Barva dle RAL 9016 (bílá) | 0,10 | 0,90 |
| 56 | Rub | 0,08 | 0,92 |

* Stanoveno výpočtem dle Kirchhoffova zákona $\alpha_{\Omega\lambda} [-] = \varepsilon_{\Omega\lambda} [-]$

B5) DÍLČÍ SHRnutí VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ:

Difuzní reflektance – podklady a nátěry $\rho_{j=1}^{n=5} \lambda \in (0,8;2)$

| č. | vzorek | $\rho_{\Omega\lambda} \text{ max [-]}$ | $\rho_{\Omega\lambda} \text{ min [-]}$ | $\rho_{\Omega\lambda} \text{ průměr [-]}$ n=5, j=1 | $\alpha_{\Omega\lambda} \text{ průměr [-]*}$ |
|----|--|--|--|---|--|
| 57 | Hliníková folie – podklad pod vzorky | 0,47 | 0,35 | 0,41 | 0,59 |
| 21 | Papír – podklad pod vzorky | 0,04 | 0,03 | 0,04 | 0,96 |
| 22 | Štuk – podklad pod vzorky | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,98 |
| 58 | Vzorek 2 - nanesen v jedné vrstvě na hliníku | 0,02 | 0,01 | 0,02 | 0,98 |
| 59 | Vzorek 2 - nanesen ve dvou vrstvách na hliníku | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,98 |
| 60 | Vzorek 2 - nanesen ve třech vrstvách na hliníku | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,98 |
| 61 | Vzorek 2 - nanesen v jedné vrstvě na papír | 0,02 | 0,01 | 0,02 | 0,98 |
| 62 | Vzorek 11 - nanesen v jedné vrstvě na hliníku | 0,08 | 0,04 | 0,06 | 0,94 |
| 63 | Vzorek 11 - nanesen ve dvou vrstvách na hliníku | 0,05 | 0,04 | 0,05 | 0,95 |
| 64 | Vzorek 11 - nanesen ve třech vrstvách na hliníku | 0,08 | 0,06 | 0,07 | 0,93 |
| 65 | Vzorek 11 - nanesen v jedné vrstvě na papír | 0,08 | 0,07 | 0,07 | 0,93 |
| 66 | Vzorek 13 - nanesen v jedné vrstvě na hliníku | 0,08 | 0,05 | 0,06 | 0,94 |
| 67 | Vzorek 13 - nanesen ve dvou vrstvách na hliníku | 0,07 | 0,05 | 0,06 | 0,94 |
| 68 | Vzorek 13 - nanesen ve třech vrstvách na hliníku | 0,08 | 0,05 | 0,07 | 0,93 |
| 69 | Vzorek 13 - nanesen v jedné vrstvě na papír | 0,09 | 0,07 | 0,08 | 0,92 |
| 70 | Vzorek 1 - nanesen ve třech vrstvách na hliníku | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,99 |
| 71 | Vzorek 4 - nanesen ve třech vrstvách na hliníku | 0,10 | 0,09 | 0,09 | 0,91 |
| 72 | Vzorek 5 - nanesen ve třech vrstvách na hliníku | 0,12 | 0,09 | 0,10 | 0,90 |
| 73 | Vzorek 6 - nanesen ve třech vrstvách na hliníku | 0,08 | 0,07 | 0,07 | 0,93 |
| 74 | Vzorek 7 - nanesen ve třech vrstvách na hliníku | 0,10 | 0,08 | 0,09 | 0,91 |
| 75 | Vzorek 8 - nanesen ve třech vrstvách na hliníku | 0,08 | 0,06 | 0,07 | 0,93 |
| 76 | Vzorek 9 - nanesen ve třech vrstvách na hliníku | 0,09 | 0,07 | 0,08 | 0,92 |
| 77 | Vzorek 10 - nanesen ve třech vrstvách na hliníku | 0,09 | 0,07 | 0,08 | 0,92 |
| | | | | | |

| č. | vzorek | $\rho_{\Omega\lambda}$ max [-] | $\rho_{\Omega\lambda}$ min [-] | $\rho_{\Omega\lambda}$ průměr [-] n=5, j=1 | $\alpha_{\Omega\lambda}$ průměr [-]* |
|----|--|--------------------------------|--------------------------------|---|--------------------------------------|
| 78 | Vzorek 12 - nanesen ve třech vrstvách na hliníku | 0,07 | 0,06 | 0,07 | 0,93 |
| 79 | Vzorek 14 - nanesen ve třech vrstvách na hliníku | 0,09 | 0,07 | 0,08 | 0,92 |
| 80 | Vzorek 15 - nanesen ve třech vrstvách na hliníku | 0,09 | 0,07 | 0,08 | 0,92 |
| 81 | Vzorek 16 - nanesen ve třech vrstvách na hliníku | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,98 |
| 82 | Vzorek 17 - nanesen ve třech vrstvách na hliníku | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,99 |
| 83 | Vzorek 1 - nanesen ve dvou vrstvách na štku | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,98 |

* Stanoveno výpočtem dle Kirchhoffova zákona

B6) DÍLČÍ SHRnutí VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ:

Difuzní reflektance tenkovrstvých omítek $\rho_{j=1}^{n=10} \lambda \in (0,8;2)$ a ostatních materiálů $\rho_{j=1}^{n=5} \lambda \in (0,8;2)$

| Č. | vzorek | $\rho_{\Omega\lambda} \text{ max [-]}$ | $\rho_{\Omega\lambda} \text{ min [-]}$ | $\rho_{\Omega\lambda} \text{ průměr [-]}$ <small>n=5^10, j=1</small> | $\alpha_{\Omega\lambda} \text{ průměr [-]}^*$ |
|----|----------------------|--|--|---|---|
| 84 | Tenkovrstvé omítky 1 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,99 |
| 85 | Tenkovrstvé omítky 2 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,99 |
| 86 | Tenkovrstvé omítky 3 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,99 |
| 87 | Tenkovrstvé omítky 4 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,99 |
| 31 | Keramika | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,99 |
| 32 | Beton | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,99 |
| 33 | Glazura | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,97 |
| 88 | PVC folie | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,98 |
| 89 | Živičný pás | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,99 |
| 90 | Živičný pás | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,99 |

* Stanoveno výpočtem dle Kirchhoffova zákona $\alpha_{\Omega\lambda} [-] = \varepsilon_{\Omega\lambda} [-]$

B7) DÍLČÍ SHRNU TÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ:

Difuzní reflektance $\rho_{j=1}^{n=1} \lambda \in (2; 2,5)$

| č. | Vzorek | $\rho_{\Omega\lambda}$ [-] n=1, j=1 |
|----|---------------------------------|--|
| 37 | Zlaté zrcátko proti hliníkovému | 1,20 |
| 38 | Hliníkové zrcátko proti zlatému | 0,84 |

KAPITOLA

DRUHÁ

(ověření vlivu vybraných materiálů interiérových povrchových úprav (včetně materiálů reflexních) na tepelně technické parametry otopného tělesa a vnitřního prostředí)

OBSAH DRUHÉ KAPITOLY

| | |
|---|------------|
| ÚVOD DRUHÉ KAPITOLY | 139 |
| Seznam značek | 140 |
| Laboratorní podmínky pro provádění experimentů | 141 |
| Kalorimetrická zkušební komora | 141 |
| Popis a umístění otopného tělesa | 143 |
| Experimentální modely (měřené za stejných okrajových podmínek)..... | 144 |
| | |
| A) Grafické vyhodnocení středních hodnot tepelných výkonů Q [W] | |
| 1) modely 1/1 až 4 v ZPS (1/1) | 162 |
| 2) modely 1/1 a 5 v ZPS (1/2) a modely 1 a 7 v ZPS (1/3)..... | 162 |
| 3) modely 1/1 až 4 v prvním PS (1/1) | 162 |
| 4) modely 1/2 a 5 v prvním PS (1/2) a modely 1/3 a 6, 7 v prvním PS (1/3) | 163 |
| 5) modely 1/3 a 7 v druhém PS (1/3) | 163 |
| | |
| B) Grafické vyhodnocení středních hodnot ΔQ [%] | |
| 1) modely 1/1 až 4 v ZPS (1/1) | 164 |
| 2) modely 1/1 a 5 v ZPS (1/2) a modely 1 a 7 v ZPS (1/3)..... | 164 |
| 3) modely 1/1 až 4 v prvním PS (1/1) | 164 |
| 4) modely 1/2 a 5 v prvním PS (1/2) a modely 1/3 a 6, 7 v prvním PS (1/3) | 165 |
| 5) modely 1/3 a 7 v druhém PS (1/3) | 165 |
| | |
| C) Grafické vyhodnocení středních hodnot vztažných teplot vzduchu t_D [°C] | |
| 1) modely 1/1 až 4 v ZPS (1/1) | 166 |
| 2) modely 1/1 a 5 v ZPS (1/2) a modely 1 a 7 v ZPS (1/3)..... | 166 |
| 3) modely 1/1 až 4 v prvním PS (1/1) | 166 |
| 4) modely 1/2 a 5 v prvním PS (1/2) a modely 1/3 a 6,7 v prvním PS (1/3) | 167 |
| 5) modely 1/3 a 7 v druhém PS (1/3) | 167 |
| | |
| D) Grafické vyhodnocení středních hodnot výsledných teplot t_v [°C] (Vernon - Jokl) | |
| 1) modely 1/1 až 4 v ZPS (1/1) | 168 |
| 2) modely 1 a 7 v ZPS (1/3) | 168 |
| 3) modely 1/1 až 4 v prvním PS (1/1) | 168 |
| 4) modely 1/2 a 5 v prvním PS (1/2) a modely 1/3 a 6,7 v prvním PS (1/3) | 169 |
| 5) modely 1/3 a 7 v druhém PS (1/3) | 169 |
| | |
| E) Grafické vyhodnocení povrchových teplot $t_{p0,3}$ [°C] | |
| 1) modely 1/1 až 4 v ZPS (1/1) | 170 |
| 2) modely 1/1 a 5 v ZPS (1/2) a modely 1 a 7 v ZPS (1/3)..... | 170 |
| 3) modely 1/1 až 4 v prvním PS (1/1) | 170 |
| 4) modely 1/3 a 6,7 v prvním PS (1/3)..... | 171 |
| 5) modely 1/3 a 7 v druhém PS (1/3) | 171 |
| | |
| LITERATURA..... | 172 |

Úvod druhé kapitoly

Úkolem experimentů bylo ověření vlivu vybraných materiálů interiérových povrchových úprav na tepelně technické parametry otopného tělesa a vnitřního prostředí a to především z hlediska jejich vlivu na úspory nákladů na vytápění interiérů obytných staveb.

Primárním účelem experimentů bylo zjištění vlivu reflexního materiálu dle ČSN 73 0540-1/2005 [10] (specifikace jeho vlastností dle pozn. č.1) a nátěrové hmoty označené jejím výrobcem jako nátěrová hmota tepelně odrazivé (specifikace dle pozn. č. 2) na tepelný výkon otopného deskového tělesa RADIK D 91 10-600/1200. Specifikované materiály byly aplikovány jako povrchové úpravy interiérových stěn kalorimetrické komory dle obr. č. 1.

Toto otopné těleso obr. č. 2. je určené pro vytápění obytných budov teplovodním dálkovým nebo lokálním vytápěním a bylo zvoleno z důvodu jeho relativně vysoké velikosti tepelného výkonu sdíleného tepelným sáláním dle ČSN EN 442-2 [12] [14]. Popis a umístění otopného tělesa v kalorimetrické komoře je uveden v následujícím textu.

Účinek vlivu směrových spektrální odrazivosti $\rho_{\Omega\lambda}$ [-] jednotlivých materiálů povrchových úprav na tepelný výkon byl určován porovnáním tepelného výkonu otopného tělesa v podmínkách „prázdné“ (viz Model (1)) zkušební komory (viz obr. č.1) s komorou, na jejichž vnitřní povrchy stěn byly kontaktně připevňovány materiály dle specifikací viz modely (2) - (7)) [13] [15] [16].

Sekundárním účelem experimentů byla zjištění vlivu specifikovaných materiálů na tepelnou pohodu v kalorimetrické komoře. Tento vliv byl měřen pomocí Vernon -Joklova teploměru [15] [16] a to na základě výsledné - součtové teploty t_v (°C), tj. teploty zaznamenávající vliv sálavé i konvektivní složky sdílení tepla. Vernon - Joklův teploměr byl umístěn dle požadavku [12] na měření tepelné složky tepelné pohody ve výšce 1,5 m ve středu kalorimetrické místnosti.

Dalším účel experimentů bylo vedle zjištění teploty vzduchu $t_{L,0,5}$, $t_{L,1,5}$ a $t_{L,2,75}$ pro jednotlivé modely a základní teplotní stavy také zjištění a následné porovnání velikostí jednotlivých interiérových povrchových teplot t_p , $t_{p,0,3}$ stěn měřených dotykovými platinovými teploměry [17] [18].

Poznámky:

1) hladká hliníková folie tloušťky 0,095 [mm] s polypropylenem (z obou stran),

$n=8$

$$\rho_{j=1}^{\Omega=10^\circ, \lambda \in (2;2,5)} = 0,61 [-];$$

2) interiérový nátěr (RAL 9016 (bílá)) $\rho_{j=1}^{n=5, \lambda \in (2;2,5)} = 0,07 [-]$.

Seznam značek

ZPS - základní provozní stav,
PS - provozní stav odvozený ze ZPS,
B - (mm) hloubka otopného tělesa,
DELTA t - ($^{\circ}\text{C}$), (K) teplotní rozdíl $t = (t_{w1} + t_{w2}) / 2 - t_D$,
delta t - ($^{\circ}\text{C}$), (K) ochlazení vody $\Delta t = t_{w1} + t_{w2}$,
M_w - (kg/h) hmotnostní průtok vody,
f i - (%) relativní vlhkost vzduchu,
G - (kg) hmotnost,
H - (mm) výška otopného tělesa,
k - ($\text{W m}^{-2} \text{K}^{-1}$) součinitel prostupu tepla,
L - (mm) délka otopného tělesa,
m (-) teplotní exponent,
p_b - (hPa) barometrický tlak vzduchu,
Q - (W) tepelný výkon,
Q_b - (W) tepelný výkon upravený na barometrický tlak,
Q_G (W) ukazatel tepelného využití materiálu,
Q_L (W/m) tepelný výkon vztažený na délku tělesa L,
Q_{mer} (W) tepelný výkon vyhodnocený z měření (neopravený na barometrický tlak vzduchu),
Q_N (W) jmenovitý tepelný výkon,
Q_v (W) ukazatel využití prostoru (nepoužíván),
q (W K^{-m}) součinitel charakteristické rovnice,
q₁ (W m^{-2}) měrný tepelný výkon vztažený na velikost vnější přestupní plochy tělesa,
S_L (m^2) vnější přestupní plocha otopného tělesa,
t_D ($^{\circ}\text{C}$) vztahná teplota vzduchu,
t_{L,0,05} ($^{\circ}\text{C}$) stíněná teplota vzduchu ve výšce 0,05 m,
t_{L,1,5} ($^{\circ}\text{C}$) stíněná teplota vzduchu ve výšce 1,50 m,
t_{L,2,75} ($^{\circ}\text{C}$) stíněná teplota vzduchu ve výšce 2,75 m,
t_m (**t_{wm}**) ($^{\circ}\text{C}$) střední teplota otopné vody $(t_{w1} + t_{w2})/2$,
t_p ($^{\circ}\text{C}$) teplota povrchu (index podle vnitřní plochy),
t_{p0,3} ($^{\circ}\text{C}$) teplota povrchu stěny se zkušebním vzorkem ve výšce 0,3 m nad podlahou,
t_v ($^{\circ}\text{C}$) výsledná teplota (Vernon - Jokl),
t_{w1} ($^{\circ}\text{C}$) teplota vstupní vody a **t_{w2}** ($^{\circ}\text{C}$) teplota výstupní vody.

Laboratorní podmínky pro provádění experimentů

Pro provedení experimentů byla jako nejvhodnější vybrána kalorimetrická zkušební komora umístěná v Centru stavebního inženýrství v Praze 10 Hostivaři [13] [15][16]. Pro zdárné provedení experimentů bylo zapotřebí upravit některé zkušební postupy tak, aby byly zajištěny podmínky pro měření i vyhodnocení vlivu sálavé radiační složky vycházející z otopných těles v závislosti na velikosti odrazivosti vnitřních povrchů interiérových stěn. Zdrojovými zkušebními a vyhodnocovacími postupy byly normy ISO 3149 [16] a ISO 3150 [17] a proto postupy měření i jejich vyhodnocení těmito normám odpovídají.

Kalorimetrická zkušební komora

Uzavřená zkušební kalorimetrická komora [13][15][16] je chlazená vodou a jejím uzavřeném prostoru je možné vytvořit a po dobu měření udržovat rovnovážný teplotní stav. Komora je využívána pro provádění akreditovaných zkoušek na prototypch otopných tělese nebo před uvedením otopných těles na trh, k určení jejich podílu tepelného výkonu sdíleného sáláním na jejich celkovém tepelném výkonu dle ČSN EN 442-2 [12]. Zkušební komora představuje výměník tepla vzduch - voda. V každém rovnovážném stavu je udržována teplota chladicí vody protékající pláštěm komory taková, aby teplota vzduchu t_D ve vztažném bodě [13] (uprostřed komory 0,75 m nad podlahou) zůstala při daném tepelném výkonu zkušební vzorku tělesa stálá.

Celý vnitřní povrch komory tvoří jednoduchá otopná tělesa ocelová desková, která k sobě těsně přiléhají. Spáry mezi tělesy jsou zatmeleny. Otopná tělesa jsou ochlazována příp. ohřívána vodou.

Vnitřní povrch komory je rozdělen na tři sekce, tj. na stěny, okna, podlahu a strop. Každá sekce může být napájena vodou o jiné nastavené teplotě.

Montážní stěna za otopným tělesem je podle požadavku normy ISO 3149 [17] překryta do výše 1,25 m nad podlahou tepelně izolační deskou o tloušťce 5 mm.

Vstupní dveře do komory o rozměrech 0,95 [m] x 1,80 [m] jsou sestaveny ze stejných otopných deskových těles jako ostatní vnitřní povrch a jsou také napojeny na rozvod chladicí popř. ohřívací vodu.

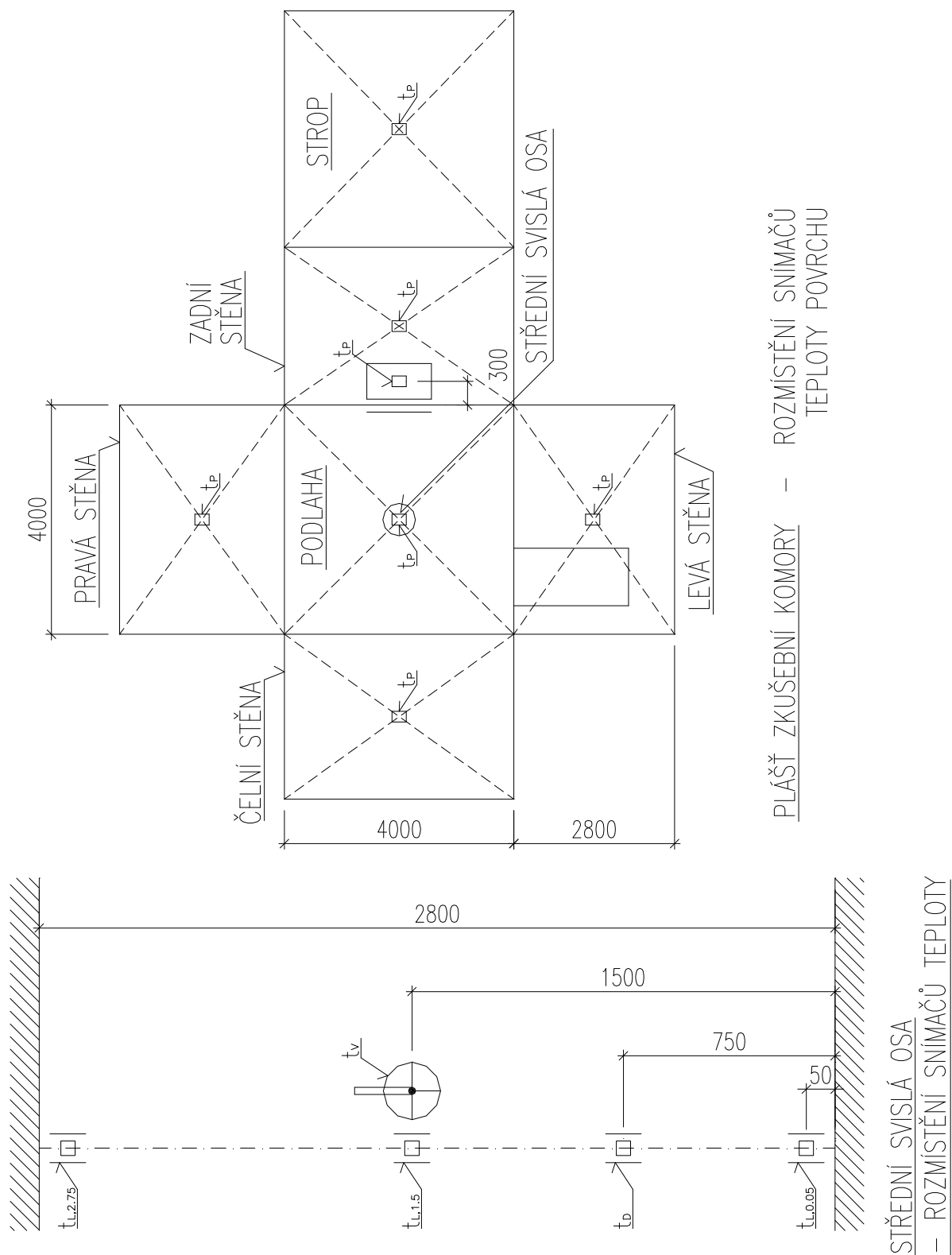
Rozměry komory:

vnitřní: 4,00 [m] x 4,00 [m] x 2,80 [m], vnější: 4,54 [m] x 4,52 [m] x 3,36 [m],

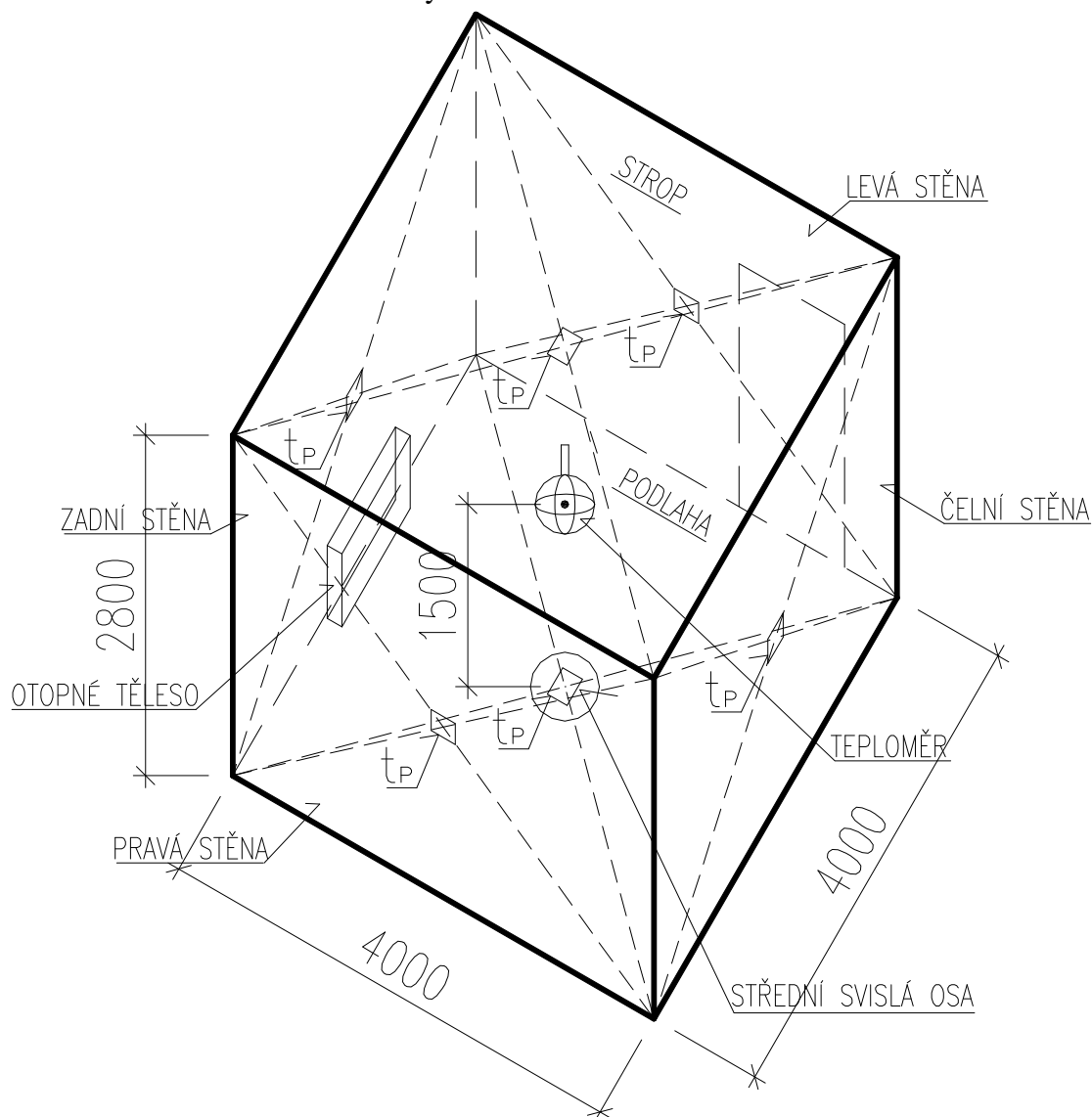
vnitřní objem: 44,8 m³, vnitřní plocha celkem: 76,8 m².

Obr. č. 1: Kalorimetrická zkušební komora

a) půdorys a řez



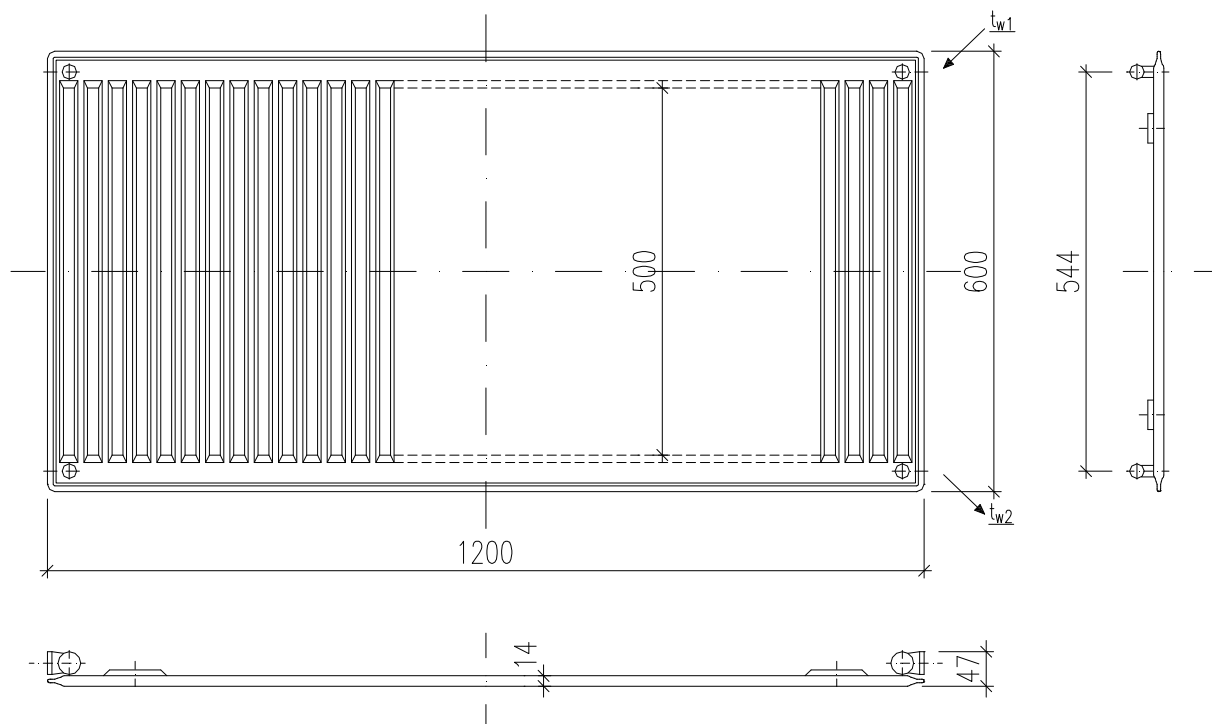
b) 3D schéma kalorimetrické komory



Popis a umístění otopného tělesa

Otopné těleso deskové ocelové (jednoduché bez rozšířené přestupní plochy) RADIK D 91 10-600/1200 výrobce KORADO a.s., Česká Třebová (viz obr. č. 2). Ve zkušebně slouží dlouhodobě jako jeden z referenčních zkušebních vzorků ke zkouškám opakovatelnosti. Vnější povrchová úprava otopného tělesa byla provedena obvyklým způsobem emailem v odstínu „slovanová kost“. Vnější přestupní plocha byla identní s plochou vnějšího povrchu (viz. obr. č. 2). Otopné těleso bylo ve zkušební komoře umístěno ve výšce 100 mm nad podlahou v kolmé vzdálenosti 50 mm od stěny. Teplonosnou látkou byla voda.

Obr. č. 2: Použité otopné deskové těleso RADIK



Experimentální modely (měřené za stejných okrajových podmínek)

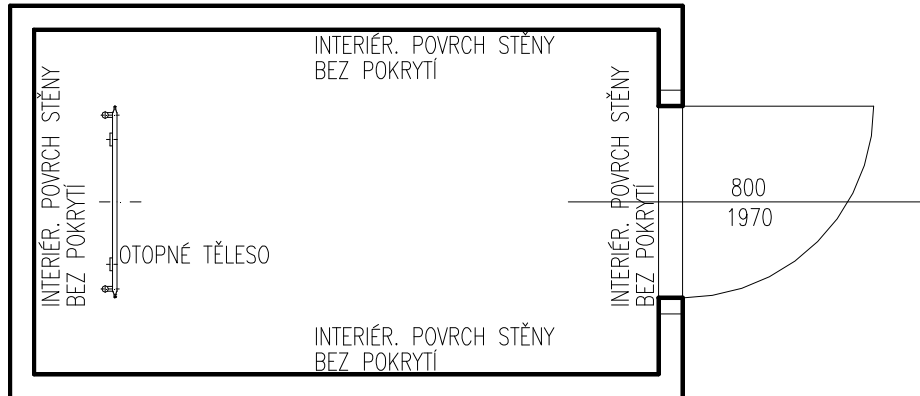
V rámci maximální míry efektivity prováděných experimentů byli stanoveny modely, v nichž byli na určitých místech uvnitř komory umístěny materiály, u kterých se ověřovaly účinky jejich odrazivosti na měřené charakteristiky.

Počet měřených modelů byl sedm. Model číslo (1) je modelem základním - porovnávacím a slouží k vyhodnocování (porovnáním) experimentů v modelech (2) až (7). Model číslo jedna je dále označen jako 1/1, 1/2 a 1/3, což odpovídá třem různým časům (třem různými zkouškami vlastností dle zkoušek opakovatelnosti), ve kterých zkoušky probíhaly.

Vyhodnocení je provedeno porovnáním výsledků modelu (1/1) s modely (2 - 4), modelu (1/2) s modelem (5) a modelu (1/3) s modely (6) a (7). Experimenty byly prováděny ve třech oddělených časech a proto došlo v souvislosti se zkouškami opakovatelnosti prováděnými akreditovanou zkušebnou CSI, a.s. k některým minimálním změnám porovnávacích hodnot v modelu (1). Model (1) se proto měřil celkem třikrát (1/1, 1/2, 1/3) v základním teplotním stavu - ZTP (90/70/20 °C) a ve dvou provozních stavech - první PS (60/20 °C), druhý PS (80/20 °C), které jsou odvozeny ze ZPS, stejně jako model (7). Modely (5) a (6) se měřily jen v jednom stavu, model (5) v ZPS ZTP (90/70/20 °C) a model (6) v prvním PS (60/20 °C). Modely (2), (3) a (4) měřili v ZTP (90/70/20 °C) a prvním PS (60/20 °C).

MODEL (1/1, 1/2, 1/3) - ZÁKLADNÍ (porovnávací), zkušební komora byla vybavena stejně jako při zkoušce opakovatelnosti a byla vytápěna deskovým otopným tělesem RADIK 91 10 - 600/1200.

Obr. č. 3: Půdorys zkušební komory s otopným těles



A) Tepelné výkony otopného tělesa při různých provozních stavech

| Model číslo | ZPS pro model (1/1) $t_{w1}/t_{w2}/t_D = 90/70/20\text{ }^{\circ}\text{C}$ $t_m/t_D = 80/20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\Delta t = 60\text{K}$) | | První PS pro model (1/1) $t_m/t_D = 60/20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\Delta t = 40\text{ K}$) | |
|-------------|--|---------------------------------|--|---------------------------------|
| | tepelný výkon Q (W) | nejistota měření $\pm U$ (W) | tepelný výkon Q (W) | nejistota měření $\pm U$ (W) |
| model (1/1) | 971 ($\Delta Q = 0$) | 17 | 581 ($\Delta Q = 0$) | 14 |

| Model číslo | ZPS pro model (1/2) $t_{w1}/t_{w2}/t_D = 90/70/20\text{ }^{\circ}\text{C}$ $t_m/t_D = 80/20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\Delta t = 60\text{K}$) | |
|-------------|--|---------------------------------|
| | tepelný výkon Q (W) | nejistota měření $\pm U$ (W) |
| model (1/2) | 973 ($\Delta Q = 0$) | 12 |

| Model číslo | ZPS pro model (1/3) $t_{w1}/t_{w2}/t_D = 90/70/20\text{ }^{\circ}\text{C}$ $t_m/t_D = 80/20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\Delta t = 60\text{K}$) | | První PS pro model (1/3) $t_m/t_D = 60/20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\Delta t = 40\text{ K}$) | |
|-------------|--|---------------------------------|--|---------------------------------|
| | tepelný výkon Q (W) | nejistota měření $\pm U$ (W) | tepelný výkon Q (W) | nejistota měření $\pm U$ (W) |
| model (1/3) | 974 ($\Delta Q = 0$) | 17 | 587 ($\Delta Q = 0$) | 16 |

| Model číslo | Druhý PS pro model (1/3) $t_m/t_D = 50/20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\Delta t = 30\text{K}$) | |
|-------------|---|---------------------------------|
| | tepelný výkon Q (W) | nejistota měření $\pm U$ (W) |
| model (1/3) | 410 ($\Delta Q = 0$) | 12 |

B) Teploty vzduchu t_D a výsledné teploty t_v (Vernon - Jokl)

| Model číslo | ZPS pro model (1/1) $t_{w1}/t_{w2}/t_D = 90/70/20\text{ }^{\circ}\text{C}$ $t_m/t_D = 80/20\text{ }^{\circ}\text{C} (\Delta t = 60\text{K})$ | | | | První PS pro model (1/1) $t_m/t_D = 60/20\text{ }^{\circ}\text{C} (\Delta t = 40\text{K})$ | | | |
|-------------|--|------------|---------------------------------|------------|---|------------|---------------------------------|------------|
| | $t_D\text{ (}^{\circ}\text{C)}$ | s_{tD} | $t_v\text{ (}^{\circ}\text{C)}$ | s_{tD} | $t_D\text{ (}^{\circ}\text{C)}$ | s_{tD} | $t_v\text{ (}^{\circ}\text{C)}$ | s_{tD} |
| model (1/1) | 20,48 | $\pm 0,02$ | 20,43 | $\pm 0,03$ | 20,59 | $\pm 0,04$ | 20,47 | $\pm 0,04$ |

| Model číslo | ZPS pro model (1/2) $t_{w1}/t_{w2}/t_D = 90/70/20\text{ }^{\circ}\text{C}$ $t_m/t_D = 80/20\text{ }^{\circ}\text{C} (\Delta t = 60\text{K})$ | | | |
|-------------|--|------------|---------------------------------|----------|
| | $t_D\text{ (}^{\circ}\text{C)}$ | s_{tD} | $t_v\text{ (}^{\circ}\text{C)}$ | s_{tD} |
| model (1/2) | 20,66 | $\pm 0,06$ | | |

| Model číslo | ZPS pro model (1/3) $t_{w1}/t_{w2}/t_D = 90/70/20\text{ }^{\circ}\text{C}$ $t_m/t_D = 80/20\text{ }^{\circ}\text{C} (\Delta t = 60\text{K})$ | | | | První PS pro model (1/3) $t_m/t_D = 60/20\text{ }^{\circ}\text{C} (\Delta t = 40\text{K})$ | | | |
|-------------|--|------------|---------------------------------|------------|---|------------|---------------------------------|------------|
| | $t_D\text{ (}^{\circ}\text{C)}$ | s_{tD} | $t_v\text{ (}^{\circ}\text{C)}$ | s_{tD} | $t_D\text{ (}^{\circ}\text{C)}$ | s_{tD} | $t_v\text{ (}^{\circ}\text{C)}$ | s_{tD} |
| model (1/3) | 20,67 | $\pm 0,03$ | 20,62 | $\pm 0,03$ | 20,40 | $\pm 0,01$ | 20,28 | $\pm 0,04$ |

| Model číslo | Druhý PS pro model (1/3) $t_m/t_D = 50/20\text{ }^{\circ}\text{C} (\Delta t = 30\text{K})$ | | | |
|-------------|---|------------|---------------------------------|------------|
| | $t_D\text{ (}^{\circ}\text{C)}$ | s_{tD} | $t_v\text{ (}^{\circ}\text{C)}$ | s_{tD} |
| model (1/3) | 20,02 | $\pm 0,03$ | 19,82 | $\pm 0,04$ |

C) Teploty vzduchu t_L ve výšce 0,05 m, 1,5 m a 2,75 m

| Model číslo | ZPS pro model (1/1) $t_{w1}/t_{w2}/t_D = 90/70/20\text{ }^{\circ}\text{C}$ $t_m/t_D = 80/20\text{ }^{\circ}\text{C} (\Delta t = 60\text{K})$ | | | První PS pro model (1/1) $t_m/t_D = 60/20\text{ }^{\circ}\text{C} (\Delta t = 40\text{K})$ | | |
|-------------|--|--|---|---|--|---|
| | $t_{L\ 0,05}\text{ (}^{\circ}\text{C)}$ | $t_{L\ 1,5}\text{ (}^{\circ}\text{C)}$ | $t_{L\ 2,75}\text{ (}^{\circ}\text{C)}$ | $t_{L\ 0,05}\text{ (}^{\circ}\text{C)}$ | $t_{L\ 1,5}\text{ (}^{\circ}\text{C)}$ | $t_{L\ 2,75}\text{ (}^{\circ}\text{C)}$ |
| model (1/1) | 19,1 | 22,0 | 21,8 | 19,4 | 22,2 | 21,4 |

| Model číslo | ZPS pro model (1/2) $t_{w1}/t_{w2}/t_D = 90/70/20\text{ }^{\circ}\text{C}$ $t_m/t_D = 80/20\text{ }^{\circ}\text{C} (\Delta t = 60\text{K})$ | | |
|-------------|--|---|---|
| | $t_{L\ 0,05}\text{ (}^{\circ}\text{C)}$ | $t_{L\ 2,75}\text{ (}^{\circ}\text{C)}$ | $t_{L\ 0,05}\text{ (}^{\circ}\text{C)}$ |
| model (1/2) | 19,0 | 22,2 | 22,0 |

| Model číslo | ZPS pro model (1/3) $t_{w1}/t_{w2}/t_D = 90/70/20\text{ }^{\circ}\text{C}$ $t_m/t_D = 80/20\text{ }^{\circ}\text{C} (\Delta t = 60\text{K})$ | | | První PS pro model (1/3) $t_m/t_D = 60/20\text{ }^{\circ}\text{C} (\Delta t = 40\text{K})$ | | |
|-------------|--|--|---|---|--|---|
| | $t_{L\ 0,05}\text{ (}^{\circ}\text{C)}$ | $t_{L\ 1,5}\text{ (}^{\circ}\text{C)}$ | $t_{L\ 2,75}\text{ (}^{\circ}\text{C)}$ | $t_{L\ 0,05}\text{ (}^{\circ}\text{C)}$ | $t_{L\ 1,5}\text{ (}^{\circ}\text{C)}$ | $t_{L\ 2,75}\text{ (}^{\circ}\text{C)}$ |
| model (1/3) | 19,2 | 22,3 | 21,9 | 19,2 | 22,1 | 21,3 |

| Model číslo | Druhý PS pro model (1/3) | | |
|-------------|---|--|--|
| | $t_m / t_D = 50/20 \text{ } ^\circ\text{C} (\Delta t = 30\text{K})$ | | |
| | $t_{L 0,05} \text{ (} ^\circ\text{C)}$ | $t_{L 2,75} \text{ (} ^\circ\text{C)}$ | $t_{L 0,05} \text{ (} ^\circ\text{C)}$ |
| model (1/3) | 19,1 | 21,8 | 20,4 |

**D) Povrchové teploty interiérových stěn_p dle rozmístění teploměru
(viz schéma č.1)**

| Model číslo | ZPS pro model (1/1) | | | | | | |
|-------------|---|-------------------------------------|--|---|--|--|--|
| | $t_{w1} / t_{w2} / t_D = 90/70/20 \text{ } ^\circ\text{C}$ $t_m / t_D = 80/20 \text{ } ^\circ\text{C} (\Delta t = 60\text{K})$ | | | | | | |
| | t_p podlaha ($^\circ\text{C}$) | t_p strop ($^\circ\text{C}$) | t_p pravá strana ($^\circ\text{C}$) | t_p levá strana ($^\circ\text{C}$) | t čelní strana ($^\circ\text{C}$) | t zadní strana ($^\circ\text{C}$) | $t_{p 0,3}$ ($^\circ\text{C}$) ($^\circ\text{C}$) |
| model (1/1) | 17,5 | 17,2 | 17,4 | 18,0 | 17,9 | 20,0 | 33,8 |

| Model číslo | První PS pro model (1/1) | | | | | | |
|-------------|---|-------------------------------------|--|---|--|--|--|
| | $t_m / t_D = 60/20 \text{ } ^\circ\text{C} (\Delta t = 40\text{K})$ | | | | | | |
| | t_p podlaha ($^\circ\text{C}$) | t_p strop ($^\circ\text{C}$) | t_p pravá strana ($^\circ\text{C}$) | t_p levá strana ($^\circ\text{C}$) | t čelní strana ($^\circ\text{C}$) | t zadní strana ($^\circ\text{C}$) | $t_{p 0,3}$ ($^\circ\text{C}$) ($^\circ\text{C}$) |
| model (1/1) | 17,9 | 17,7 | 17,9 | 18,3 | 18,4 | 19,7 | 30,5 |

| Model číslo | ZPS pro model (1/2) | | | | | | |
|-------------|---|-------------------------------------|--|---|--|--|--|
| | $t_{w1} / t_{w2} / t_D = 90/70/20 \text{ } ^\circ\text{C}$ $t_m / t_D = 80/20 \text{ } ^\circ\text{C} (\Delta t = 60\text{K})$ | | | | | | |
| | t_p podlaha ($^\circ\text{C}$) | t_p strop ($^\circ\text{C}$) | t_p pravá strana ($^\circ\text{C}$) | t_p levá strana ($^\circ\text{C}$) | t čelní strana ($^\circ\text{C}$) | t zadní strana ($^\circ\text{C}$) | $t_{p 0,3}$ ($^\circ\text{C}$) ($^\circ\text{C}$) |
| model (1/2) | 17,3 | 17,2 | 17,0 | 17,8 | 18,1 | 20,5 | 33,0 |

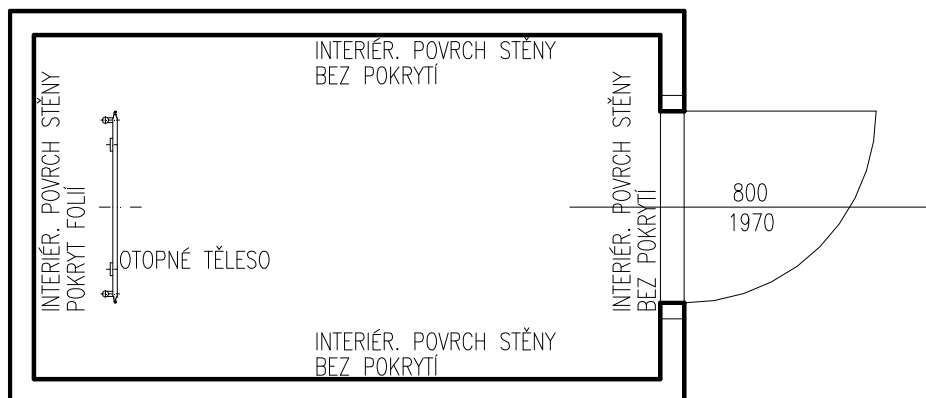
| Model číslo | ZPS pro model (1/3) | | | | | | |
|-------------|---|-------------------------------------|--|---|--|--|--|
| | $t_{w1} / t_{w2} / t_D = 90/70/20 \text{ } ^\circ\text{C}$ $t_m / t_D = 80/20 \text{ } ^\circ\text{C} (\Delta t = 60\text{K})$ | | | | | | |
| | t_p podlaha ($^\circ\text{C}$) | t_p strop ($^\circ\text{C}$) | t_p pravá strana ($^\circ\text{C}$) | t_p levá strana ($^\circ\text{C}$) | t čelní strana ($^\circ\text{C}$) | t zadní strana ($^\circ\text{C}$) | $t_{p 0,3}$ ($^\circ\text{C}$) ($^\circ\text{C}$) |
| model (1/3) | 18,4 | 18,7 | 19,1 | 19,3 | 19,1 | 21,1 | 34,2 |

| Model číslo | První PS pro model (1/3) | | | | | | |
|-------------|---|-------------------------------------|--|---|--|--|--|
| | $t_m / t_D = 60/20 \text{ } ^\circ\text{C} (\Delta t = 40\text{K})$ | | | | | | |
| | t_p podlaha ($^\circ\text{C}$) | t_p strop ($^\circ\text{C}$) | t_p pravá strana ($^\circ\text{C}$) | t_p levá strana ($^\circ\text{C}$) | t čelní strana ($^\circ\text{C}$) | t zadní strana ($^\circ\text{C}$) | $t_{p 0,3}$ ($^\circ\text{C}$) ($^\circ\text{C}$) |
| model (1/3) | 18,6 | 18,9 | 19,2 | 19,3 | 19,2 | 20,5 | 31,2 |

| Model číslo | Druhý PS pro model (1/3) | | | | | | |
|-------------|---|-------------------------------------|--|---|--|--|----------------------------------|
| | $t_m / t_D = 50/20 \text{ } ^\circ\text{C} (\Delta t = 30\text{K})$ | | | | | | |
| | t_p podlaha ($^\circ\text{C}$) | t_p strop ($^\circ\text{C}$) | t_p pravá strana ($^\circ\text{C}$) | t_p levá strana ($^\circ\text{C}$) | t čelní strana ($^\circ\text{C}$) | t zadní strana ($^\circ\text{C}$) | $t_{p,0,3}$ ($^\circ\text{C}$) |
| model (1/3) | 18,6 | 18,8 | 19,1 | 19,2 | 19,1 | 19,9 | 27,9 |

MODEL (2) - pokovená oboustranně vysoce lesklá fólie o rozměru 600 x 1200 (mm) byla kontaktně umístěna tj. bodovým přichycením lepicí páskou a sadou magnetů, na stěně za otopným tělesem, tak aby nárysný průmět otopného tělesa a lesklé fólie se kryl. Fólií byl kontaktně přikryt snímač teploty povrchu $t_{p0,3}$, který byl umístěn ve výšce 0,3 m nad podlahou komory.

Obr. č. 4: Půdorys zkušební komory s otopným tělesem a fólií



A) Porovnání tepelných výkonů otopného tělesa modelu (1/1) a (2)

| Model číslo | ZPS pro model (1/1) $t_{w1}/t_{w2}/t_D = 90/70/20\text{ }^{\circ}\text{C}$ $t_m/t_D = 80/20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\Delta t = 60\text{K}$) | | První PS pro model (1/1) $t_m/t_D = 60/20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\Delta t = 40\text{ K}$) | |
|-------------|--|---------------------------------|--|---------------------------------|
| | tepelný výkon Q (W) | nejistota měření $\pm U$ (W) | tepelný výkon Q (W) | nejistota měření $\pm U$ (W) |
| model (1/1) | 971 ($\Delta Q = 0$) | 17 | 581 ($\Delta Q = 0$) | 14 |
| model (2) | 826 ($\Delta Q = 145\text{ W}$, tj. $14,93 \pm 3,40\%$) | 16 | 492 ($\Delta Q = 89\text{ W}$, tj. $15,31 \pm 4,48\%$) | 12 |

B) Porovnání teploty vzduchu a výsledné teploty (Vernon - Jokl) modelu (1/1) a (2)

| Model číslo | ZPS pro model (1/1) $t_{w1}/t_{w2}/t_D = 90/70/20\text{ }^{\circ}\text{C}$ $t_m/t_D = 80/20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\Delta t = 60\text{K}$) | | | | První PS pro model (1/1) $t_m/t_D = 60/20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\Delta t = 40\text{ K}$) | | | |
|-------------|--|------------|---|------------|--|------------|---|------------|
| | t_D ($^{\circ}\text{C}$) | s_{tD} | t_v ($^{\circ}\text{C}$) | s_{tD} | t_D ($^{\circ}\text{C}$) | s_{tD} | t_v ($^{\circ}\text{C}$) | s_{tD} |
| model (1/1) | 20,48 | $\pm 0,02$ | 20,43 | $\pm 0,03$ | 20,59 | $\pm 0,04$ | 20,47 | $\pm 0,04$ |
| model (2) | 20,32 ($\Delta t_D = -0,16\text{ }^{\circ}\text{C}$ tj., - 0,78 \pm 0,20 %) | $\pm 0,02$ | 20,34 ($\Delta t_v = -0,09\text{ }^{\circ}\text{C}$, tj. -0,44 \pm 0,34 %) | $\pm 0,04$ | 19,72 ($\Delta t_D = -0,87\text{ }^{\circ}\text{C}$ tj., -4,23 $\pm 0,39\%$) | $\pm 0,04$ | 19,73 ($\Delta t_v = -0,74\text{ }^{\circ}\text{C}$ tj., - 3,62 \pm 0,49 %) | $\pm 0,06$ |

C) Porovnání teploty vzduchu t_L ve výšce 0,05 m, 1,5 m a 2,75 m modelu (1/1) a (2)

| Model číslo | ZPS pro model (1/1) $t_{w1}/t_{w2}/t_D = 90/70/20 \text{ } ^\circ\text{C}$ $t_m/t_D = 80/20 \text{ } ^\circ\text{C} (\Delta t = 60\text{K})$ | | | První PS pro model (2.1) $t_m/t_D = 60/20 \text{ } ^\circ\text{C} (\Delta t = 40 \text{K})$ | | |
|-------------|--|--|--|--|--|--|
| | $t_{L,0,05} \text{ } (^\circ\text{C})$ | $t_{L,1,5} \text{ } (^\circ\text{C})$ | $t_{L,2,75} \text{ } (^\circ\text{C})$ | $t_{L,0,05} \text{ } (^\circ\text{C})$ | $t_{L,1,5} \text{ } (^\circ\text{C})$ | $t_{L,2,75} \text{ } (^\circ\text{C})$ |
| model (1/1) | 19,1 | 22,0 | 21,8 | 19,4 | 22,2 | 21,4 |
| model (2) | 19,0 ($\Delta t_L = -0,1 \text{ } ^\circ\text{C}$ tj., -0,52 %) | 22,2 ($\Delta t_L = 0,2 \text{ } ^\circ\text{C}$ tj., 0,91 %) | 21,4 ($\Delta t_L = -0,4 \text{ } ^\circ\text{C}$ tj., -1,84 %) | 18,6 ($\Delta t_L = -0,8 \text{ } ^\circ\text{C}$ tj., -4,12 %) | 21,5 ($\Delta t_L = -0,7 \text{ } ^\circ\text{C}$ tj., -3,15 %) | 20,3 ($\Delta t_L = -1,1 \text{ } ^\circ\text{C}$ tj., -5,14 %) |

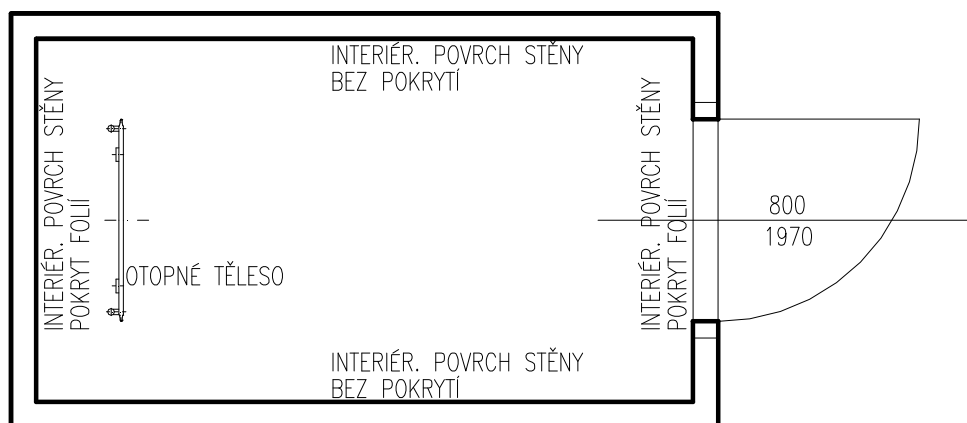
D) Porovnání povrchových teplot interiérových stěn t_p modelu (1/1 a 2)

| Model číslo | ZPS pro model (1/1) $t_{w1}/t_{w2}/t_D = 90/70/20 \text{ } ^\circ\text{C}$ $t_m/t_D = 80/20 \text{ } ^\circ\text{C} (\Delta t = 60\text{K})$ | | | | | | |
|-------------|--|--|---|--|---|---|--|
| | t_p podlaha ($^\circ\text{C}$) | t_p strop ($^\circ\text{C}$) | t_p pravá strana ($^\circ\text{C}$) | t_p levá strana ($^\circ\text{C}$) | t čelní strana ($^\circ\text{C}$) | t zadní strana ($^\circ\text{C}$) | $t_{p,0,3}$ ($^\circ\text{C}$) |
| model (1/1) | 17,5 | 17,2 | 17,4 | 18,0 | 17,9 | 20,0 | 33,8 |
| model (2) | 18,4 ($\Delta t_p = 0,9 \text{ } ^\circ\text{C}$ tj., 5,14 %) | 18,9 ($\Delta t_p = 1,7 \text{ } ^\circ\text{C}$ tj., 9,88 %) | 19,3 ($\Delta t_p = 1,9 \text{ } ^\circ\text{C}$ tj., 10,92 %) | 19,2 ($\Delta t_p = 1,2 \text{ } ^\circ\text{C}$ tj., 6,67 %) | 19,1 ($\Delta t_p = 3,4 \text{ } ^\circ\text{C}$ tj., 18,99 %) | 21,3 ($\Delta t_p = 1,3 \text{ } ^\circ\text{C}$ tj., 6,5 %) | 20,1 ($\Delta t_p = -13,7 \text{ } ^\circ\text{C}$ tj., -40,53 %) |

| Model číslo | ZPS pro model (1/1) $t_m/t_D = 60/20 \text{ } ^\circ\text{C} (\Delta t = 40\text{K})$ | | | | | | |
|-------------|--|--|--|--|--|--|--|
| | t_p podlaha ($^\circ\text{C}$) | t_p strop ($^\circ\text{C}$) | t_p pravá strana ($^\circ\text{C}$) | t_p levá strana ($^\circ\text{C}$) | t čelní strana ($^\circ\text{C}$) | t zadní strana ($^\circ\text{C}$) | $t_{p,0,3}$ ($^\circ\text{C}$) |
| model (1/1) | 17,9 | 17,7 | 17,9 | 18,3 | 18,4 | 19,7 | 30,5 |
| model (2) | 18,3 ($\Delta t_p = 0,4 \text{ } ^\circ\text{C}$ tj., 2,23 %) | 18,7 ($\Delta t_p = 1,0 \text{ } ^\circ\text{C}$ tj., 5,65 %) | 19,0 ($\Delta t_p = 1,1 \text{ } ^\circ\text{C}$ tj., 6,15 %) | 18,9 ($\Delta t_p = 0,6 \text{ } ^\circ\text{C}$ tj., 3,28 %) | 18,8 ($\Delta t_p = 0,4 \text{ } ^\circ\text{C}$ tj., 2,18 %) | 20,2 ($\Delta t_p = 0,5 \text{ } ^\circ\text{C}$ tj., 2,54 %) | 20,0 ($\Delta t_p = -10,5 \text{ } ^\circ\text{C}$ tj., -34,43 %) |

MODEL (3) - pokovená oboustranně vysoce lesklá fólie tl. 70 (μm) byla kontaktně a celoplošně umístěna, tj. bodovým přichycením lepicí páskou a sadou magnetů, na celé stěně za otopným tělesem a na celé stěně protilehlé straně komory s otopným tělesem. Fólií byly kontaktně přikryty snímače teploty povrchu stěn, na něž byla celoplošně umístěna.

Obr. č. 5: Půdorysu zkušební komory s otopným tělesem a fóliemi na dvou stěnách



A) Porovnání tepelného výkonu otopného tělesa modelu (1/1) a (3)

| Model číslo | ZPS pro model (1/1) $t_{w1}/t_{w2}/t_D = 90/70/20\text{ }^{\circ}\text{C}$ $t_m/t_D = 80/20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\Delta t = 60\text{K}$) | | První PS pro model (1/1) $t_m/t_D = 60/20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\Delta t = 40\text{ K}$) | |
|-------------|--|---------------------------------|--|---------------------------------|
| | tepelný výkon Q (W) | nejistota měření $\pm U$ (W) | tepelný výkon Q (W) | nejistota měření $\pm U$ (W) |
| model (1/1) | 971 ($\Delta Q = 0$) | 17 | 581 ($\Delta Q = 0$) | 14 |
| model (3) | 803 ($\Delta Q = 168\text{ W}$, tj. $17,30 \pm 3,50\%$) | 17 | 476 ($\Delta Q = 105\text{ W}$, tj. $18,07 \pm 5,16\%$) | 16 |

B) Porovnání teplot vzduchu a výsledné teploty (Vernon - Jokl) modelu (1/1) a (3)

| Model číslo | ZPS pro model (1/1) $t_{w1}/t_{w2}/t_D = 90/70/20\text{ }^{\circ}\text{C}$ $t_m/t_D = 80/20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\Delta t = 60\text{K}$) | | | | První PS pro model (1/1) $t_m/t_D = 60/20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\Delta t = 40\text{ K}$) | | | |
|-------------|--|------------|--|------------|--|------------|--|------------|
| | t_D ($^{\circ}\text{C}$) | s_{tD} | t_v ($^{\circ}\text{C}$) | s_{tD} | t_D ($^{\circ}\text{C}$) | s_{tD} | t_v ($^{\circ}\text{C}$) | s_{tD} |
| model (1/1) | 20,48 | $\pm 0,02$ | 20,43 | $\pm 0,03$ | 20,59 | $\pm 0,04$ | 20,47 | $\pm 0,04$ |
| model (3) | 20,33 ($\Delta t_D = -0,15$ $^{\circ}\text{C}$ tj., $-0,73$ $\pm 0,24\%$) | $\pm 0,03$ | 20,33 ($\Delta t_v = -0,1$ $^{\circ}\text{C}$ tj., $-$ $0,49 \pm$ $0,029\%$) | $\pm 0,03$ | 19,66 ($\Delta t_D = -0,93$ $^{\circ}\text{C}$ tj., $-4,52$ $\pm 0,24\%$) | $\pm 0,01$ | 19,68 ($\Delta t_v = -0,79$ $^{\circ}\text{C}$ tj., $-3,86$ $\pm 0,34\%$) | $\pm 0,03$ |

C) Porovnání teplot vzduchu t_L ve výšce 0,05 m, 1,5 m a 2,75 m modelu (1) a (3)

| Model číslo | ZPS pro model (1/1) $t_{w1}/t_{w2}/t_D = 90/70/20\text{ }^{\circ}\text{C}$ $t_m/t_D = 80/20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\Delta t = 60\text{K}$) | | | První PS pro model (1/1) $t_m/t_D = 60/20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\Delta t = 40\text{K}$) | | |
|-------------|--|--|--|---|--|--|
| | $t_{L\ 0,05}\text{ }(^{\circ}\text{C})$ | $t_{L\ 1,5}\text{ }(^{\circ}\text{C})$ | $t_{L\ 2,75}\text{ }(^{\circ}\text{C})$ | $t_{L\ 0,05}\text{ }(^{\circ}\text{C})$ | $t_{L\ 1,5}\text{ }(^{\circ}\text{C})$ | $t_{L\ 2,75}\text{ }(^{\circ}\text{C})$ |
| model (1/1) | 19,1 | 22,0 | 21,8 | 19,4 | 22,2 | 21,4 |
| model (3) | 18,8 ($\Delta t_L = -0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ tj., -1,57 %) | 22,2 ($\Delta t_L = 0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ tj., 0,91 %) | 21,7 ($\Delta t_L = -0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ tj., -0,46 %) | 18,4 ($\Delta t_L = -1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ tj., -5,16 %) | 21,5 ($\Delta t_L = -0,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ tj., -3,15 %) | 20,4 ($\Delta t_L = -1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ tj., -4,67 %) |

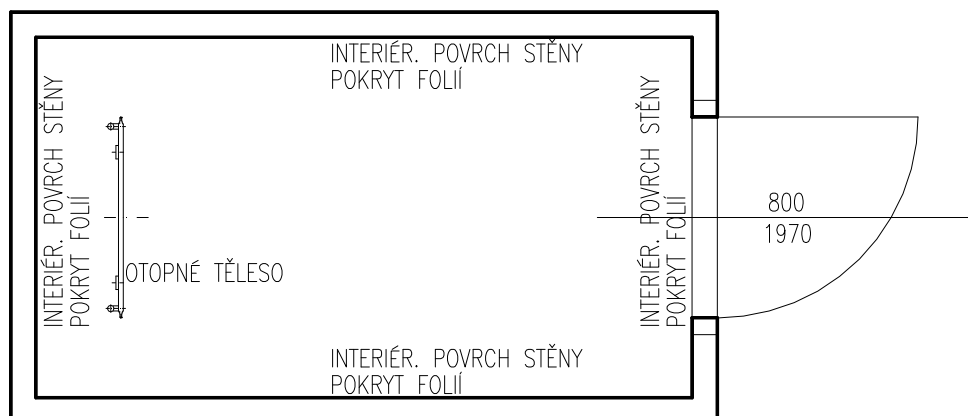
C) Porovnání povrchových teplot interiérových stěn t_p modelu (1/1 a 3)

| Model číslo | ZPS pro model (1/1) $t_{w1}/t_{w2}/t_D = 90/70/20\text{ }^{\circ}\text{C}$ $t_m/t_D = 80/20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\Delta t = 60\text{K}$) | | | | | | |
|-------------|--|--|--|--|--|---|--|
| | t_p podlaha ($^{\circ}\text{C}$) | t_p strop ($^{\circ}\text{C}$) | t_p pravá strana ($^{\circ}\text{C}$) | t_p levá strana ($^{\circ}\text{C}$) | t čelní strana ($^{\circ}\text{C}$) | t zadní strana ($^{\circ}\text{C}$) | $t_{p\ 0,3}\text{ }(^{\circ}\text{C})$ |
| model (1/1) | 17,5 | 17,2 | 17,4 | 18,0 | 17,9 | 20,0 | 33,8 |
| model (3) | 18,1 ($\Delta t_p = 0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ tj., 3,43 %) | 18,6 ($\Delta t_p = 1,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ tj., 8,14 %) | 19,1 ($\Delta t_p = 1,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ tj., 9,77 %) | 19,1 ($\Delta t_p = 1,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ tj., 6,11 %) | 18,5 ($\Delta t_p = 0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ tj., 3,35 %) | 18,8 ($\Delta t_p = 1,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ tj., 6,0 %) | 19,8 ($\Delta t_p = -14,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ tj., -41,42 %) |

| Model číslo | První PS pro model (1/1) $t_m/t_D = 80/20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\Delta t = 60\text{K}$) | | | | | | |
|-------------|---|--|--|--|--|--|--|
| | t_p podlaha ($^{\circ}\text{C}$) | t_p strop ($^{\circ}\text{C}$) | t_p pravá strana ($^{\circ}\text{C}$) | t_p levá strana ($^{\circ}\text{C}$) | t čelní strana ($^{\circ}\text{C}$) | t zadní strana ($^{\circ}\text{C}$) | $t_{p\ 0,3}\text{ }(^{\circ}\text{C})$ |
| model (1/1) | 17,9 | 17,7 | 17,9 | 18,3 | 18,4 | 19,7 | 30,5 |
| model (3) | 18,0 ($\Delta t_p = 0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ tj., 0,56 %) | 18,5 ($\Delta t_p = 0,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ tj., 4,52 %) | 18,9 ($\Delta t_p = 1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ tj., 5,59 %) | 18,7 ($\Delta t_p = 0,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ tj., 2,19 %) | 18,5 ($\Delta t_p = 0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ tj., 0,54 %) | 18,6 ($\Delta t_p = -1,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ tj., -5,58 %) | 19,6 ($\Delta t_p = -10,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ tj., -33,74 %) |

MODEL (4) - pokovená oboustranně vysoce lesklá fólie byla kontaktně a celoplošně umístěna, tj. bodovým přichycením lepicí páskou a sadou magnetů, na všech čtyřech vnitřních interiérových stěnách zkušební komory. Plocha stropu a podlahy nebyla fólií pokryta. Fólií byly kontaktně přikryty snímače teploty povrchu stěn, na něž byla celoplošně umístěna.

Obr. č. 6: Půdorys zkušební komory s otopným tělesem a fóliemi na čtyřech stěnách



A) Porovnání tepelného výkonu otopného tělesa modelu (1/1) a (4)

| Model číslo | ZPS pro model (1/1) $t_{w1}/t_{w2}/t_D = 90/70/20\text{ }^{\circ}\text{C}$ $t_m/t_D = 80/20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\Delta t = 60\text{K}$) | | První PS pro model (1/1) $t_m/t_D = 60/20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\Delta t = 40\text{ K}$) | |
|-------------|--|---------------------------------|--|---------------------------------|
| | tepelný výkon Q (W) | nejistota měření $\pm U$ (W) | tepelný výkon Q (W) | nejistota měření $\pm U$ (W) |
| model (1/1) | 971 ($\Delta Q = 0$) | 17 | 581 ($\Delta Q = 0$) | 14 |
| model (4) | 803 ($\Delta Q = 168\text{ W}$, tj. $17,30 \pm 3,50\%$) | 17 | 483 ($\Delta Q = 98\text{ W}$, tj. $16,86 \pm 5,16\%$) | 16 |

B) Porovnání teploty vzduchu a výsledné teploty (Vernon - Jokl) modelu (1/1) a (4)

| Model číslo | ZPS pro model (1/1) $t_{w1}/t_{w2}/t_D = 90/70/20\text{ }^{\circ}\text{C}$ $t_m/t_D = 80/20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\Delta t = 60\text{K}$) | | | | První PS pro model (1/1) $t_m/t_D = 60/20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\Delta t = 40\text{ K}$) | | | |
|-------------|--|------------|--|------------|--|------------|--|------------|
| | t_D ($^{\circ}\text{C}$) | s_{tD} | t_v ($^{\circ}\text{C}$) | s_{tD} | t_D ($^{\circ}\text{C}$) | s_{tD} | t_v ($^{\circ}\text{C}$) | s_{tD} |
| model (1/1) | 20,48 | $\pm 0,02$ | 20,43 | $\pm 0,03$ | 20,59 | $\pm 0,04$ | 20,47 | $\pm 0,04$ |
| model (4) | 20,38 ($\Delta t_D = -0,10$ $^{\circ}\text{C}$ tj., $-0,49$ $\pm 0,44\%$) | $\pm 0,07$ | 20,52 ($\Delta t_v = 0,09$ $^{\circ}\text{C}$ tj., $0,44$ $\pm 0,49\%$) | $\pm 0,07$ | 20,69 ($\Delta t_D = 0,1$ $^{\circ}\text{C}$ tj., $0,49 \pm$ $0,49\%$) | $\pm 0,06$ | 20,82 ($\Delta t_v = 0,35$ $^{\circ}\text{C}$ tj., $1,71$ $\pm 0,68\%$) | $\pm 0,10$ |

C) Porovnání teplot vzduchu t_L ve výšce 0,05 m, 1,5 m a 2,75 m modelu (1/1) a (4)

| Model číslo | ZPS pro model (1/1) $t_{w1}/t_{w2}/t_D = 90/70/20\text{ }^\circ\text{C}$ $t_m/t_D = 80/20\text{ }^\circ\text{C}$ ($\Delta t = 60\text{K}$) | | | První PS pro model (1/1) $t_m/t_D = 60/20\text{ }^\circ\text{C}$ ($\Delta t = 40\text{K}$) | | |
|-------------|--|--|--|---|--|--|
| | $t_{L\ 0,05}\text{ (}^\circ\text{C)}$ | $t_{L\ 1,5}\text{ (}^\circ\text{C)}$ | $t_{L\ 2,75}\text{ (}^\circ\text{C)}$ | $t_{L\ 0,05}\text{ (}^\circ\text{C)}$ | $t_{L\ 1,5}\text{ (}^\circ\text{C)}$ | $t_{L\ 2,75}\text{ (}^\circ\text{C)}$ |
| model (1/1) | 19,1 | 22,0 | 21,8 | 19,4 | 22,2 | 21,4 |
| model (4) | 19,1 ($\Delta t_L = 0\text{ }^\circ\text{C}$ tj., 0 %) | 22,4 ($\Delta t_L = 0,4\text{ }^\circ\text{C}$ tj., 1,82 %) | 21,0 ($\Delta t_L = -0,8\text{ }^\circ\text{C}$ tj., -3,67 %) | 18,9 ($\Delta t_L = -0,5\text{ }^\circ\text{C}$ tj., -2,58 %) | 22,6 ($\Delta t_L = 0,4\text{ }^\circ\text{C}$ tj., 1,80 %) | 21,9 ($\Delta t_L = 0,5\text{ }^\circ\text{C}$ tj., 2,34 %) |

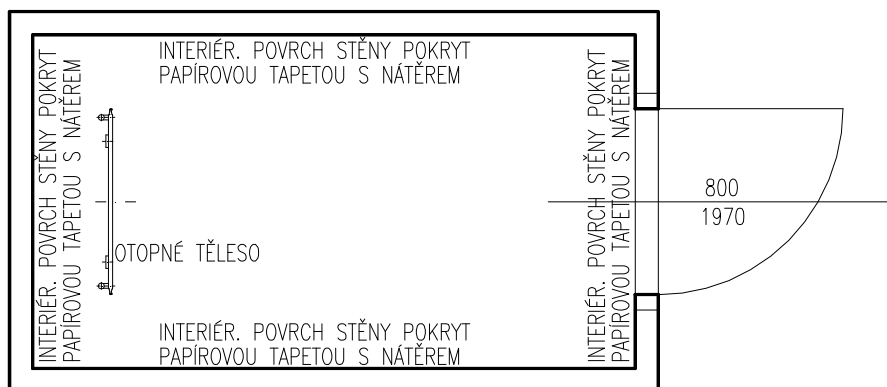
D) Porovnání povrchových teplot interiérových stěn t_p modelů (1/1 a 4)

| Model číslo | ZPS pro model (1/1) $t_{w1}/t_{w2}/t_D = 90/70/20\text{ }^\circ\text{C}$ $t_m/t_D = 80/20\text{ }^\circ\text{C}$ ($\Delta t = 60\text{K}$) | | | | | | |
|-------------|--|--|--|--|--|--|--|
| | t_p podlaha ($^\circ\text{C}$) | t_p strop ($^\circ\text{C}$) | t_p pravá strana ($^\circ\text{C}$) | t_p levá strana ($^\circ\text{C}$) | t_p čelní strana ($^\circ\text{C}$) | t_p zadní strana ($^\circ\text{C}$) | $t_{p\ 0,3}\text{ (}^\circ\text{C)}$ |
| model (1/1) | 17,5 | 17,2 | 17,4 | 18,0 | 17,9 | 20,0 | 33,8 |
| model (4) | 18,3 ($\Delta t_p = 0,8\text{ }^\circ\text{C}$ tj., 4,57 %) | 18,8 ($\Delta t_p = 1,6\text{ }^\circ\text{C}$ tj., 9,30 %) | 18,9 ($\Delta t_p = 1,5\text{ }^\circ\text{C}$ tj., 8,62 %) | 19,5 ($\Delta t_p = 1,5\text{ }^\circ\text{C}$ tj., 8,33 %) | 18,8 ($\Delta t_p = 0,9\text{ }^\circ\text{C}$ tj., 5,03 %) | 18,9 ($\Delta t_p = 1,1\text{ }^\circ\text{C}$ tj., 5,50 %) | 19,9 ($\Delta t_p = -13,9\text{ }^\circ\text{C}$ tj., -41,12 %) |

| Model číslo | První PS pro model (1/1) $t_m/t_D = 80/20\text{ }^\circ\text{C}$ ($\Delta t = 60\text{K}$) | | | | | | |
|-------------|---|--|--|--|---|--|--|
| | t_p podlaha ($^\circ\text{C}$) | t_p strop ($^\circ\text{C}$) | t_p pravá strana ($^\circ\text{C}$) | t_p levá strana ($^\circ\text{C}$) | t_p čelní strana ($^\circ\text{C}$) | t_p zadní strana ($^\circ\text{C}$) | $t_{p\ 0,3}\text{ (}^\circ\text{C)}$ |
| model (1/1) | 17,9 | 17,7 | 17,9 | 18,3 | 18,4 | 19,7 | 30,5 |
| model (4) | 17,9 ($\Delta t_p = 0\text{ }^\circ\text{C}$ tj., 0 %) | 18,4 ($\Delta t_p = 0,7\text{ }^\circ\text{C}$ tj., 3,95 %) | 18,4 ($\Delta t_p = 0,5\text{ }^\circ\text{C}$ tj., 2,79 %) | 18,5 ($\Delta t_p = 0,2\text{ }^\circ\text{C}$ tj., 1,09 %) | 18,3 ($\Delta t_p = 0,1\text{ }^\circ\text{C}$ tj., %) | 18,6 ($\Delta t_p = 1,1\text{ }^\circ\text{C}$ tj., 5,58 %) | 19,6 ($\Delta t_p = -10,9\text{ }^\circ\text{C}$ tj., -35,74 %) |

MODEL (5) - hladká papírová tapeta pokrytá vybraným interiérovým reflexním a tepelně izolačním nátěrem byla kontaktně a celoplošně umístěna, tj. bodovým přichycením lepicí páskou a sadou magnetů, na všech čtyřech vnitřních interiérových stěnách zkušební komory a na ploše stropu. Plocha podlahy nebyla tapetou pokryta. Tapetou byly kontaktně přikryty snímače teploty povrchu stěn, na něž byla celoplošně umístěna.

Obr. č. 7: Půdorys zkušební komory s otopným tělesem a tapetou s interiérovým reflexním a tepelně izolačním nátěrem na čtyřech stěnách a stropu



A) Porovnání tepelného výkonu otopného tělesa modelu (1/2) a (5)

| Model číslo | ZPS pro model (1/2) $t_{w1}/t_{w2}/t_D = 90/70/20\text{ }^{\circ}\text{C}$ $t_m/t_D = 80/20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\Delta t = 60\text{K}$) | | První PS $T_m/t_D = 60/20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\Delta t = 40\text{ K}$) | |
|-------------|--|---------------------------------|--|---------------------------------|
| | tepelný výkon Q (W) | nejistota měření $\pm U$ (W) | tepelný výkon Q (W) | nejistota měření $\pm U$ (W) |
| model (1/2) | 973 ($\Delta Q = 0$) | 12 | | |
| model (5) | 960 ($\Delta Q = 13\text{ W}$, tj. $1,34 \pm 2,67\%$) | 14 | neměřeno | |

B) Porovnání teploty vzduchu modelu (1/2) a (5)

| Model číslo | ZPS pro model (1/2) $t_{w1}/t_{w2}/t_D = 90/70/20\text{ }^{\circ}\text{C}$ $t_m/t_D = 80/20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\Delta t = 60\text{K}$) | | | | První PS | | | |
|-------------|--|------------|------------------------------|----------|------------------------------|----------|------------------------------|----------|
| | t_D ($^{\circ}\text{C}$) | s_{tD} | t_v ($^{\circ}\text{C}$) | s_{tD} | t_D ($^{\circ}\text{C}$) | s_{tD} | t_v ($^{\circ}\text{C}$) | s_{tD} |
| model (1/2) | 20,66 | $\pm 0,06$ | | | | | | |
| model (5) | 20,69 ($\Delta t_D = 0,03$ $^{\circ}\text{C}$ tj., $0,15 \pm$ $0,63\%$) | $\pm 0,07$ | | | | | | |

C) Porovnání teplot vzduchu t_L ve výšce 0,05 m, 1,5 m a 2,75 m v modelu (1/2 a 5)

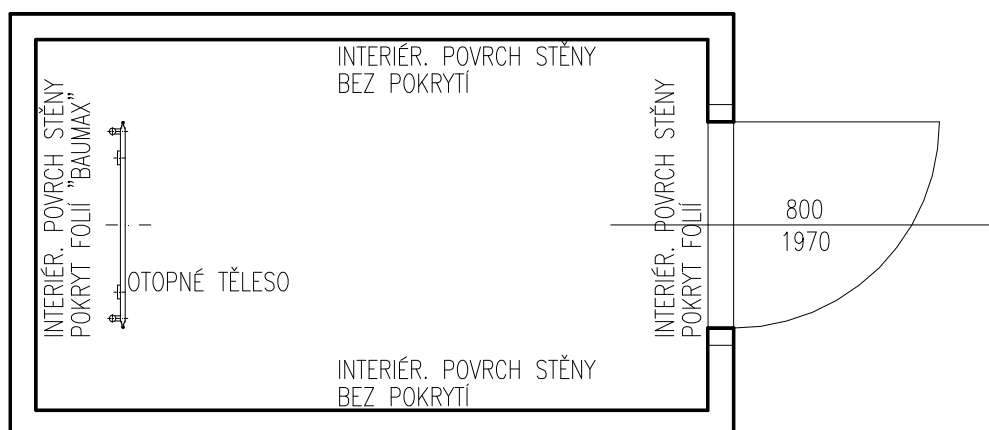
| Model číslo | ZPS pro model (1/2) $t_{w1}/t_{w2}/t_D = 90/70/20\text{ }^{\circ}\text{C}$ $t_m/t_D = 80/20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\Delta t = 60\text{K}$) | | |
|-------------|--|--|--|
| | $t_{L\ 0,05}\text{ (}^{\circ}\text{C)}$ | $t_{L\ 2,75}\text{ (}^{\circ}\text{C)}$ | $t_{L\ 0,05}\text{ (}^{\circ}\text{C)}$ |
| model (1) | 19,0 | 22,2 | 22,0 |
| model (5) | 18,7 ($\Delta t_L = -0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ tj., -1,58 %) | 22,6 ($\Delta t_L = 0,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ tj., 1,80 %) | 22,1 ($\Delta t_L = -0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ tj., -0,46 %) |

D) Porovnání povrchových teplot interiérových stěn t_p modelů (1/2 a 5)

| Model číslo | ZPS pro model (1/2) $t_{w1}/t_{w2}/t_D = 90/70/20\text{ }^{\circ}\text{C}$ $t_m/t_D = 80/20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\Delta t = 60\text{K}$) | | | | | | |
|-------------|--|--|--|---|--|---|--|
| | $t_p\text{ podlaha (}^{\circ}\text{C)}$ | $t_p\text{ strop (}^{\circ}\text{C)}$ | $t_p\text{ pravá strana (}^{\circ}\text{C)}$ | $t_p\text{ levá strana (}^{\circ}\text{C)}$ | $t_p\text{ čelní strana (}^{\circ}\text{C)}$ | $t_p\text{ zadní strana (}^{\circ}\text{C)}$ | $t_p\ 0,3\text{ (}^{\circ}\text{C)}$ |
| model (1/2) | 17,3 | 17,2 | 17,0 | 17,8 | 18,1 | 20,5 | 33,0 |
| model (5) | 17,6 ($\Delta t_p = 0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ tj., 1,73 %) | 16,9 ($\Delta t_p = -0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ tj., -1,74 %) | 16,9 ($\Delta t_p = -0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ tj., -0,59 %) | 17,8 ($\Delta t_p = 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ tj., 0 %) | 18,3 ($\Delta t_p = 0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ tj., 1,11 %) | 20,0 ($\Delta t_p = -0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ tj., 2,44 %) | 33,3 ($\Delta t_p = 0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ tj., 0,91 %) |

MODEL (6) - pokovená matná hrubá fólie za „radiátory“ zn. BAUMAX - AL SPECIAL FOLIE (Německo) 600 x 1200 (mm) opatřena na zadní straně 4 mm polystyrenu byla kontaktně umístěna tj. bodovým přichycením lepicí páskou a sadou magnetů, na stěně za otopným tělesem, tak aby nárysný průmět otopného tělesa a lesklé fólie se kryl. Polystyrenový povrch speciální fólie byl připevněn ke stěně komory, tak že lesklý pokovený povrch směřoval do interiéru komory. Fólií byl kontaktně přikryt snímač teploty povrchu $t_{p0,3}$, který byl umístěn ve výšce 0,3 m nad podlahou komory.

Obr. č. 8: Půdorys zkušební komory s otopným tělesem a fólií Baumax



A) Porovnání tepelného výkonu otopného tělesa modelu (1/3) a (6)

| Model číslo | ZPS $t_{w1}/t_{w2}/t_D = 90/70/20\text{ }^{\circ}\text{C}$ $t_m/t_D = 80/20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\Delta t = 60\text{K}$) | | První PS pro model (1/3) $t_m/t_D = 60/20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\Delta t = 40\text{ K}$) | |
|-------------|--|---------------------------------|--|---------------------------------|
| | tepelný výkon Q (W) | nejistota měření $\pm U$ (W) | tepelný výkon Q (W) | nejistota měření $\pm U$ (W) |
| model (1/3) | | | 587 ($\Delta Q = 0$) | 16 |
| model (6) | neměřeno | | 543 ($\Delta Q = 44\text{ W}$, tj. 7,49 % \pm 4,77) | 12 |

B) Porovnání teploty vzduchu a výsledné teploty (Vernon - Jokl) modelu (1/3) a (6)

| Model číslo | ZPS $t_{w1}/t_{w2}/t_D = 90/70/20\text{ }^{\circ}\text{C}$ $t_m/t_D = 80/20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\Delta t = 60\text{K}$) | | | | První PS pro model (1/3) $t_m/t_D = 60/20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\Delta t = 40\text{ K}$) | | | |
|-------------|--|----------|------------------------------|----------|--|----------------------|---|------------|
| | t_D ($^{\circ}\text{C}$) | s_{tD} | t_v ($^{\circ}\text{C}$) | s_{tD} | t_D ($^{\circ}\text{C}$) | s_{tD} | t_v ($^{\circ}\text{C}$) | s_{tD} |
| model (1/3) | | | | | 20,40 | $\pm 0,01$ | 20,28 | $\pm 0,04$ |
| model (6) | | | | | 19,84 ($\Delta t_D = -0,56$ $^{\circ}\text{C}$ tj., - 2,75 \pm 0,15 %) | \pm 0,02 | 19,07 ($\Delta t_v = -$ 1,21 $^{\circ}\text{C}$ tj., -5,97 \pm 0,35 %) | $\pm 0,03$ |

C) Porovnání teplot vzduchu t_L ve výšce 0,05 m, 1,5 m a 2,75 m modelu (1/3) a (1)

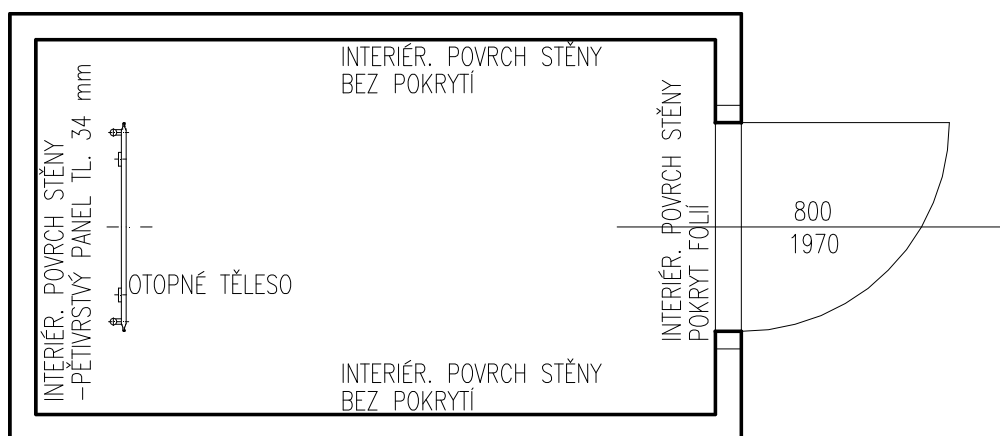
| Model číslo | ZPS $t_{w1}/t_{w2}/t_D = 90/70/20\text{ }^{\circ}\text{C}$ $t_m/t_D = 80/20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\Delta t = 60\text{K}$) | | | První PS pro model (1/3) $t_m/t_D = 60/20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\Delta t = 40\text{K}$) | | |
|-------------|--|---------------------------------------|--|---|--|--|
| | $t_{L,0,05}\text{ }(^{\circ}\text{C})$ | $t_{L,1,5}\text{ }(^{\circ}\text{C})$ | $t_{L,2,75}\text{ }(^{\circ}\text{C})$ | $t_{L,0,05}\text{ }(^{\circ}\text{C})$ | $t_{L,1,5}\text{ }(^{\circ}\text{C})$ | $t_{L,2,75}\text{ }(^{\circ}\text{C})$ |
| model (1/3) | | | | 19,2 | 22,1 | 21,3 |
| model (6) | | | | 18,6 ($\Delta t_L = -0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ tj., -3,13 %) | 21,5 ($\Delta t_L = -0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ tj., -2,72 %) | 20,4 ($\Delta t_L = -0,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ tj., -4,23 %) |

D) Porovnání povrchových teplot interiérových stěn t_p modelů (1/3 a 6)

| Model číslo | První PS pro model (1/3) $t_m/t_D = 60/20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\Delta t = 40\text{K}$) | | | | | | |
|-------------|---|--|--|--|--|--|---|
| | t_p podlaha ($^{\circ}\text{C}$) | t_p strop ($^{\circ}\text{C}$) | t_p pravá strana ($^{\circ}\text{C}$) | t_p levá strana ($^{\circ}\text{C}$) | t_p čelní strana ($^{\circ}\text{C}$) | t_p zadní strana ($^{\circ}\text{C}$) | $t_{p,0,3}\text{ }(^{\circ}\text{C})$ |
| model (1/3) | 18,6 | 18,9 | 19,2 | 19,3 | 19,2 | 20,5 | 31,2 |
| model (6) | 17,8 ($\Delta t_p = -0,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ tj., -4,30 %) | 17,7 ($\Delta t_p = -1,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ tj., -6,35 %) | 18,1 ($\Delta t_p = -1,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ tj., -5,73 %) | 18,7 ($\Delta t_p = -0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ tj., -3,11 %) | 18,4 ($\Delta t_p = -0,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ tj., -4,17 %) | 19,5 ($\Delta t_p = -1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ tj., -4,88 %) | 21,6 ($\Delta t_p = -9,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ tj., -30,77 %) |

MODEL (7) - pětivrstvý panel s rozměry 600 x 1200 x 34 mm na přední i zadní straně tvořen vysoce lesklou pokovenou fólií. Na rubové straně panelu byly předsazeny dřevěné lišty tl. 10 mm po celé jeho šířce. Panel byl připevněn za otopné těleso tak, že rubová strana panelu byla orientována k ploše stěny komory a mezi předsazenými dřevěnými lištami a stěnou komory vznikla mezera tl. 10. mm. Nárysný průmět panelu se kryl s nárysným průmětem.

Obr. č. 9: Půdorys zkušební komory s otopným tělesem a speciálním panelem



A) Porovnání tepelného výkonu otopného tělesa modelu (1/3) a (7)

| Model číslo | ZPS pro model (1/3) $t_{w1}/t_{w2}/t_D = 90/70/20\text{ }^{\circ}\text{C}$ $t_m/t_D = 80/20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\Delta t = 60\text{K}$) | | První PS pro model (1/3) $t_m/t_D = 60/20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\Delta t = 40\text{K}$) | |
|-------------|--|---------------------------------|---|---------------------------------|
| | tepelný výkon Q (W) | nejistota měření $\pm U$ (W) | tepelný výkon Q (W) | nejistota měření $\pm U$ (W) |
| model (1/3) | 974 ($\Delta Q = 0$) | 17 | 587 ($\Delta Q = 0$) | 16 |
| model (7) | 827 ($\Delta Q = 145\text{ W}$, tj. $14,93 \pm 3,90\%$) | 21 | 503 ($\Delta Q = 84\text{ W}$, tj. $14,31 \pm 4,77\%$) | 12 |

| Model číslo | Druhý PS pro model (1/3) $t_m/t_D = 50/20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\Delta t = 30\text{K}$) | |
|-------------|---|---------------------------------|
| | tepelný výkon Q (W) | nejistota měření $\pm U$ (W) |
| model (1/3) | 410 ($\Delta Q = 0$) | 12 |
| model (7) | 347 ($\Delta Q = 63\text{ W}$, tj. $15,36 \pm 5,61\%$) | 11 |

B) Porovnání teploty vzduchu a výsledné teploty (Vernon - Jokl)
modelu (1/1) a (7)

| Model číslo | ZPS pro model (1/3) $t_{w1}/t_{w2}/t_D = 90/70/20\text{ }^{\circ}\text{C}$ $t_m/t_D = 80/20\text{ }^{\circ}\text{C} (\Delta t = 60\text{K})$ | | | | První PS pro model (1/3) $t_m/t_D = 60/20\text{ }^{\circ}\text{C} (\Delta t = 40\text{K})$ | | | |
|-------------|--|------------|--|------------|---|------------|--|------------|
| | $t_D (^{\circ}\text{C})$ | s_{tD} | $t_v (^{\circ}\text{C})$ | s_{tD} | $t_D (^{\circ}\text{C})$ | s_{tD} | $t_v (^{\circ}\text{C})$ | s_{tD} |
| model (1/3) | 20,67 | $\pm 0,03$ | 20,62 | $\pm 0,03$ | 20,40 | $\pm 0,01$ | 20,28 | $\pm 0,04$ |
| model (7) | 20,64 ($\Delta t_D = -0,03$ $^{\circ}\text{C}$ tj., -0,15 $\pm 0,24\%$) | $\pm 0,02$ | 20,53 ($\Delta t_v = -$ $0,09\text{ }^{\circ}\text{C}$ tj., -0,44 \pm 0,29 %) | $\pm 0,03$ | 19,73 ($\Delta t_D = -0,67$ $^{\circ}\text{C}$ tj., -3,28 $\pm 0,25\%$) | $\pm 0,04$ | 19,67 ($\Delta t_v = -$ $0,61\text{ }^{\circ}\text{C}$ tj., -3,00 \pm 0,44 %) | $\pm 0,05$ |

| Model číslo | Druhý PS pro model (1/3) $t_m/t_D = 50/20\text{ }^{\circ}\text{C} (\Delta t = 30\text{K})$ | | | |
|-------------|---|------------|--|------------|
| | $t_D (^{\circ}\text{C})$ | s_{tD} | $T_v (^{\circ}\text{C})$ | s_{tD} |
| model (1/3) | 20,02 | $\pm 0,03$ | 19,82 | $\pm 0,04$ |
| model (7) | 19,56 ($\Delta t_D = -0,46$ $^{\circ}\text{C}$ tj., -2,28 $\pm 0,20\%$) | $\pm 0,01$ | 19,46 ($\Delta t_v = -0,36$ $^{\circ}\text{C}$ tj., -1,82 $\pm 0,30\%$) | $\pm 0,02$ |

C) Porovnání teplot vzduchu t_L ve výšce 0,05 m, 1,5 m a 2,75 m
modelu (1/3) a (7)

| Model číslo | ZPS pro model (1/3) $t_{w1}/t_{w2}/t_D = 90/70/20\text{ }^{\circ}\text{C}$ $t_m/t_D = 80/20\text{ }^{\circ}\text{C} (\Delta t = 60\text{K})$ | | | První PS pro model (1/3) $t_m/t_D = 60/20\text{ }^{\circ}\text{C} (\Delta t = 40\text{K})$ | | |
|-------------|--|---|---|---|---|---|
| | $t_{L,0,05} (^{\circ}\text{C})$ | $t_{L,1,5} (^{\circ}\text{C})$ | $t_{L,2,75} (^{\circ}\text{C})$ | $t_{L,0,05} (^{\circ}\text{C})$ | $t_{L,1,5} (^{\circ}\text{C})$ | $t_{L,2,75} (^{\circ}\text{C})$ |
| model (1/3) | 19,2 | 22,3 | 21,9 | 19,2 | 22,1 | 21,3 |
| model (7) | 18,9 ($\Delta t_L = -$ $0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ tj., - $1,56\%$) | 22,3 ($\Delta t_L =$ $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ tj., 0 %) | 21,7 ($\Delta t_L = -0,2$ $^{\circ}\text{C}$ tj., - $0,91\%$) | 18,5 ($\Delta t_L = -$ $0,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ tj., - $3,65\%$) | 21,2 ($\Delta t_L = -$ $0,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ tj., - $4,07\%$) | 19,9 ($\Delta t_L = -$ $1,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ tj., - $6,57\%$) |

| Model číslo | Druhý PS pro model (1/3) $t_m/t_D = 50/20\text{ }^{\circ}\text{C} (\Delta t = 30\text{K})$ | | |
|-------------|---|---|---|
| | $t_{L,0,05} (^{\circ}\text{C})$ | $t_{L,2,75} (^{\circ}\text{C})$ | $t_{L,0,05} (^{\circ}\text{C})$ |
| model (1/3) | 19,1 | 21,8 | 20,4 |
| model (7) | 18,5 ($\Delta t_L = -$ $0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ tj., - $3,14\%$) | 21,3 ($\Delta t_L = -$ $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ tj., - $2,29\%$) | 20,3 ($\Delta t_L = -$ $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ tj., - $0,49\%$) |

D) Porovnání povrchových teplot interiérových stěn t_p modelů (1/3 a 7)

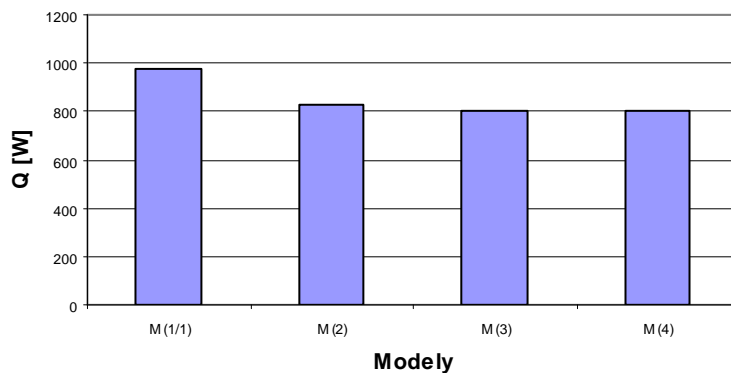
| Model číslo | ZPS pro model (1/3) | | | | | | |
|-------------|---|--|--|--|--|---|--|
| | $t_{w1}/t_{w2}/t_D = 90/70/20\text{ }^{\circ}\text{C}$ $t_m/t_D = 80/20\text{ }^{\circ}\text{C} (\Delta t = 60\text{K})$ | | | | | | |
| | t_p podlaha ($^{\circ}\text{C}$) | t_p strop ($^{\circ}\text{C}$) | t_p pravá strana ($^{\circ}\text{C}$) | t_p levá strana ($^{\circ}\text{C}$) | t_p čelní strana ($^{\circ}\text{C}$) | t_p zadní strana ($^{\circ}\text{C}$) | $t_{p,0,3}$ ($^{\circ}\text{C}$) ($^{\circ}\text{C}$) |
| model (1/3) | 18,4 | 18,7 | 19,1 | 19,3 | 19,1 | 21,1 | 34,2 |
| model (7) | 18,2 ($\Delta t_p = -0,2$ $^{\circ}\text{C}$ tj., - 1,09 %) | 18,2 ($\Delta t_p = -0,5$ $^{\circ}\text{C}$ tj., - 2,67 %) | 18,7 ($\Delta t_p = -0,4$ $^{\circ}\text{C}$ tj., - 2,09 %) | 19,2 ($\Delta t_p = -0,1$ $^{\circ}\text{C}$ tj., - 0,52 %) | 18,9 ($\Delta t_p = -0,2$ $^{\circ}\text{C}$ tj., - 1,05 %) | 21,1 ($\Delta t_p = 0$ $^{\circ}\text{C}$ tj., 0 %) | 19,8 ($\Delta t_p = -14,4$ $^{\circ}\text{C}$ tj., - 42,11 %) |

| Model číslo | První PS pro model (1/3) | | | | | | |
|-------------|---|--|--|--|--|---|--|
| | $t_m/t_D = 60/20\text{ }^{\circ}\text{C} (\Delta t = 40\text{K})$ | | | | | | |
| | t_p podlaha ($^{\circ}\text{C}$) | t_p strop ($^{\circ}\text{C}$) | t_p pravá strana ($^{\circ}\text{C}$) | t_p levá strana ($^{\circ}\text{C}$) | t čelní strana ($^{\circ}\text{C}$) | t zadní strana ($^{\circ}\text{C}$) | $t_{p,0,3}$ ($^{\circ}\text{C}$) ($^{\circ}\text{C}$) |
| model (1/3) | 18,6 | 18,9 | 19,2 | 19,3 | 19,2 | 20,5 | 31,2 |
| model (7) | 17,7 ($\Delta t_p = -0,9$ $^{\circ}\text{C}$ tj., -4,84 %) | 17,6 ($\Delta t_p = -1,3$ $^{\circ}\text{C}$ tj., -6,88 %) | 18,0 ($\Delta t_p = -1,2$ $^{\circ}\text{C}$ tj., -6,25 %) | 18,5 ($\Delta t_p = -0,8$ $^{\circ}\text{C}$ tj., -4,15 %) | 18,3 ($\Delta t_p = -0,9$ $^{\circ}\text{C}$ tj., -4,69 %) | 19,4 ($\Delta t_p = -1,1$ $^{\circ}\text{C}$ tj., 5,37 %) | 19,2 ($\Delta t_p = -12,0$ $^{\circ}\text{C}$ tj., -38,46 %) |

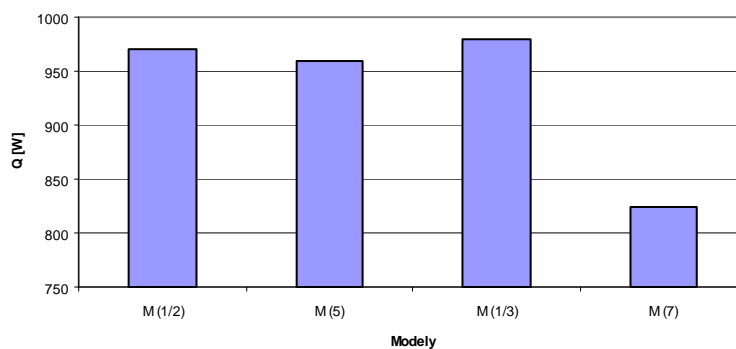
| Model číslo | Druhý PS pro model (1/3) | | | | | | |
|-------------|--|--|--|--|--|--|---|
| | $t_m/t_D = 50/20\text{ }^{\circ}\text{C} (\Delta t = 30\text{K})$ | | | | | | |
| | t_p podlaha ($^{\circ}\text{C}$) | t_p strop ($^{\circ}\text{C}$) | t_p pravá strana ($^{\circ}\text{C}$) | t_p levá strana ($^{\circ}\text{C}$) | t_p čelní strana ($^{\circ}\text{C}$) | t_p zadní strana ($^{\circ}\text{C}$) | $t_{p,0,3}$ ($^{\circ}\text{C}$) ($^{\circ}\text{C}$) |
| model (1/3) | 18,6 | 18,8 | 19,1 | 19,2 | 19,1 | 19,9 | 27,9 |
| model (7) | 17,7 ($\Delta t_p = -0,9$ $^{\circ}\text{C}$ tj., - 4,84 %) | 17,7 ($\Delta t_p = -1,1$ $^{\circ}\text{C}$ tj., - 5,85 %) | 18,1 ($\Delta t_p = -1,0$ $^{\circ}\text{C}$ tj., - 5,24 %) | 18,5 ($\Delta t_p = -0,7$ $^{\circ}\text{C}$ tj., - 3,65 %) | 18,3 ($\Delta t_p = -0,8$ $^{\circ}\text{C}$ tj., - 4,19 %) | 19,7 ($\Delta t_p = -0,2$ $^{\circ}\text{C}$ tj., -1,00 %) | 19,2 ($\Delta t_p = -8,7$ $^{\circ}\text{C}$ tj., - 31,18 %) |

A) Grafické vyhodnocení středních hodnot tepelných výkonů Q [W]

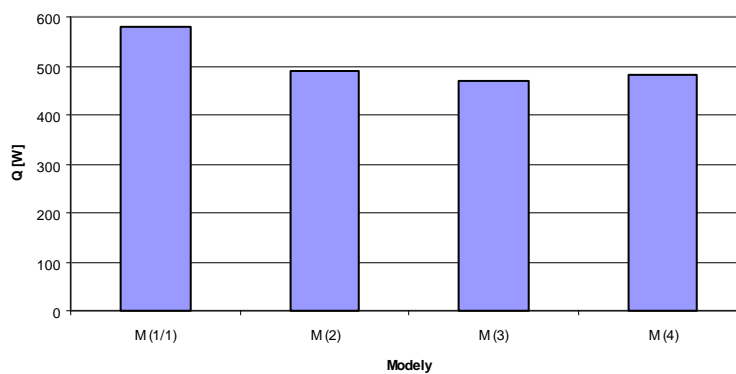
1) modely 1/1 až 4 v ZPS (1/1)



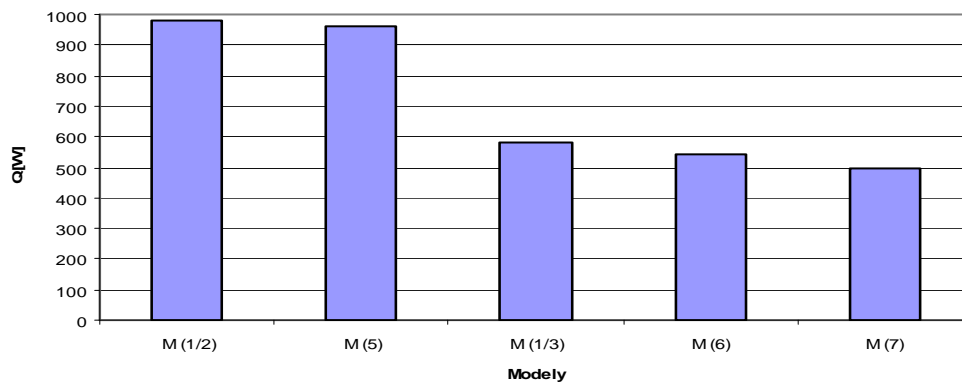
2) modely 1/1 a 5 v ZPS (1/2) a modely 1 a 7 v ZPS (1/3)



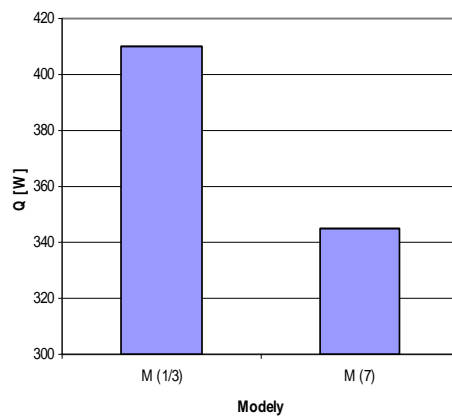
3) modely 1/1 až 4 v prvním PS (1/1)



4) modely 1/2 a 5 v prvním PS (1/2) a modely 1/3 a 6, 7 v prvním PS (1/3)

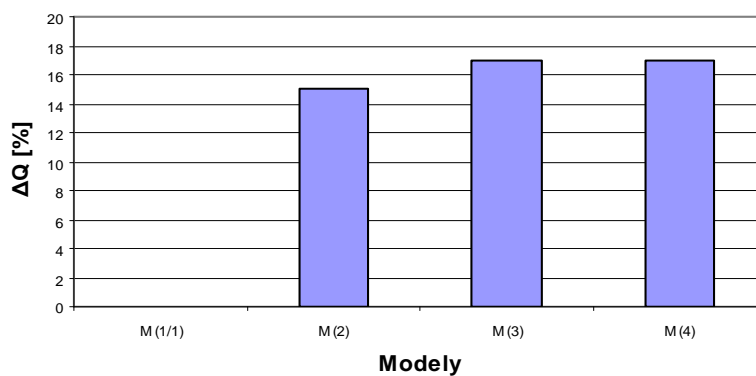


5) modely 1/3 a 7 v druhém PS (1/3)

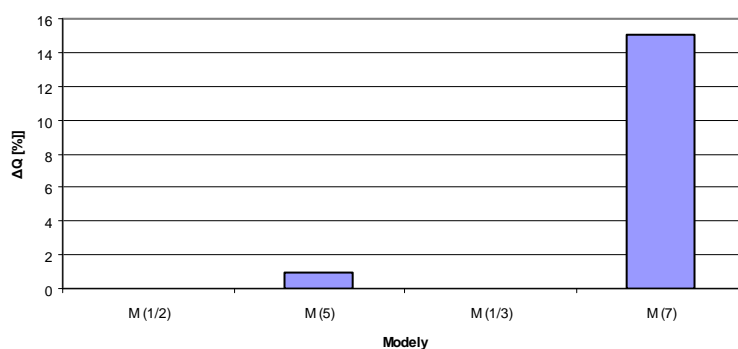


B) Grafické vyhodnocení středních hodnot ΔQ [%]

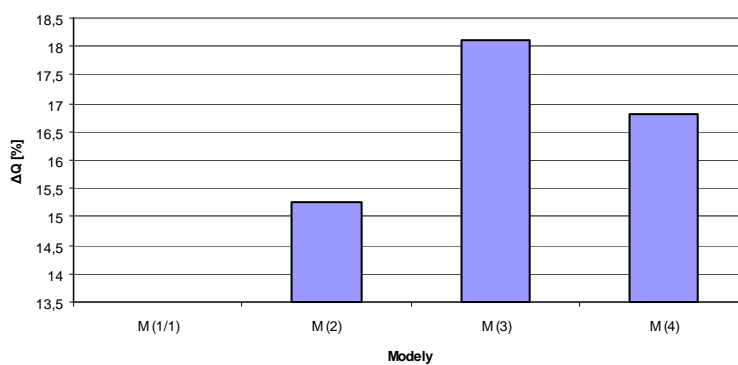
1) modely 1/1 až 4 v ZPS (1/1)



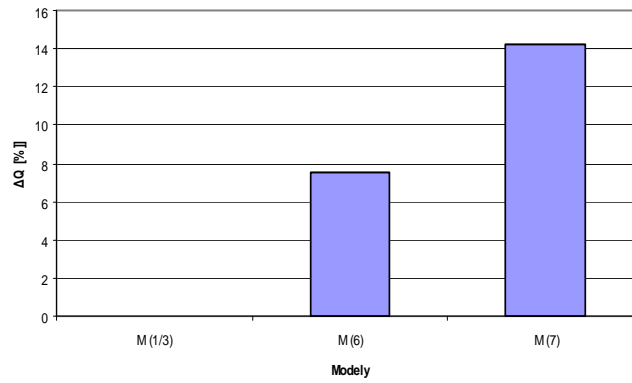
2) modely 1/1 a 5 v ZPS (1/2) a modely 1 a 7 v ZPS (1/3)



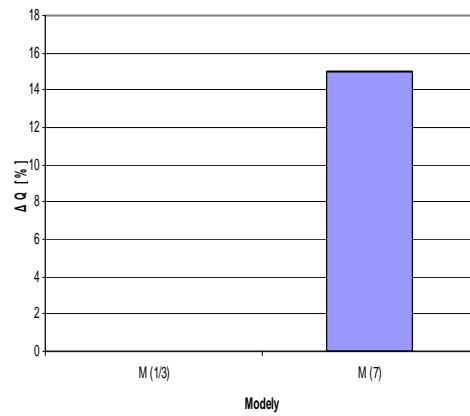
3) modely 1/1 až 4 v prvním PS (1/1)



4) modely 1/2 a 5 v prvním PS (1/2) a modely 1/3 a 6, 7 v prvním PS (1/3)

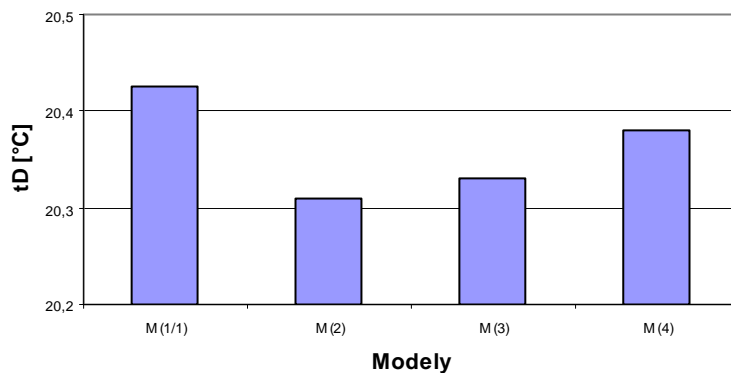


5) modely 1/3 a 7 v druhém PS (1/3)

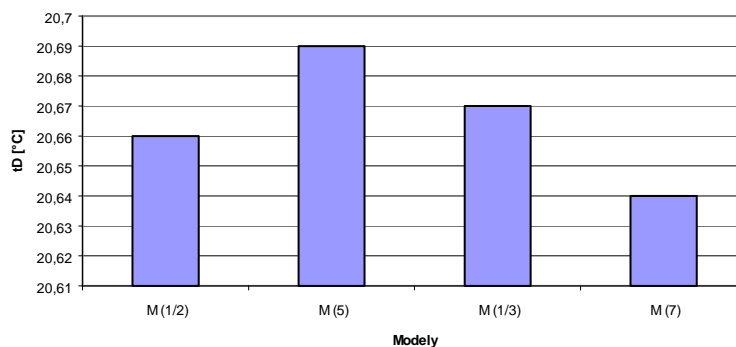


C) Grafické vyhodnocení středních hodnot vztažných teplot vzduchu t_D [$^{\circ}\text{C}$]

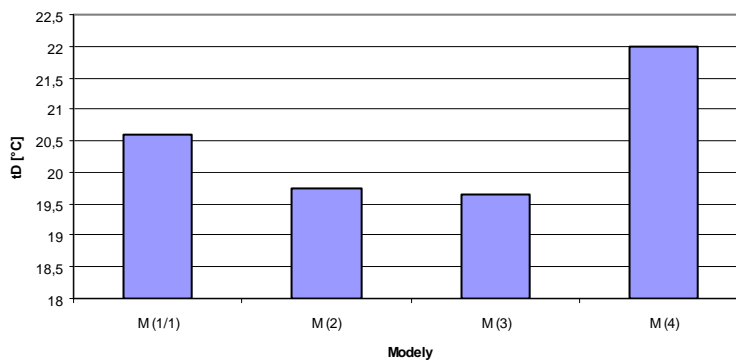
1) modely 1/1 až 4 v ZPS (1/1)



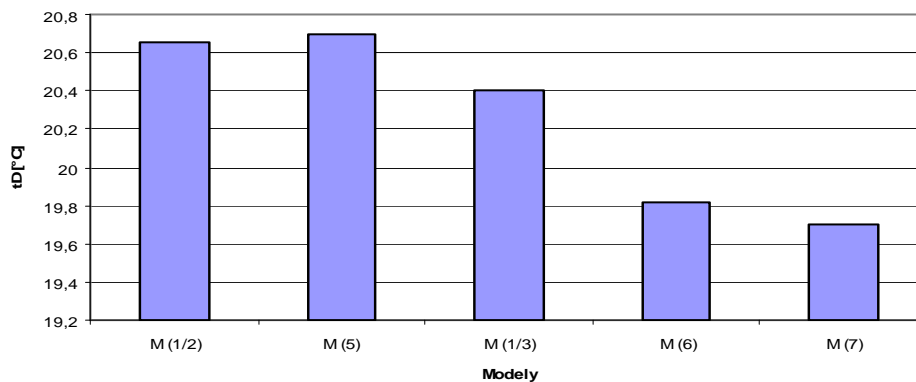
2) modely 1/1 a 5 v ZPS (1/2) a modely 1 a 7 v ZPS (1/3)



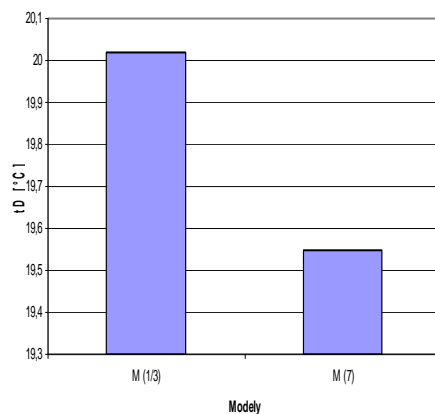
3) modely 1/1 až 4 v prvním PS (1/1)



4) modely 1/2 a 5 v prvním PS (1/2) a modely 1/3 a 6,7 v prvním PS (1/3)

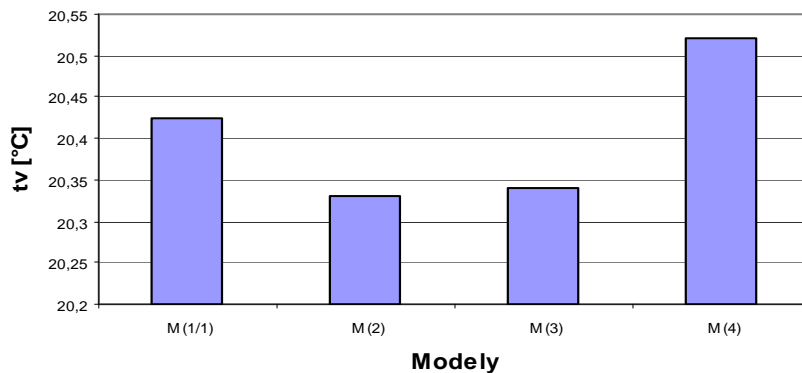


5) modely 1/3 a 7 v druhém PS (1/3)

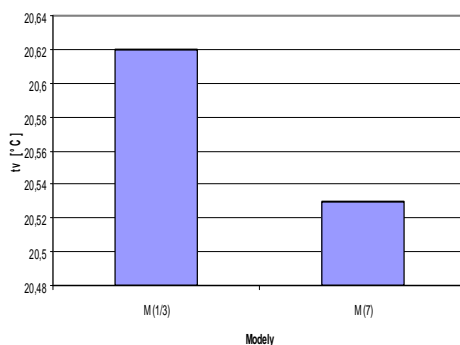


D) Grafické vyhodnocení středních hodnot výsledných teplot t_v [$^{\circ}$ C] (Vernon - Jokl)

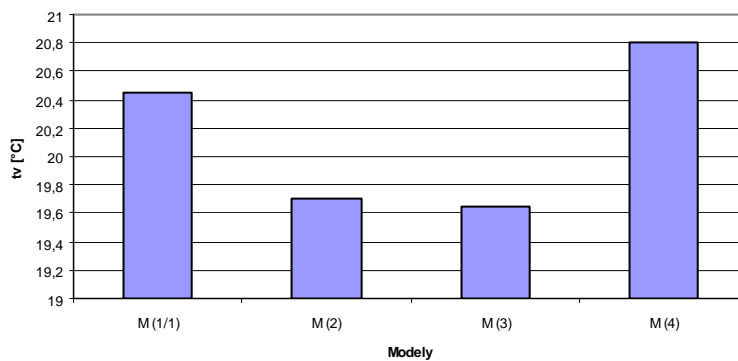
1) modely 1/1 až 4 v ZPS (1/1)



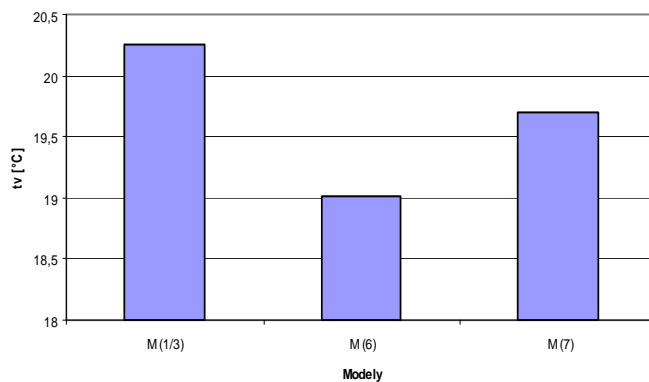
2) modely 1 a 7 v ZPS (1/3)



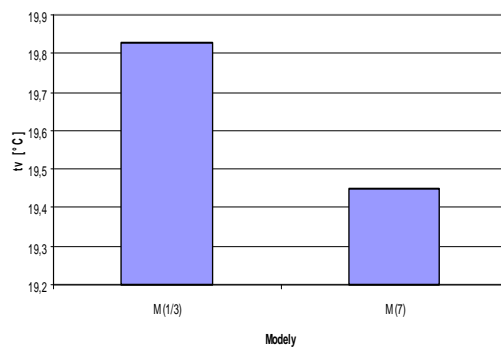
3) modely 1/1 až 4 v prvním PS (1/1)



4) modely 1/2 a 5 v prvním PS (1/2) a modely 1/3 a 6,7 v prvním PS (1/3)

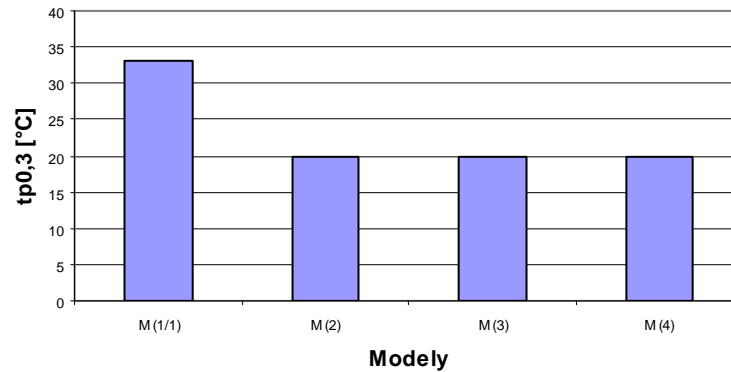


5) modely 1/3 a 7 v druhém PS (1/3)

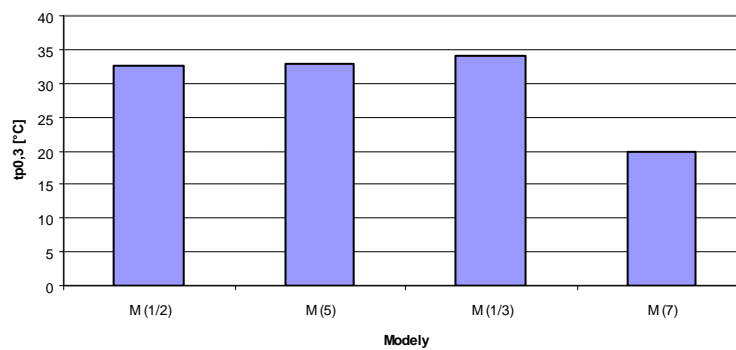


E) Grafické vyhodnocení povrchových teplot $t_{p0,3}$ [°C]

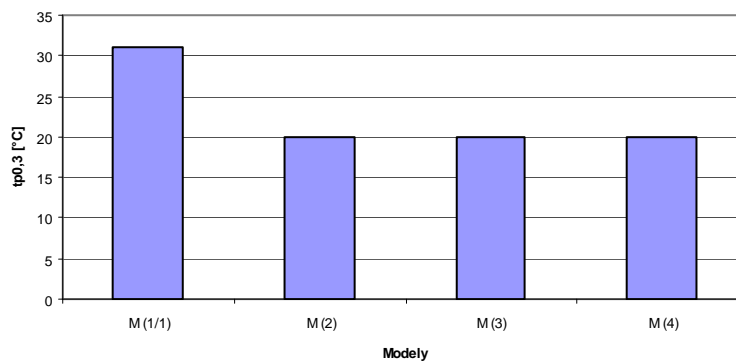
1) modely 1/1 až 4 v ZPS (1/1)



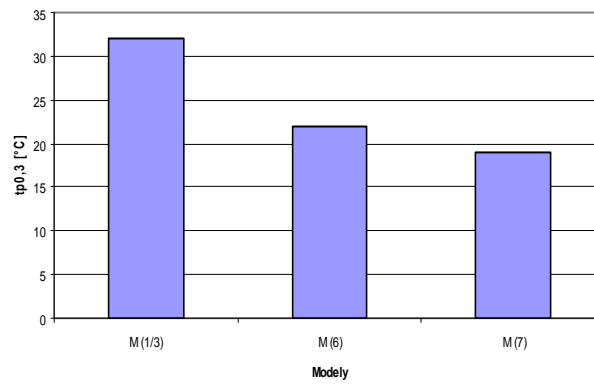
2) modely 1/1 a 5 v ZPS (1/2) a modely 1 a 7 v ZPS (1/3)



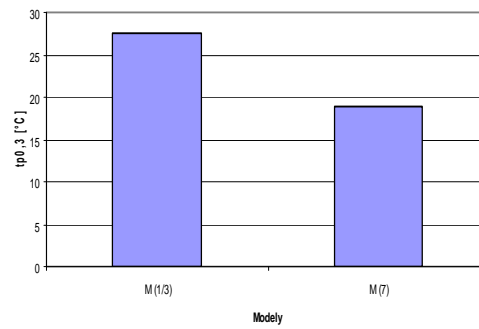
3) modely 1/1 až 4 v prvním PS (1/1)



4) modely 1/3 a 6,7 v prvním PS (1/3)



5) modely 1/3 a 7 v druhém PS (1/3)



L I T E R A T U R A

- [1] Protokol č. 21.53.00, VZLÚ turbo motor, s.r.o., Praha Letňany 1997
- [2] Protokol o zkoušce č. 41210852/A/98 ITC a.s. Zlín
- [3] Kamba, S.: Grafické vyhodnocení sálavých vlastností nátěrů, Fyzikální ústav AV ČR, 1998
- [4] Heindingsfeld, V.: Stanovení složení „reflexního“ nátěru, ÚCHTRP VŠCHT Praha, 1999
- [5] Vávra, R.: Doktorská disertační práce na téma Využitelnost emisivity materiálů v interiérech obytných budov, Stavební fakulta ČVUT, Praha 2000
- [6] Výzkumných úkol: Teoretické základy sdílení tepla elektromagnetickým zářením v intervalu vlnových délek tepelného sálání s transformací k okrajovým podmínkám specifickým pro interiérové a exteriérové povrchy stavebních konstrukcí občanských a bytových staveb, Výzkumného ústavu pozemních staveb – Certifikační společnosti
- [7] Výzkumných úkol: Experimentální stanovení sálavých vlastností stavebních materiálů tvořících povrchové úpravy interiérových stavebních konstrukcí včetně reflexních izolací a reflexních tepelně izolačních nátěrů pro potřeby navrhování a hodnocení stavebních konstrukcí (směrových spektrálních reflektancí, absorptancí a emisivit), Výzkumného ústavu pozemních staveb – Certifikační společnosti
- [8] Výzkumných úkol: Experimentální stanovení sálavých vlastností stavebních materiálů tvořících povrchové úpravy exteriérových stavebních konstrukcí včetně reflexních tepelně izolačních nátěrů pro potřeby navrhování a hodnocení stavebních konstrukcí (směrových spektrálních reflektancí, absorptancí a emisivit), Výzkumného ústavu pozemních staveb – Certifikační společnosti
- [9] ČSN 73 0540-3/2005 Tepelná ochrana budov, Část 3: Návrhové hodnoty veličin
- [10] ČSN 73 0540-1/2005 Tepelná ochrana budov, Část 1: Terminologie
- [11] ČSN EN 12373-11/2001 stanovení zrcadlového lesku anodicky oxidovaného hliníku
- [12] ČSN 442-2/1998 Otopná tělesa – Část 2: Zkoušky a jejich vyhodnocování
- [13] Protokol o zkoušce č. T 527-98, Zkušebna technického zařízení budov, Centrum stavebního inženýrství, a.s.Praha 1999
- [14] ČSN EN ISO 9288 Tepelné izolace – Sdílení tepla sáláním – Fyzikální veličiny a definice
- [15] Protokol o zkoušce č. T 578-99, Zkušebna technického zařízení budov, Centrum stavebního inženýrství, a.s.Praha 1999
- [16] Protokol o zkoušce č. T 595-99, Zkušebna technického zařízení budov, Centrum stavebního inženýrství, a.s.Praha 1999

- [17] ISO 3149 Vyhodnocování zkušebních postupů pro stanovení tepelných výkonů otopných těles I
- [18] ISO 3150 Vyhodnocování zkušebních postupů pro stanovení tepelných výkonů otopných těles II
- [19] Laboudka, K., Berounský, V., Chyba, A.: Význam hliníkových fólií za otopnými tělesy, Zdravotní technika a vzduchotechnika, 6/1987
- [20] Suchánek, T., Laboudka, K., Berounský, V.: Studentská vědecká práce „Snižování tepelných ztrát při ústředním vytápění (určení parciální teploty za otopným tělesem)“, Strojní fakulta ČVUT v Praze, 1986
- [21] ČSN EN 673 +A1 Sklo ve stavebnictví – Stanovení součinitele prostupu tepla (hodnota U) - Výpočtová metoda
- [22] ČSN EN 12898 Sklo ve stavebnictví – Stanovení emisivity, 2002
- [23] Hottel, H. C. - Sarofim, A. F.: Radiative Transfer, McGraw-Hill Book Company, New York 1967
- [24] Bird, B. - Steward, W. - Lighfoot, E.: Transport Phenomena, John Wiley and son, Inc., New York 1965
- [25] Horák, Z. - Krupka, F. - Šindelář, V.: Technická fyzika, Státní nakladatelství technické literatury, Praha, 1960
- [26] ČSN ISO 31 - 6 Veličiny a jednotky. Část 6: Světlo a příbuzná elektromagnetická záření
- [27] ČSN 01 13 23 Veličina a jednotky sdílení tepla a přenosu látek
- [28] ČSN EN ISO 6946 Stavební prvky a stavební konstrukce - Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla - Výpočtová metoda
- [29] Vávra, R.: Mezinárodní konference Energy efficiency business week 2000 - „Vliv tepelné odrazivosti povrchových úprav na tepelné ztráty,,“, Praha 2000
- [30] Beiser A., Úvod do moderní fyziky, Academia, Praha 1978
- [31] Vávra, R.: Vlastnosti povrchových vrstev stavebních konstrukcí & sdílení tepla sáláním, Acta Mechanica Slovaca, Košice 2005
- [32] Vávra, R.: Sálavé vlastnosti reflexních materiálů, In: 12. Mezinárodní konference Tepelná ochrana budov, Štrbské Pleso 2005
- [33] Vávra, R.: Sálavé vlastnosti povrchových vrstev stavebních konstrukcí a reflexních tepelných izolací, In: 27. konference „Sanace a rekonstrukce staveb 2005“, Brno 2005