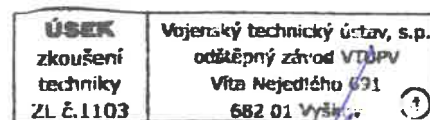


| | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Vojenský technický ústav, s.p. odštěpný závod VTÚPV s certifikovaným systémem jakosti dle ČSN EN ISO 9001 | | Číslo úkolu/zakázky: 22-19-5-93-3074/052 Číslo protokolu: 194300-096/2021 |
| Úsek zkoušení techniky ZKUŠEBNA EMC | | Výtisk číslo: 1 Počet listů: 28 Počet příloh: -- |
| PROTOKOL O ZKOUŠCE STÍNICÍ ÚČINNOSTI – VLOŽNÉHO ÚTLUMU MATERIÁLU | | |
| Jméno a adresa zadavatele: | | Vojenský výzkumný ústav, s. p. Veslařská 337/230, 637 00 Brno - Pisárky |
| Identifikace zkoušeného předmětu: | | Vzorky materiálu o rozměrech 300 x 300 x cca 4 mm |
| Typ: | | - |
| Počet: | | 7 kusů |
| Výrobce: | | Vojenský výzkumný ústav, s. p. Veslařská 337/230, 637 00 Brno - Pisárky |
| Technická dokumentace: | | nedodána |
| Metoda zkoušení: Modifikovaná metoda vycházející z IEEE Std 299 TM - 2006 (200 MHz až 40 GHz) | | |
| Datum přijetí do zkoušky: 18. 3. 2022 | Vedoucí zkoušky: Ing. Daniel Kula, Ph.D. Výzkumný a zkušební inženýr | |
| Datum a místo provedení zkoušky: 18. 3. - 21. 3. 2022 zkušebna EMC, VTÚPV Vyškov | Zkoušku provedl: Ing. Daniel Kula, Ph.D. Výzkumný a zkušební inženýr | |
| Datum vydání protokolu: 28. 3. 2022 | Kontroloval a schválil: Ing. Petr Kupka Vedoucí zkušebny EMC | |
| Výsledky zkoušky: Výsledky zkoušky jsou uvedeny na dalších stranách protokolu | | <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> ÚSEK zkoušení techniky ZL č. 1103 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block; margin-left: 10px;"> Vojenský technický ústav, s.p. odštěpný závod VTÚPV Vita Nejedlého 691 682 01 Vyškov </div> |
| Adresa: | Poznámky: | |
| Vojenský technický ústav, s.p. odštěpný závod VTÚPV Úsek zkoušení techniky Vita Nejedlého 691 682 01 VYŠKOV | Použita modifikovaná metoda měření účinnosti stínění materiálového vzorku, vycházející ze standardu IEEE Std 299 TM – 2006, vydaného dne 28.2.2007. | |
| Telefon: +420 910 105 611 E-mail: daniel.kula@vtusp.cz | | |

Výsledky zkoušek se týkají jen zkoušeného předmětu tak, jak byl přijat. Bez písemného souhlasu zkušební laboratoře se nesmí protokol reprodukovat jinak než celý.

OBSAH

| | | |
|-------|------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 | POUŽITÉ MĚŘICÍ PŘÍSTROJE..... | 3 |
| 2 | KLIMATICKÉ PODMÍNKY PŘI ZKOUŠENÍ | 3 |
| 3 | ZKOUŠENÉ ZAŘÍZENÍ (EUT)..... | 3 |
| 4 | POUŽITÁ METODA MĚŘENÍ | 4 |
| 4.1 | Uspořádání měřicího řetězce | 6 |
| 4.2 | Postup měření | 6 |
| 4.2.1 | Měření referenčních úrovní pro okno 260 x 260 mm | 6 |
| 4.2.2 | Určení dynamického (dostupného) rozsahu měření stínící účinnosti | 6 |
| 4.2.3 | Měření stínící účinnosti testovaných vzorků materiálů..... | 7 |
| 5 | VÝSLEDKY MĚŘENÍ..... | 8 |
| 5.1 | Naměřené hodnoty v kmitočtových rozsazích E1 až E3 | 9 |
| 6 | VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ | 25 |
| 7 | FOTOGRAFICKÁ DOKUMENTACE | 26 |



1 POUŽITÉ MĚŘICÍ PŘÍSTROJE

| Označení | Název | Výrobní číslo |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------|
| A08 | Anténa „Double Ridge Horn“ HP3115 | 8902-1464 |
| A20 | Anténa „Double Ridge Horn“ HF906 | 100068 |
| A09 | Anténa „DRH“ 40 GHz EMCO 3116 | 9802-2376 |
| - | Anténa „DRH-Split“ 40 GHz AT4560 | 29412 |
| - | Anténa spirálová 150 MHz – 1000 MHz | NBU0H000HG1J |
| - | Anténa spirálová 150 MHz – 1000 MHz | NBU0H000HG0O |
| E02 | Měřicí přijímač Rohde & Schwarz ESIB 40 | 100089 |
| E04 | Měřicí přijímač Rohde & Schwarz ESCI 3 | 100539 |
| E14 | Měřicí přijímač Rohde & Schwarz ESU 26 | 100289 |
| G5 | Generátor Rohde & Schwarz SMB10A | 182589 |
| - | Laptop HP ProBook 4340s, Win 7 Professional ver. 2011, SP1, sw ATTmeter 7.1 | 2CE3082HSP |

2 KLIMATICKÉ PODMÍNKY PŘI ZKOUŠENÍ

Atmosférický tlak: 98,2 kPa \pm 0,1 kPa
 Teplota okolí: 20,2 °C \pm 0,5 °C
 Relativní vlhkost: 31 % \pm 5 %

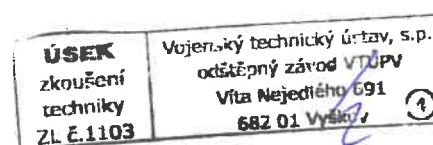
3 ZKOUŠENÉ ZAŘÍZENÍ (EUT)

Sedm vzorků materiálu s plošnými rozměry 300 x 300 mm a označením dle Tab. 1.

| Číslo vzorku | tloušťka | jednotková hmotnost |
|--------------|----------|---------------------|
| 1 | 3,5 mm | 500 g |
| 2 | 3,9 mm | 600 g |
| 3 | 4,4 mm | 550 g |
| 4 | 4,5 mm | 600 g |
| 5 | 3,6 mm | 500 g |
| 6 | 4,4 mm | 550 g |
| 8 | 3,9 mm | 551,7 g * |

* vzorek světlé barvy

Tabulka 1 Seznam měřených vzorků stínících materiálů
 (Poznámka: vzorek č. 7 nedodán)



4 POUŽITÁ METODA MĚŘENÍ

Použitá metoda měření primárně vychází ze standardu IEEE Std 299TM-2006 „Standardní metoda pro měření účinnosti elektromagneticky stíněných komor“. Ve stěně měřicí stíněné komory je vytvořeno čtvercové okno o maximálních uvažovaných rozměrech cca 610 x 610 mm (24“ x 24“), mající svůj původ v měřicím uspořádání pro měření stínicí účinnosti těsnících materiálů dle MIL-DTL-83528. Modifikace metody uvedené v IEEE Std 299TM-2006 je nutná proto, že požadavkem zde není změřeni stínicí účinnosti celé stíněné komory, ale pouze vložného útlumu materiálového vzorku upnutého ve čtvercovém okně této stíněné komory. Referenční úroveň signálu je proto získána z měření provedeného na stíněné komoře s volným oknem bez upnutého vzorku. Samotná měřicí stíněná komora je pak umístěna v semibezodrazové místnosti (SAR). Takto modifikovaná metoda měření stínicí účinnosti – vložného útlumu materiálového vzorku pak klade podstatná omezení na použitý kmitočtový rozsah měření.

V konfiguraci bez vzorku je přijímaná úroveň signálu měřicího přijímače naladěného na konkrétní hodnotu kmitočtu dána rozdílem mezi výkonovou úrovní generátoru TxP (viz Obr.1) a celkovým útlumem měřicí trasy vedoucí skrze čtvercové okno PL_{FS} , který v sobě zahrnuje vložný útlum koaxiálních kabelů, zisk Rx a Tx antén, vliv rozložení elektromagnetického pole uvnitř stíněné komory, vliv blízkosti stěn stíněné komory na vyzařovací charakteristiky přijímací antény (přijímací anténa je fakticky sondou v dutinovém rezonátoru), difrakční ztráty na měřicím okně a upínacím rámu, změnu přizpůsobení Rx antény vlivem přítomnosti vzorku v jejím blízkém poli, a pod. Je-li tedy upínací rám prázdný a čtvercové okno zcela volné, platí pro tuto referenční přijímanou úroveň:

$$RxL_{FS} [dBm] = TxP [dBm] - PL_{FS} [dB] \quad (1)$$

Po vložení konkrétního testovaného vzorku do upínacího rámu se celkový útlum měřicí trasy zvětší na hodnotu PL_{EUT} , k níž, kromě výše uvedených dílčích faktorů, přispívá i stínicí účinek – vložný útlum testovaného vzorku. TxP je přitom stále udržován na konstantní úrovni, typicky v rozmezí 3 až 13 dBm, dle proměřovaného kmitočtového rozsahu. Pro přijímanou úroveň lze tak psát:

$$RxL_{EUT} [dBm] = TxP [dBm] - PL_{EUT} [dB] \quad (2)$$

Stínicí účinnost - vložný útlum materiálového vzorku SE lze pak přibližně vyjádřit vztahem (3). Tento výraz nezohledňuje specifické rozložení elektromagnetického pole uvnitř i vně stíněné komory odlišné od vlny TEM, ani rezonanční vlastnosti okna s upínacím rámem. Aby tento vztah platil s rozumnou přesností a reprodukovatelností, je tato metoda použitelná pro kmitočtové rozsahy ležící nad základním rezonančním kmitočtem okna umístěného ve stěně stíněné komory.

$$SE [dB] = RxL_{FS} [dBm] - RxL_{EUT} [dBm] \quad (3)$$

Zatímco stínicí účinnost ideální stíněné komory bez štěrbin, průchodů a bez jiných nehomogenit, zpravidla přesahuje hodnotu 100 dB, je praktická stínicí účinnost použité měřicí stíněné komory mnohem nižší. Vlivem nedokonalého elektrického kontaktu mezi sousedními stěnami komory, mezi stěnou s oknem a k ní připevněným upínacím rámem pro vzorky materiálů, jakož i mezi rámem a kleštinami přichyceným vzorkem, dosahuje tato v našem konkrétním případě hodnoty 50 - 70 dB, v uvažovaném kmitočtovém rozsahu 200 MHz – 40 GHz. Nahrádíme-li měřený vzorek pocínovaným plechem, tedy obdobným materiálem z jakého je vyroben plášť měřicí stíněné komory, můžeme tuto skutečnou stínicí účinnost měřicí stíněné komory stanovit z měření přijímané úrovně signálu s vloženým plechem RxL_{TIN}

a určit tak i tzv. dynamický (dostupný) rozsah DR pro měření stínící účinnosti - vložného útlumu materiálových vzorků pro dané uspořádání měřicí sestavy:

$$DR [dB] = RxL_{FS} [dBm] - RxL_{TIN} [dBm] \quad . \quad (4)$$

Plechová měřicí stíněná komora tvoří kvádrový dutinový rezonátor. Rezonanční kmitočty měřicí stíněné komory – dutinového rezonátoru, jsou určeny vztahem:

$$f_{klm} = \frac{c}{2\pi\sqrt{\epsilon_r}} \sqrt{\left(\frac{k\pi}{a}\right)^2 + \left(\frac{l\pi}{b}\right)^2 + \left(\frac{m\pi}{c}\right)^2} \quad , \quad (5)$$

kde k, l, m jsou vidová čísla (přirozená čísla, z nichž alespoň dvě jsou od nuly různá) příslušného rezonančního vidu a rozměry měřicí stíněné komory: **a = 1186 mm, b = 967 mm, c = 812 mm**. Pro vzduch je relativní permitivita ϵ_r přibližně rovna 1. Několik rezonančních kmitočtů měřicí stíněné komory, počínaje nejnižším, je uvedeno v Tab. 2.

| Freq [MHz] | Freq [MHz] | Freq [MHz] |
|------------|------------|------------|
| 126,39 | 409,63 | 560,56 |
| 155,01 | 419,90 | 568,04 |
| 184,60 | 421,71 | 575,09 |
| 200,01 | 440,55 | 588,81 |
| 223,72 | 447,44 | 593,77 |
| 241,05 | 449,30 | 600,02 |
| 252,78 | 465,03 | 607,08 |
| 272,18 | 473,53 | 608,76 |
| 296,52 | 481,90 | 613,34 |
| 310,02 | 482,10 | 627,77 |
| 313,01 | 489,78 | 628,19 |
| 334,80 | 498,40 | 634,68 |
| 349,29 | 500,33 | 645,34 |
| 360,82 | 516,05 | 647,14 |
| 369,20 | 523,41 | 671,17 |
| 379,16 | 529,22 | 683,16 |
| 382,32 | 529,29 | 688,83 |
| 390,24 | 544,35 | 704,51 |
| 400,01 | 551,46 | 723,16 |
| 400,42 | 553,80 | 734,12 |

Tabulka 2 Nejnižší rezonanční kmitočty stíněné komory

Na přesnost měření mají zpravidla největší vliv resonance na nejnižších kmitočtech, tedy kmitočtech s nejnižšími vidovými čísly, kde je činitel jakosti stíněné komory – dutinového rezonátoru nejvyšší. S rostoucími vidovými čísly klesá činitel jakosti dutinového rezonátoru a vliv rezonancí na rozptyl výsledků měření stínící účinnosti klesá.

Okno ve stěně stíněné měřicí komory VTÚPV s rámem pro upnutí vzorku má vnitřní rozměry 260 x 260 mm. Budeme-li toto okno považovat za čtvercovou plošnou anténu, pak její nejnižší rezonanční kmitočet je dán vztahem:

$$f_{Wres} = \frac{c}{2l} = \frac{300}{2 \cdot 0,26} = 577 MHz \quad . \quad (6)$$

Zatímco nejnižší měřený kmitočet byl v daném případě zvolen 200 MHz, a to s ohledem na parametry použitých antén, spolehlivé a stabilní výsledky naměřené stínící účinnosti - vložného útlumu

testovaného vzorku materiálu lze u zvolené metody očekávat až pro kmitočty ležící nad hodnotou nejnižšího rezonančního kmitočtu určeného dle (6).

Kmitočtový rozsah měření stínící účinnosti byl z důvodu použitého přístrojového vybavení rozdělen na tři dílčí měřicí podrozsahy:

- E1) 200 MHz až 1000 MHz s kmitočtovým krokem 25 MHz,
- E2) 1,5 GHz až 18 GHz s kmitočtovým krokem 500 MHz,
- E3) 19 GHz až 40 GHz s kmitočtovým krokem 500 MHz.

Meze stínící účinnosti - vložného útlumu materiálového vzorku, ani kritéria Vyhovělo/Nevyhovělo, nebyla zadavatelem zkoušky stanovena.

4.1 Uspořádání měřicího řetězce

Uspořádání měřicího řetězce pro měřicí rozsahy E1 až E3 je načrtnuto na Obr. 1. Měřicí EMI přijímač s příslušnou přijímací anténou je instalován uvnitř měřicí stíněné komory a, s výjimkou přijímače ESIB 40 (podrozsah E3), je napájen z baterie 24V. Komunikace mezi EMI přijímačem a počítačem s nainstalovaným ovládacím programovým nástrojem ATTmeter ver. 7.1 probíhá skrze rozhraní 100baseFX. Signálový generátor sloužící jako vysílač je spolu s příslušnou vysílací anténou umístěn v SAR, vně měřicí stíněné komory. Tento generátor je synchronizován 10 MHz kmitočtovou referencí z EMI přijímače, skrze optické rozhraní OF-MM 1310 nm. Komunikace mezi signálovým generátorem a počítačem s programovým nástrojem ATTmeter ver. 7.1 je realizována přes GPIB/USB adaptér.

Pro kmitočtový rozsah E1 je použit pár planárních spirálových antén vysílajících/přijímajících cirkulární (kruhovou) polarizaci. Pro pásma E2, E3 jsou použity dva páry antén „Double Ridge Horn“ (DRH), lišící se velikostí a tím i svým kmitočtovým rozsahem. Vzdálenosti mezi vysílací anténou a testovaným vzorkem L1, jakož i vzdálenosti mezi testovaným vzorkem a EMI přijímačem L2 byly zvoleny následující: *pásmo E1* – L1 = 120 cm, L2 = 50 cm; *pásmo E2* – L1 = 100 cm, L2 = 40 cm; *pásmo E3* – L1 = 80 cm, L2 = 40 cm.

Měření přijímané úrovně RxL probíhalo s nastavenou šířkou pásma IF filtru EMI přijímače 200 Hz, se zapnutým detektorem střední hodnoty. Nastavená úroveň výkonu signálového generátoru v rozsahu E1 – TxP = 13 dBm; v rozsahu E2 – TxP = 13 dBm; v rozsahu E3 – TxP = 13 dBm.

4.2 Postup měření

4.2.1 Měření referenčních úrovní pro okno 260 x 260 mm

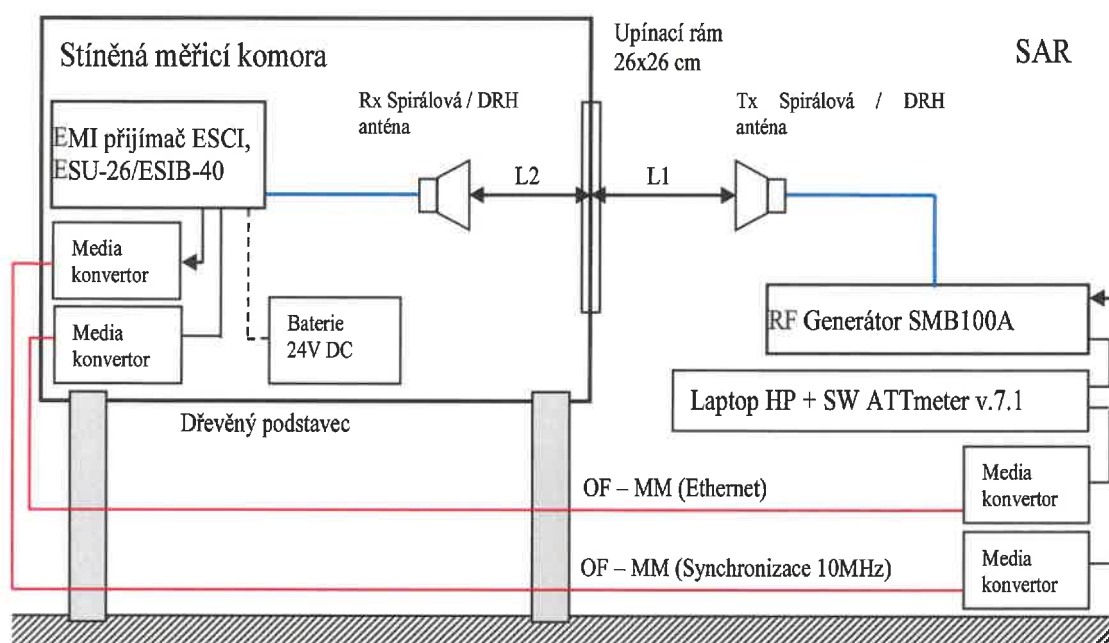
Změření referenční úrovně RxL_{FS} bylo provedeno na otevřeném okně (bez vzorku) s upínacím přípravkem o vnitřních rozměrech 260 x 260 mm. Měření probíhalo automatizovaně, za užití programového nástroje ATTmeter ver. 7.1 v režimu *Lin*, a naměřené hodnoty byly uloženy do textového souboru. Hodnoty RxL_{FS} v tomto souboru reprezentují pro každou diskretní hodnotu nastaveného kmitočtu vztahnou hodnotu úrovně pro výpočet SE dle (3).

4.2.2 Určení dynamického (dostupného) rozsahu měření stínící účinnosti

Měření úrovně signálu RxL_{TIN} nutné pro zjištění dynamického (dostupného) rozsahu měření stínící účinnosti, proběhlo za použití srovnávacího vzorku pocívaného plechu o rozměru 320 x 320 mm, osazeného v okně měřicí stíněné komory. Měření probíhalo opět automatizovaně, za užití programového nástroje ATTmeter ver. 7.1 v režimu *From File*. Z naměřených hodnot byly programovým nástrojem ATTmeter ver. 7.1 vypočteny hodnoty dynamického (dostupného) rozsahu DR dle vztahu (4).

4.2.3 Měření stínící účinnosti testovaných vzorků materiálů

Při měření testovaných stínících materiálů byl vzorek upnut do přípravku vždy ve stejné orientaci – text s označením vzorku vně v levém horním rohu. Měření byla prováděna automatizovaně za použití programového nástroje ATTmeter ver. 7.1, jednotlivě v každém kmitočtovém rozsahu E1 až E3. Programový nástroj ATTmeter ver. 7.1, pracující v režimu *From File*, provádí i výpočet stínící účinnosti dle (3). Na rozsazích E2, E3 bylo měření prováděno při obou ortogonálních polarizacích antén (horizontální, vertikální). Na rozsahu E1 bylo měření prováděno rovněž při obou ortogonálních cirkulárních polarizacích antén (levotočivá, pravotočivá). Po odměření vzorků byla znovu změřena referenční úroveň, aby se zabránilo degradaci výsledků měření vlivem posunu referenční úrovně při opakované mechanické manipulaci s měřicí stíněnou komorou.



Obrázek 1 Uspořádání měřicího řetězce



5 VÝSLEDKY MĚŘENÍ

V následujících tabulkách a grafech jsou uvedeny hodnoty stínící účinnosti – vložného útlumu měřených materiálových vzorků (lesklá strana „**FRONT**“ vzorku směřuje k vysílací anténě) a srovnávacího vzorku pocínovaného plechu. Tabulka naměřených hodnot obsahuje pro každý vzorek zprůměrované hodnoty stínící účinnosti přes obě ortogonální polarizace, pro jednotlivé diskrétní hodnoty kmitočtů nastavované v kmitočtových rozsazích E1, E2, E3. První hodnota kmitočtu každého kmitočtového rozsahu v pořadí E1, E2, E3, je uvedena číslem zelené barvy.

Grafické závislosti používají logaritmickou stupnici kmitočtu (Frequency) v MHz a lineární stupnici hodnot stínící účinnosti – vložného útlumu měřených materiálů (Insertion Loss) v dB (decibelech).

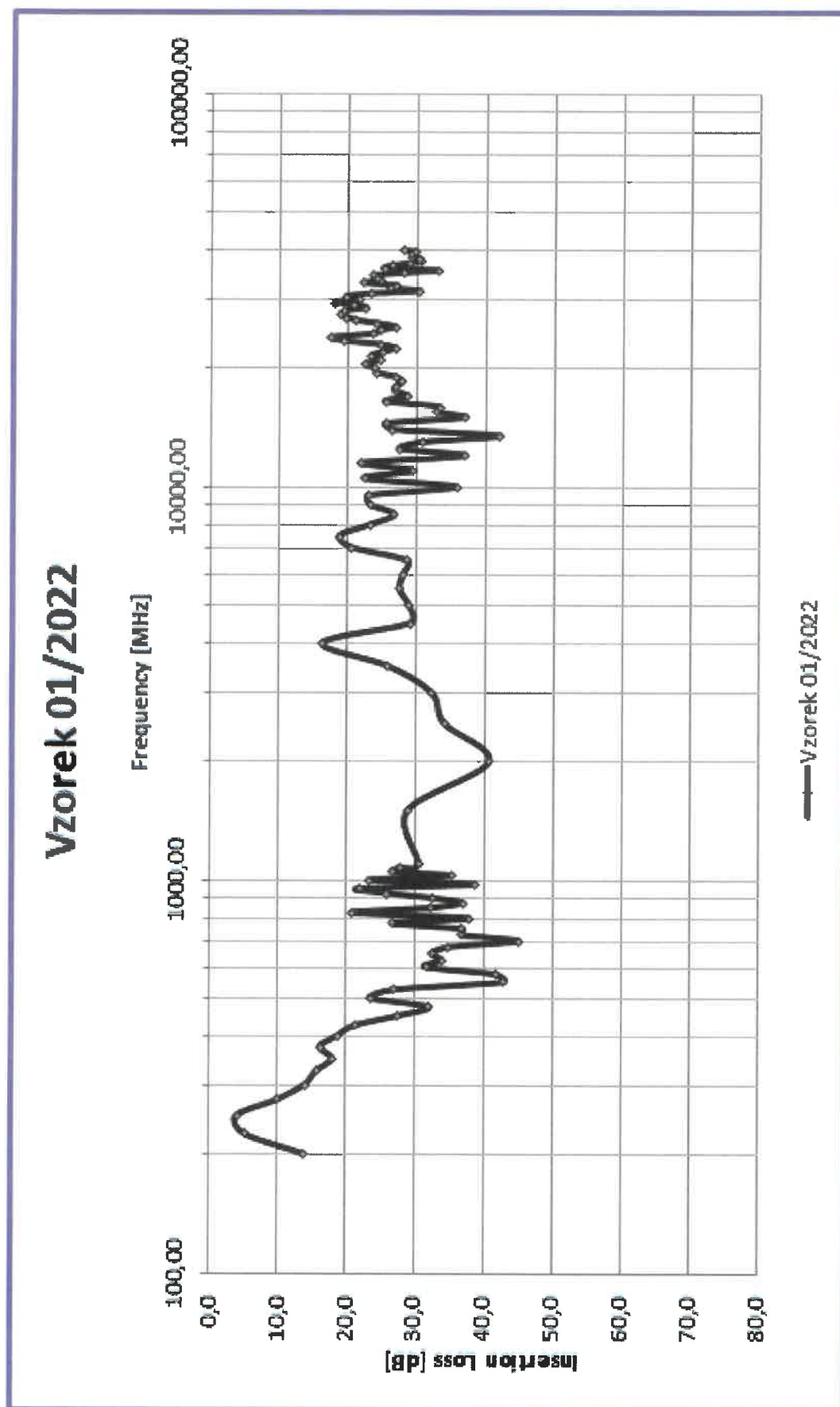
Detailní tabelární hodnoty stínící účinnosti pro jednotlivé polarizace, jakož i odpovídající přijímané úrovně $R_{xL_{FS}}$ a $R_{xL_{EUT}}$ z nichž byla stínící účinnost vypočtena dle (3), jsou k dispozici v MS Excel souboru souhrnných výsledků **VVU_7vzorkuMaterialu_2022.xlsx**, který byl zaslán zadavateli před vypracováním tohoto protokolu.



5.1 Naměřené hodnoty v kmitočtových rozsazích E1 až E3

| Frequency [MHz] | Insertion Loss [dB] | Frequency [MHz] | Insertion Loss [dB] |
|-----------------|---------------------|-----------------|---------------------|
| 201,00 | 14,0 | 6500,00 | 28,6 |
| 226,00 | 5,3 | 7000,00 | 20,7 |
| 251,00 | 4,1 | 7500,00 | 18,9 |
| 276,00 | 10,1 | 8000,00 | 23,3 |
| 301,00 | 14,1 | 8500,00 | 26,8 |
| 326,00 | 15,8 | 9000,00 | 23,3 |
| 351,00 | 18,1 | 9500,00 | 23,1 |
| 376,00 | 16,3 | 10000,00 | 35,8 |
| 401,00 | 18,8 | 10500,00 | 22,5 |
| 426,00 | 21,3 | 11000,00 | 29,5 |
| 451,00 | 27,5 | 11500,00 | 22,0 |
| 476,00 | 32,1 | 12000,00 | 37,1 |
| 501,00 | 23,6 | 12500,00 | 27,6 |
| 526,00 | 27,0 | 13000,00 | 31,0 |
| 551,00 | 42,9 | 13500,00 | 42,1 |
| 576,00 | 41,8 | 14000,00 | 26,4 |
| 601,00 | 31,6 | 14500,00 | 25,5 |
| 626,00 | 33,9 | 15000,00 | 36,9 |
| 651,00 | 32,5 | 15500,00 | 32,9 |
| 676,00 | 34,8 | 16000,00 | 33,3 |
| 701,00 | 45,0 | 16500,00 | 25,5 |
| 726,00 | 36,7 | 17000,00 | 28,8 |
| 751,00 | 36,9 | 17500,00 | 26,9 |
| 776,00 | 26,7 | 18000,00 | 26,9 |
| 801,00 | 37,9 | 18500,00 | 27,9 |
| 826,00 | 20,9 | 19000,00 | 27,0 |
| 851,00 | 32,4 | 19500,00 | 24,3 |
| 876,00 | 36,9 | 20000,00 | 23,8 |
| 901,00 | 32,5 | 21000,00 | 24,6 |
| 926,00 | 26,0 | 22000,00 | 24,9 |
| 951,00 | 21,9 | 23000,00 | 24,7 |
| 976,00 | 38,6 | 24000,00 | 17,6 |
| 1001,00 | 23,3 | 25000,00 | 24,7 |
| 1026,00 | 35,2 | 26000,00 | 24,3 |
| 1051,00 | 26,8 | 27000,00 | 19,7 |
| 1076,00 | 27,8 | 28000,00 | 19,6 |
| 1101,00 | 30,5 | 29000,00 | 20,9 |
| 1500,00 | 28,9 | 30000,00 | 21,7 |
| 2000,00 | 40,6 | 31000,00 | 23,5 |
| 2500,00 | 34,1 | 32000,00 | 26,1 |
| 3000,00 | 32,3 | 33000,00 | 22,3 |
| 3500,00 | 26,0 | 34000,00 | 24,1 |
| 4000,00 | 16,5 | 35000,00 | 28,2 |
| 4500,00 | 29,2 | 36000,00 | 25,2 |
| 5000,00 | 28,9 | 37000,00 | 28,9 |
| 5500,00 | 27,6 | 38000,00 | 30,4 |
| 6000,00 | 28,2 | 39000,00 | 29,3 |
| | | 40000,00 | 28,0 |

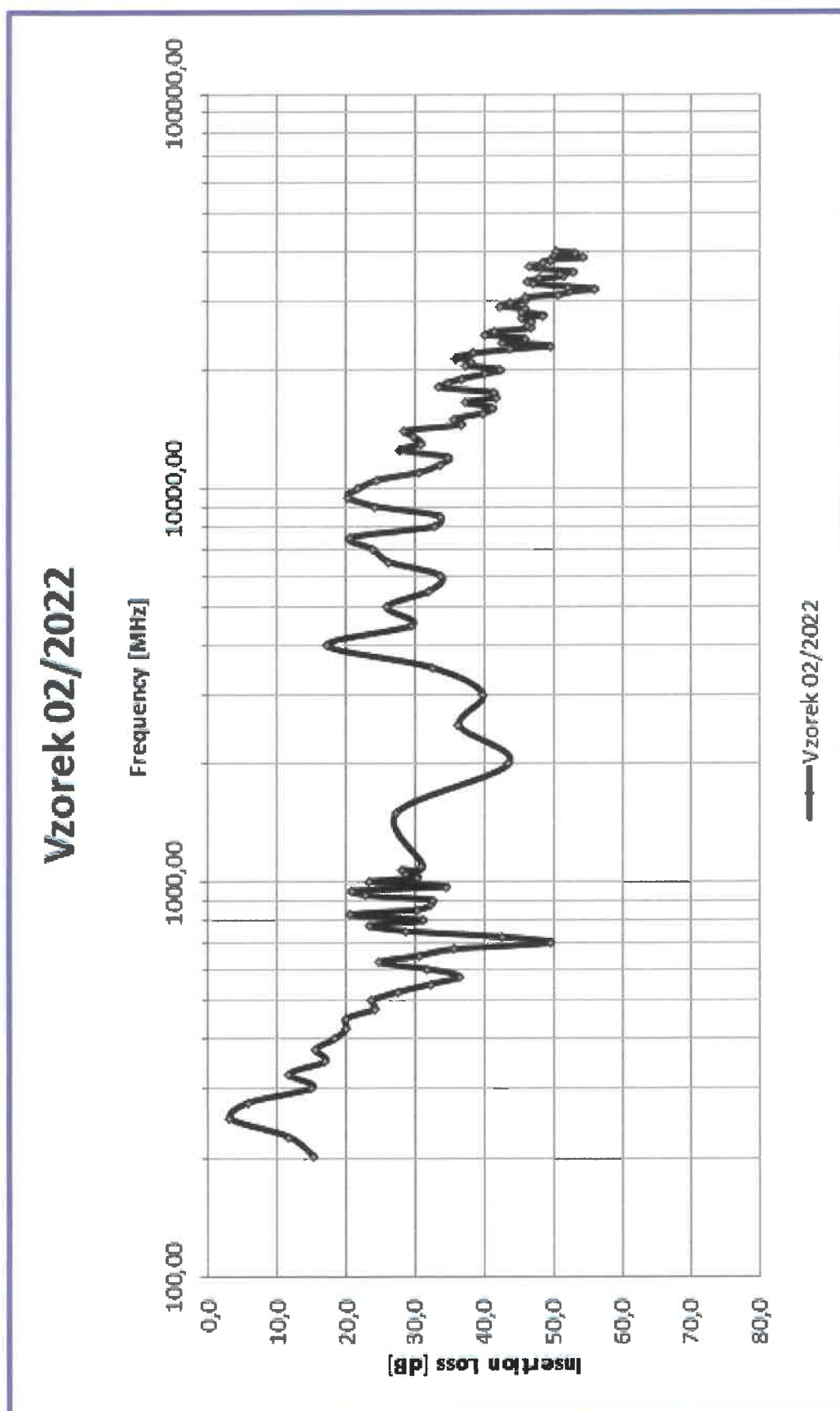
Tabulka 3 Naměřené hodnoty stínící účinnosti – vloženého útlumu vzorku materiálu v rozsahu kmitočtů E1-E3: vzorek č. 1



Obrázek 2 Stínicí účinnost – vložený útlum vzorku materiálu, naměřená v rozsahu kmitočtů E1-E3:
vzorek č. 1

| Frequency [MHz] | Insertion Loss [dB] | Frequency [MHz] | Insertion Loss [dB] |
|-----------------|---------------------|-----------------|---------------------|
| 201,00 | 15,4 | 6500,00 | 26,2 |
| 226,00 | 11,6 | 7000,00 | 23,8 |
| 251,00 | 3,2 | 7500,00 | 20,6 |
| 276,00 | 5,8 | 8000,00 | 32,8 |
| 301,00 | 15,1 | 8500,00 | 33,6 |
| 326,00 | 11,6 | 9000,00 | 24,3 |
| 351,00 | 17,0 | 9500,00 | 20,2 |
| 376,00 | 15,5 | 10000,00 | 21,8 |
| 401,00 | 18,4 | 10500,00 | 24,5 |
| 426,00 | 20,0 | 11000,00 | 30,7 |
| 451,00 | 19,9 | 11500,00 | 33,6 |
| 476,00 | 24,1 | 12000,00 | 34,8 |
| 501,00 | 23,7 | 12500,00 | 27,9 |
| 526,00 | 27,5 | 13000,00 | 30,8 |
| 551,00 | 32,2 | 13500,00 | 29,8 |
| 576,00 | 36,3 | 14000,00 | 28,5 |
| 601,00 | 31,9 | 14500,00 | 36,7 |
| 626,00 | 24,8 | 15000,00 | 35,7 |
| 651,00 | 30,5 | 15500,00 | 39,8 |
| 676,00 | 35,6 | 16000,00 | 41,2 |
| 701,00 | 49,4 | 16500,00 | 37,3 |
| 726,00 | 42,5 | 17000,00 | 41,6 |
| 751,00 | 28,5 | 17500,00 | 41,4 |
| 776,00 | 23,3 | 18000,00 | 33,5 |
| 801,00 | 31,2 | 18500,00 | 34,7 |
| 826,00 | 20,5 | 19000,00 | 36,9 |
| 851,00 | 30,3 | 19500,00 | 40,0 |
| 876,00 | 32,2 | 20000,00 | 42,3 |
| 901,00 | 32,5 | 21000,00 | 38,0 |
| 926,00 | 22,9 | 22000,00 | 38,4 |
| 951,00 | 20,8 | 23000,00 | 49,4 |
| 976,00 | 34,6 | 24000,00 | 45,8 |
| 1001,00 | 23,4 | 25000,00 | 41,4 |
| 1026,00 | 30,3 | 26000,00 | 46,3 |
| 1051,00 | 28,7 | 27000,00 | 45,4 |
| 1076,00 | 28,0 | 28000,00 | 45,3 |
| 1101,00 | 31,0 | 29000,00 | 42,3 |
| 1500,00 | 27,2 | 30000,00 | 45,8 |
| 2000,00 | 43,5 | 31000,00 | 50,7 |
| 2500,00 | 36,3 | 32000,00 | 56,0 |
| 3000,00 | 39,7 | 33000,00 | 47,1 |
| 3500,00 | 32,6 | 34000,00 | 47,9 |
| 4000,00 | 17,2 | 35000,00 | 50,9 |
| 4500,00 | 29,6 | 36000,00 | 48,2 |
| 5000,00 | 25,8 | 37000,00 | 48,1 |
| 5500,00 | 32,1 | 38000,00 | 49,5 |
| 6000,00 | 33,7 | 39000,00 | 50,1 |
| | | 40000,00 | 50,4 |

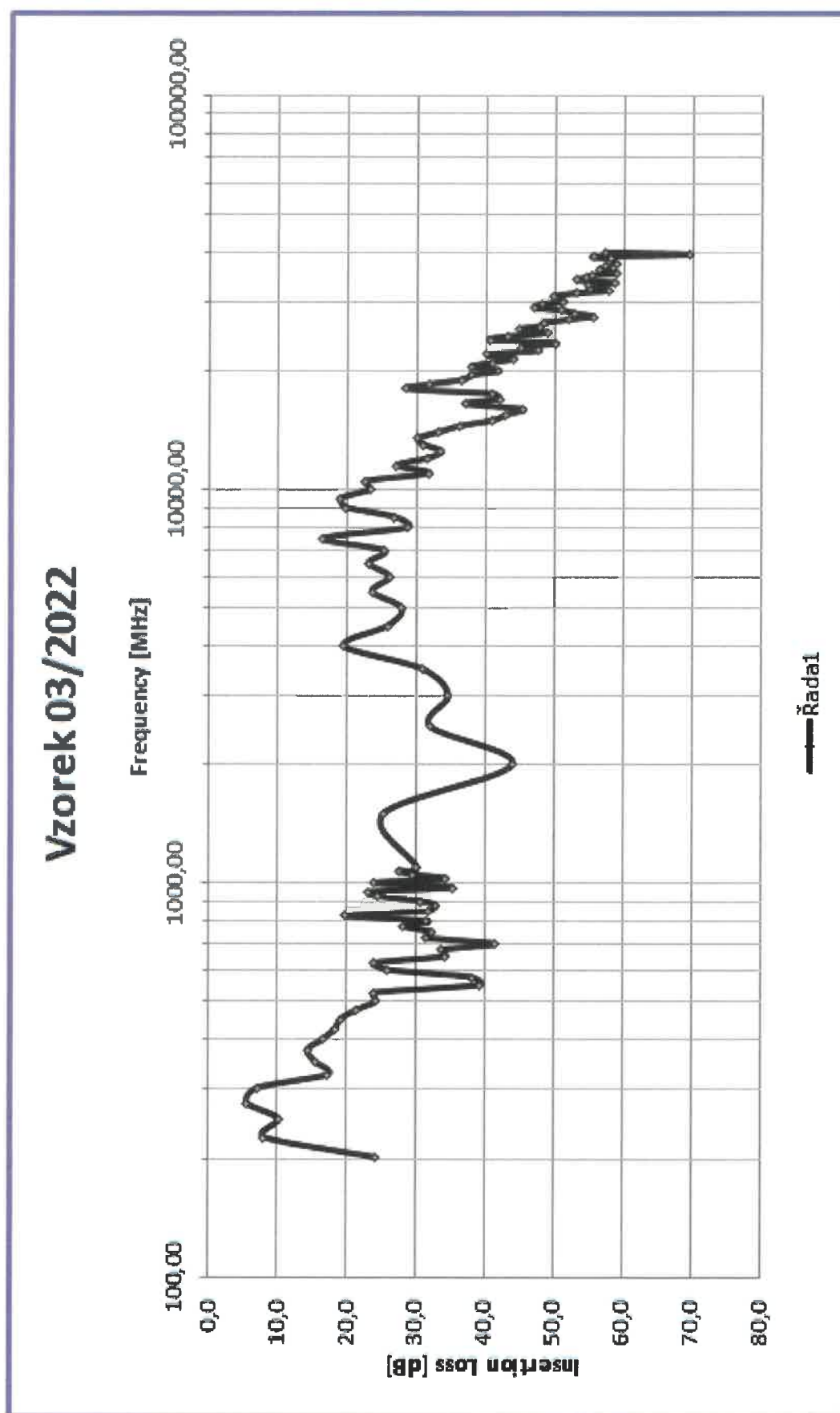
Tabulka 4 Naměřené hodnoty stínící účinnosti – vložného útlumu vzorku materiálu v rozsahu kmitočtů E1-E3: vzorek č. 2



Obrázek 3 Stínicí účinnost – vložný útlum vzorku materiálu, naměřená v rozsahu kmitočtů E1-E3: vzorek č. 2

| Frequency [MHz] | Insertion Loss [dB] | Frequency [MHz] | Insertion Loss [dB] |
|-----------------|---------------------|-----------------|---------------------|
| 201,00 | 24,2 | 6500,00 | 23,0 |
| 226,00 | 8,2 | 7000,00 | 25,2 |
| 251,00 | 10,3 | 7500,00 | 16,4 |
| 276,00 | 5,6 | 8000,00 | 28,6 |
| 301,00 | 7,1 | 8500,00 | 26,8 |
| 326,00 | 17,3 | 9000,00 | 19,8 |
| 351,00 | 15,6 | 9500,00 | 19,0 |
| 376,00 | 14,3 | 10000,00 | 23,3 |
| 401,00 | 16,7 | 10500,00 | 22,7 |
| 426,00 | 18,3 | 11000,00 | 31,7 |
| 451,00 | 19,2 | 11500,00 | 27,0 |
| 476,00 | 21,5 | 12000,00 | 31,4 |
| 501,00 | 24,3 | 12500,00 | 33,5 |
| 526,00 | 23,9 | 13000,00 | 31,0 |
| 551,00 | 39,3 | 13500,00 | 30,1 |
| 576,00 | 38,1 | 14000,00 | 33,2 |
| 601,00 | 26,0 | 14500,00 | 36,2 |
| 626,00 | 23,9 | 15000,00 | 41,0 |
| 651,00 | 34,2 | 15500,00 | 42,9 |
| 676,00 | 33,7 | 16000,00 | 45,2 |
| 701,00 | 41,5 | 16500,00 | 36,9 |
| 726,00 | 31,4 | 17000,00 | 41,9 |
| 751,00 | 32,3 | 17500,00 | 40,9 |
| 776,00 | 28,2 | 18000,00 | 28,5 |
| 801,00 | 31,6 | 18500,00 | 31,8 |
| 826,00 | 19,6 | 19000,00 | 36,6 |
| 851,00 | 31,8 | 19500,00 | 37,9 |
| 876,00 | 32,9 | 20000,00 | 41,8 |
| 901,00 | 30,7 | 21000,00 | 41,0 |
| 926,00 | 24,5 | 22000,00 | 40,2 |
| 951,00 | 23,2 | 23000,00 | 45,0 |
| 976,00 | 35,3 | 24000,00 | 40,6 |
| 1001,00 | 24,1 | 25000,00 | 49,0 |
| 1026,00 | 34,2 | 26000,00 | 47,9 |
| 1051,00 | 29,4 | 27000,00 | 52,1 |
| 1076,00 | 27,4 | 28000,00 | 52,8 |
| 1101,00 | 30,0 | 29000,00 | 46,9 |
| 1500,00 | 25,3 | 30000,00 | 51,3 |
| 2000,00 | 43,9 | 31000,00 | 49,9 |
| 2500,00 | 32,0 | 32000,00 | 57,8 |
| 3000,00 | 34,6 | 33000,00 | 54,7 |
| 3500,00 | 30,7 | 34000,00 | 53,1 |
| 4000,00 | 19,6 | 35000,00 | 55,5 |
| 4500,00 | 25,8 | 36000,00 | 56,5 |
| 5000,00 | 27,8 | 37000,00 | 57,4 |
| 5500,00 | 23,5 | 38000,00 | 58,0 |
| 6000,00 | 26,0 | 39000,00 | 55,5 |
| | | 40000,00 | 57,2 |

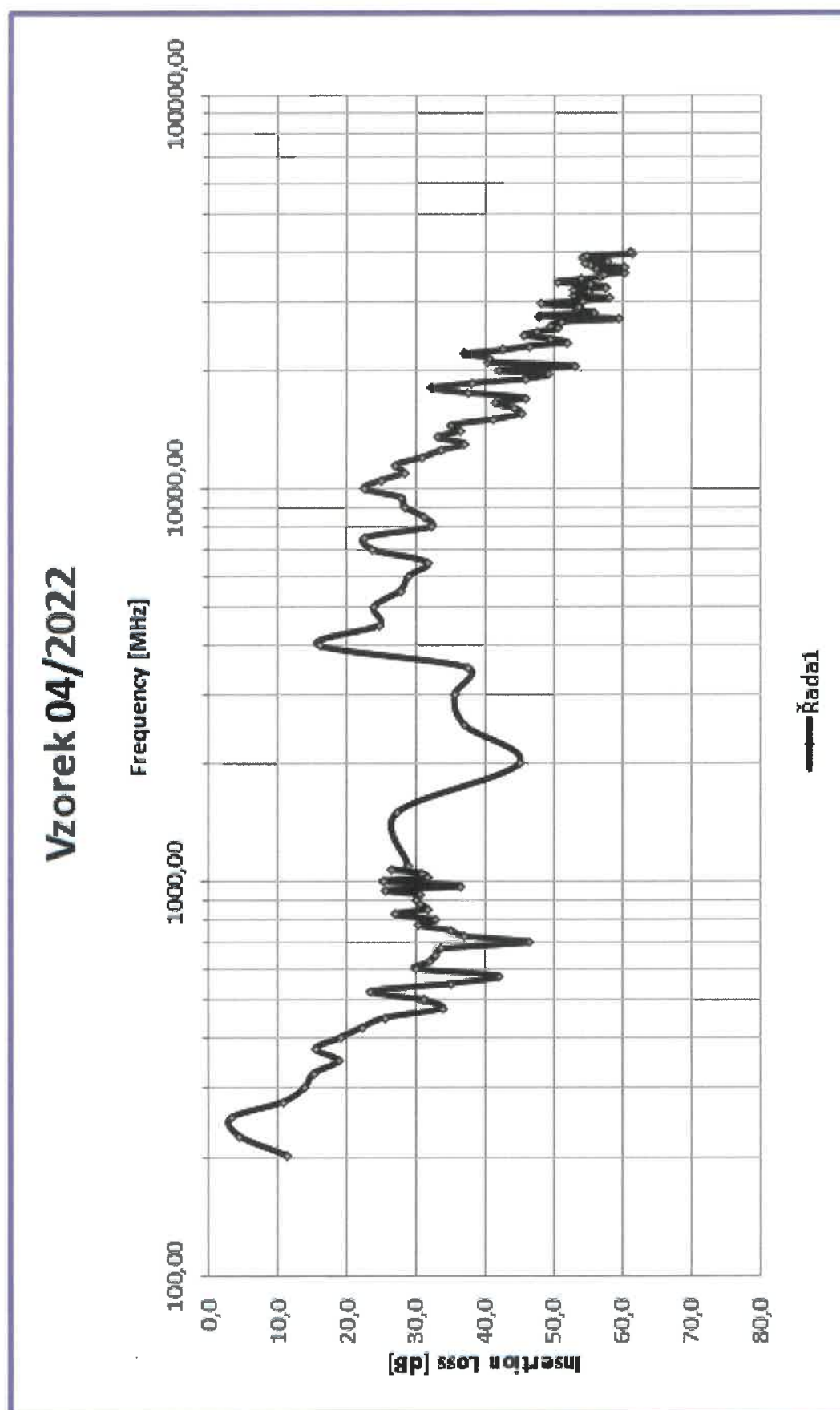
Tabulka 5 Naměřené hodnoty stínící účinnosti – vložného útlumu vzorku materiálu v rozsahu kmitočtů E1-E3: vzorek č. 3



Obrázek 4 Stínicí účinnost – vložený útlum vzorku materiálu, naměřená v rozsahu kmitočtů E1-E3:
vzorek č. 3

| Frequency [MHz] | Insertion Loss [dB] | Frequency [MHz] | Insertion Loss [dB] |
|-----------------|---------------------|-----------------|---------------------|
| 201,00 | 11,5 | 6500,00 | 31,7 |
| 226,00 | 4,5 | 7000,00 | 23,7 |
| 251,00 | 3,3 | 7500,00 | 22,6 |
| 276,00 | 10,9 | 8000,00 | 32,3 |
| 301,00 | 14,0 | 8500,00 | 31,1 |
| 326,00 | 15,3 | 9000,00 | 28,3 |
| 351,00 | 18,8 | 9500,00 | 28,0 |
| 376,00 | 15,5 | 10000,00 | 22,6 |
| 401,00 | 19,1 | 10500,00 | 25,0 |
| 426,00 | 22,2 | 11000,00 | 28,2 |
| 451,00 | 25,6 | 11500,00 | 27,1 |
| 476,00 | 33,8 | 12000,00 | 30,9 |
| 501,00 | 31,2 | 12500,00 | 33,7 |
| 526,00 | 23,4 | 13000,00 | 37,1 |
| 551,00 | 34,9 | 13500,00 | 33,1 |
| 576,00 | 42,1 | 14000,00 | 36,3 |
| 601,00 | 30,0 | 14500,00 | 35,1 |
| 626,00 | 32,0 | 15000,00 | 41,3 |
| 651,00 | 32,9 | 15500,00 | 45,2 |
| 676,00 | 33,6 | 16000,00 | 44,4 |
| 701,00 | 46,5 | 16500,00 | 41,5 |
| 726,00 | 37,0 | 17000,00 | 45,8 |
| 751,00 | 35,1 | 17500,00 | 37,4 |
| 776,00 | 30,4 | 18000,00 | 32,4 |
| 801,00 | 32,9 | 18500,00 | 38,0 |
| 826,00 | 26,9 | 19000,00 | 45,9 |
| 851,00 | 31,6 | 19500,00 | 49,2 |
| 876,00 | 30,6 | 20000,00 | 41,9 |
| 901,00 | 30,1 | 21000,00 | 40,4 |
| 926,00 | 30,6 | 22000,00 | 37,1 |
| 951,00 | 25,7 | 23000,00 | 46,5 |
| 976,00 | 36,6 | 24000,00 | 49,4 |
| 1001,00 | 25,2 | 25000,00 | 47,6 |
| 1026,00 | 31,7 | 26000,00 | 49,6 |
| 1051,00 | 30,8 | 27000,00 | 59,6 |
| 1076,00 | 26,5 | 28000,00 | 55,8 |
| 1101,00 | 28,8 | 29000,00 | 53,8 |
| 1500,00 | 27,3 | 30000,00 | 54,1 |
| 2000,00 | 45,0 | 31000,00 | 53,0 |
| 2500,00 | 37,1 | 32000,00 | 52,9 |
| 3000,00 | 35,6 | 33000,00 | 55,3 |
| 3500,00 | 37,7 | 34000,00 | 53,9 |
| 4000,00 | 16,0 | 35000,00 | 57,4 |
| 4500,00 | 24,8 | 36000,00 | 56,1 |
| 5000,00 | 23,9 | 37000,00 | 55,3 |
| 5500,00 | 27,8 | 38000,00 | 57,7 |
| 6000,00 | 29,0 | 39000,00 | 54,8 |
| | | 40000,00 | 61,1 |

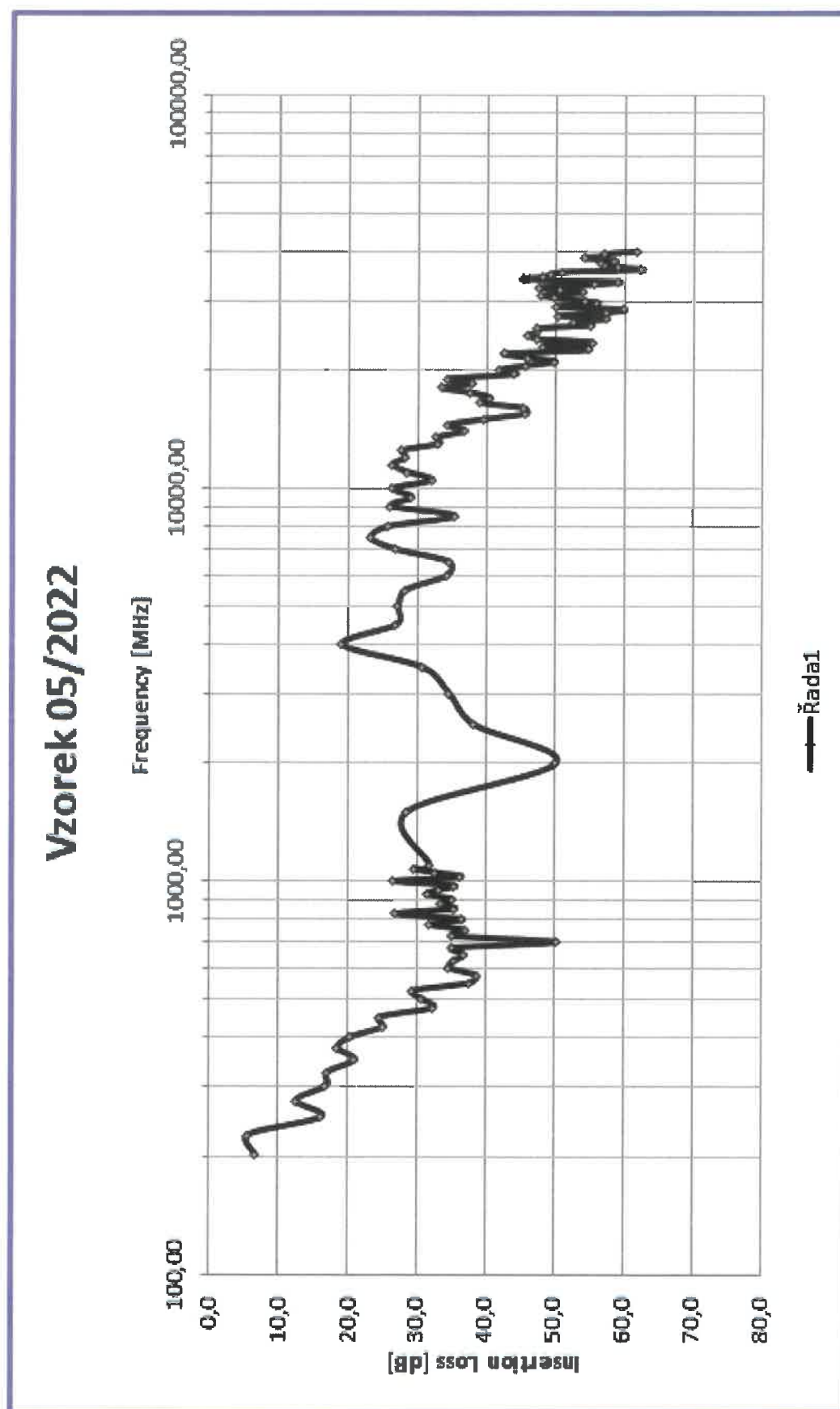
Tabulka 6 Naměřené hodnoty stínící účinnosti – vložného útlumu vzorku materiálu v rozsahu kmitočtů E1-E3: vzorek č. 4



Obrázek 5 Stínící účinnost – vložný útlum vzorku materiálu, naměřená v rozsahu kmitočtů E1-E3: vzorek č. 4

| Frequency [MHz] | Insertion Loss [dB] | Frequency [MHz] | Insertion Loss [dB] |
|-----------------|---------------------|-----------------|---------------------|
| 201,00 | 6,6 | 6500,00 | 34,4 |
| 226,00 | 5,7 | 7000,00 | 26,6 |
| 251,00 | 16,2 | 7500,00 | 23,0 |
| 276,00 | 12,5 | 8000,00 | 25,5 |
| 301,00 | 16,8 | 8500,00 | 35,3 |
| 326,00 | 16,9 | 9000,00 | 26,0 |
| 351,00 | 20,9 | 9500,00 | 29,0 |
| 376,00 | 18,4 | 10000,00 | 26,2 |
| 401,00 | 20,3 | 10500,00 | 31,9 |
| 426,00 | 24,9 | 11000,00 | 28,3 |
| 451,00 | 24,4 | 11500,00 | 26,2 |
| 476,00 | 32,3 | 12000,00 | 28,0 |
| 501,00 | 30,7 | 12500,00 | 27,7 |
| 526,00 | 29,3 | 13000,00 | 33,0 |
| 551,00 | 37,6 | 13500,00 | 32,6 |
| 576,00 | 38,5 | 14000,00 | 36,7 |
| 601,00 | 34,6 | 14500,00 | 34,3 |
| 626,00 | 35,3 | 15000,00 | 39,6 |
| 651,00 | 36,7 | 15500,00 | 45,7 |
| 676,00 | 35,0 | 16000,00 | 45,3 |
| 701,00 | 50,3 | 16500,00 | 39,1 |
| 726,00 | 35,0 | 17000,00 | 40,4 |
| 751,00 | 36,9 | 17500,00 | 37,5 |
| 776,00 | 31,8 | 18000,00 | 33,4 |
| 801,00 | 36,5 | 18500,00 | 37,8 |
| 826,00 | 26,8 | 19000,00 | 34,3 |
| 851,00 | 35,3 | 19500,00 | 44,0 |
| 876,00 | 33,5 | 20000,00 | 41,8 |
| 901,00 | 35,0 | 21000,00 | 49,9 |
| 926,00 | 31,3 | 22000,00 | 42,5 |
| 951,00 | 33,0 | 23000,00 | 48,1 |
| 976,00 | 35,3 | 24000,00 | 47,2 |
| 1001,00 | 26,6 | 25000,00 | 47,2 |
| 1026,00 | 36,2 | 26000,00 | 55,1 |
| 1051,00 | 32,7 | 27000,00 | 57,4 |
| 1076,00 | 29,4 | 28000,00 | 57,4 |
| 1101,00 | 31,7 | 29000,00 | 50,0 |
| 1500,00 | 28,4 | 30000,00 | 54,1 |
| 2000,00 | 50,2 | 31000,00 | 48,0 |
| 2500,00 | 38,2 | 32000,00 | 50,6 |
| 3000,00 | 34,5 | 33000,00 | 55,7 |
| 3500,00 | 30,6 | 34000,00 | 45,3 |
| 4000,00 | 19,0 | 35000,00 | 49,1 |
| 4500,00 | 26,8 | 36000,00 | 62,2 |
| 5000,00 | 27,1 | 37000,00 | 57,0 |
| 5500,00 | 28,1 | 38000,00 | 58,3 |
| 6000,00 | 34,1 | 39000,00 | 57,0 |
| | | 40000,00 | 61,7 |

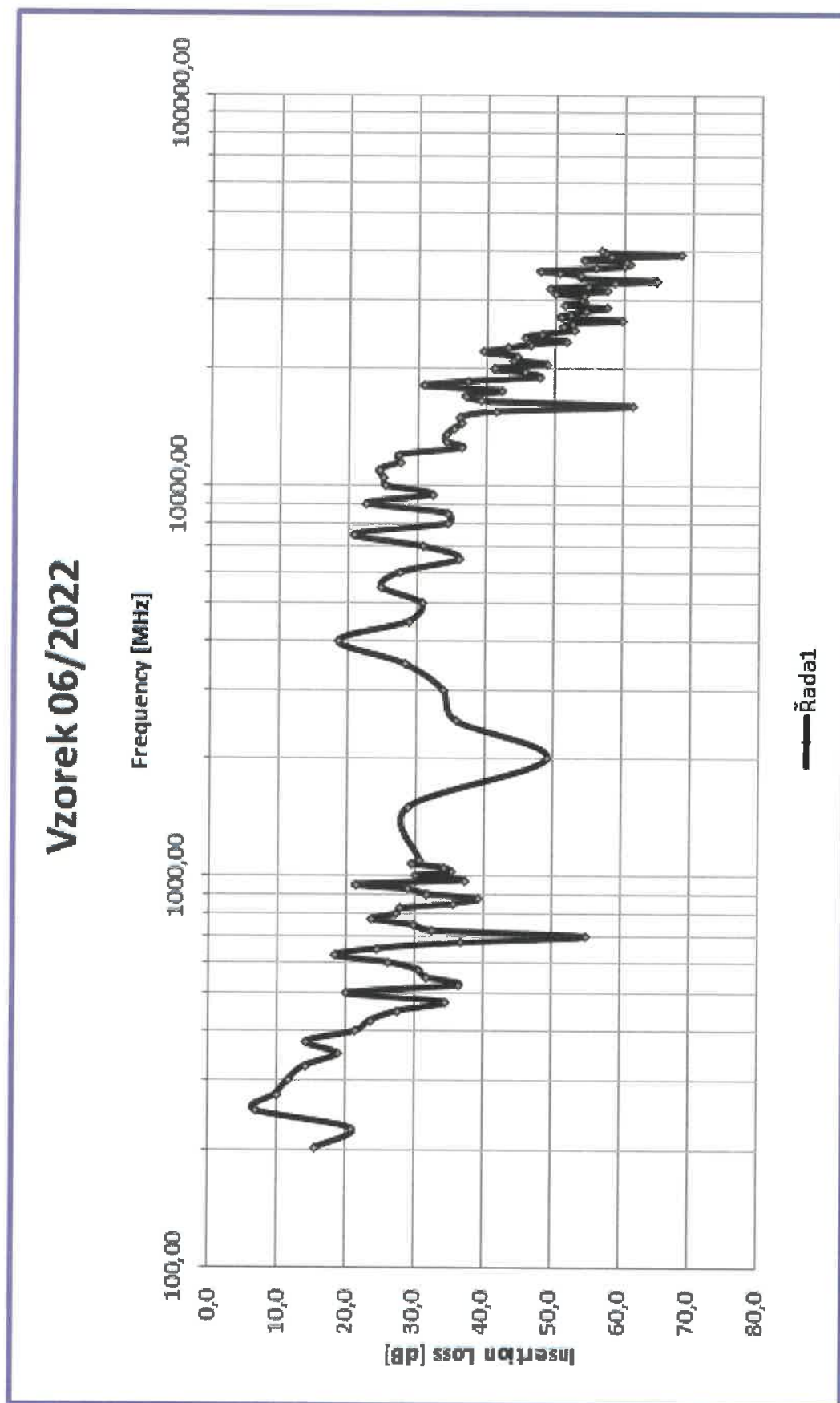
Tabulka 7 Naměřené hodnoty stínící účinnosti – vložného útlumu vzorku materiálu v rozsahu kmitočtů E1-E3: vzorek č. 5



Obrázek 6 Stínicí účinnost – vložný útlum vzorku materiálu, naměřená v rozsahu kmitočtů E1-E3: vzorek č. 5

| Frequency [MHz] | Insertion Loss [dB] | Frequency [MHz] | Insertion Loss [dB] |
|-----------------|---------------------|-----------------|---------------------|
| 201,00 | 15,7 | 6500,00 | 36,3 |
| 226,00 | 21,0 | 7000,00 | 30,8 |
| 251,00 | 6,9 | 7500,00 | 20,8 |
| 276,00 | 9,9 | 8000,00 | 34,6 |
| 301,00 | 11,7 | 8500,00 | 34,5 |
| 326,00 | 14,1 | 9000,00 | 22,6 |
| 351,00 | 18,8 | 9500,00 | 32,3 |
| 376,00 | 14,3 | 10000,00 | 25,4 |
| 401,00 | 21,6 | 10500,00 | 25,2 |
| 426,00 | 23,6 | 11000,00 | 24,4 |
| 451,00 | 27,5 | 11500,00 | 27,5 |
| 476,00 | 34,4 | 12000,00 | 27,3 |
| 501,00 | 20,1 | 12500,00 | 36,5 |
| 526,00 | 36,3 | 13000,00 | 34,1 |
| 551,00 | 31,6 | 13500,00 | 34,1 |
| 576,00 | 30,5 | 14000,00 | 35,2 |
| 601,00 | 26,3 | 14500,00 | 36,5 |
| 626,00 | 18,4 | 15000,00 | 36,2 |
| 651,00 | 24,5 | 15500,00 | 41,3 |
| 676,00 | 36,7 | 16000,00 | 61,5 |
| 701,00 | 55,1 | 16500,00 | 39,3 |
| 726,00 | 32,5 | 17000,00 | 36,9 |
| 751,00 | 29,7 | 17500,00 | 42,4 |
| 776,00 | 23,7 | 18000,00 | 30,8 |
| 801,00 | 27,4 | 18500,00 | 37,4 |
| 826,00 | 27,9 | 19000,00 | 47,7 |
| 851,00 | 35,7 | 19500,00 | 45,5 |
| 876,00 | 39,2 | 20000,00 | 41,1 |
| 901,00 | 31,7 | 21000,00 | 44,1 |
| 926,00 | 29,0 | 22000,00 | 39,5 |
| 951,00 | 21,3 | 23000,00 | 46,4 |
| 976,00 | 37,2 | 24000,00 | 45,7 |
| 1001,00 | 30,0 | 25000,00 | 52,9 |
| 1026,00 | 35,3 | 26000,00 | 52,6 |
| 1051,00 | 34,2 | 27000,00 | 50,8 |
| 1076,00 | 29,4 | 28000,00 | 54,6 |
| 1101,00 | 30,6 | 29000,00 | 51,5 |
| 1500,00 | 29,0 | 30000,00 | 54,0 |
| 2000,00 | 49,3 | 31000,00 | 50,0 |
| 2500,00 | 35,9 | 32000,00 | 49,3 |
| 3000,00 | 33,9 | 33000,00 | 58,6 |
| 3500,00 | 28,3 | 34000,00 | 53,7 |
| 4000,00 | 18,6 | 35000,00 | 50,7 |
| 4500,00 | 29,0 | 36000,00 | 55,9 |
| 5000,00 | 30,8 | 37000,00 | 60,9 |
| 5500,00 | 24,9 | 38000,00 | 54,1 |
| 6000,00 | 27,5 | 39000,00 | 68,4 |
| | | 40000,00 | 56,8 |

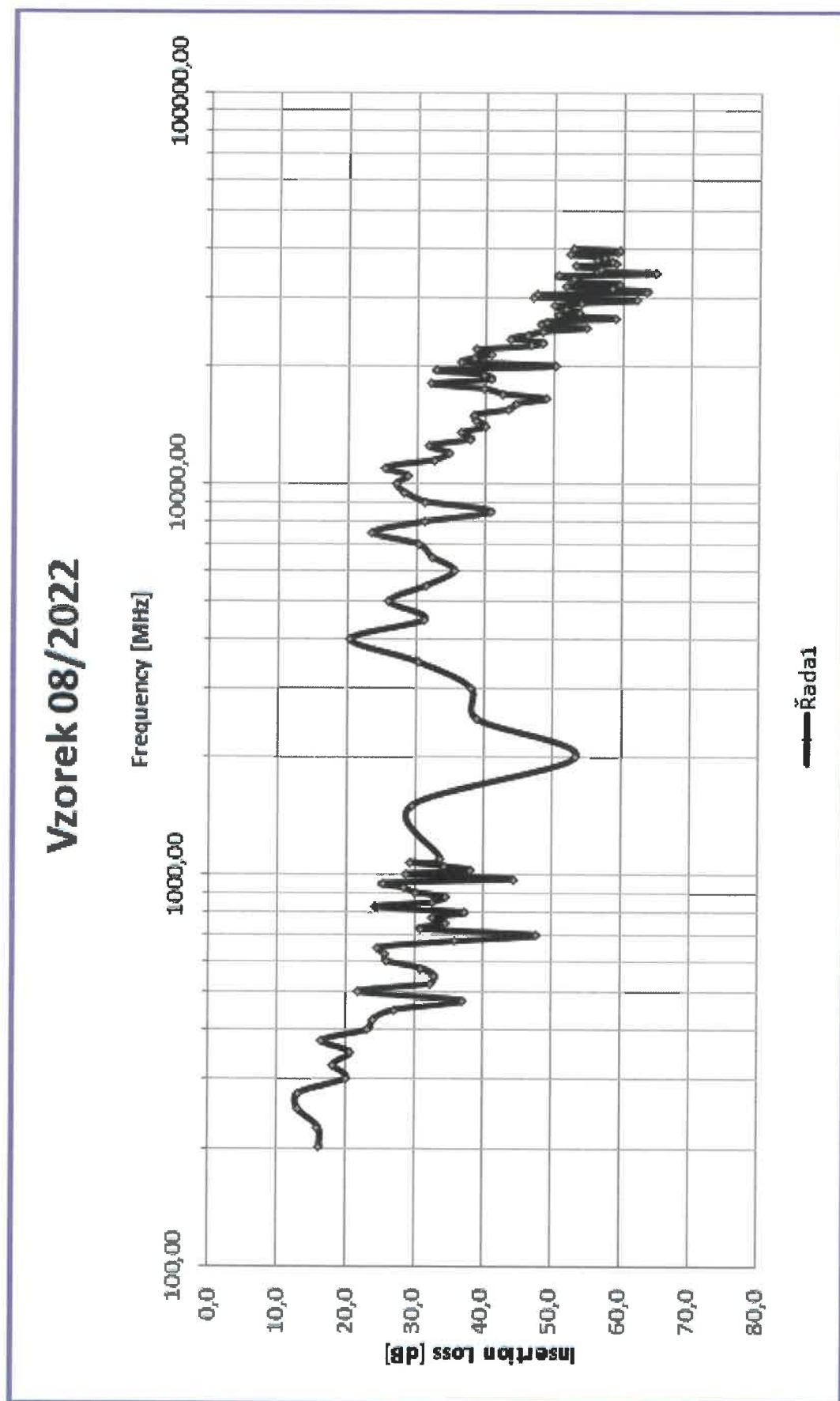
Tabulka 8 Naměřené hodnoty stínící účinnosti – vložného útlumu vzorku materiálu v rozsahu kmitočtů E1-E3: vzorek č. 6



Obrázek 7 Stínicí účinnost – vložný útlum vzorku materiálu, naměřená v rozsahu kmitočtů E1-E3: vzorek č. 6

| Frequency [MHz] | Insertion Loss [dB] | Frequency [MHz] | Insertion Loss [dB] |
|-----------------|---------------------|-----------------|---------------------|
| 201,00 | 16,2 | 6500,00 | 32,2 |
| 226,00 | 16,0 | 7000,00 | 30,3 |
| 251,00 | 13,0 | 7500,00 | 23,5 |
| 276,00 | 13,2 | 8000,00 | 31,2 |
| 301,00 | 19,9 | 8500,00 | 41,0 |
| 326,00 | 18,1 | 9000,00 | 31,2 |
| 351,00 | 20,6 | 9500,00 | 28,2 |
| 376,00 | 16,5 | 10000,00 | 26,9 |
| 401,00 | 23,1 | 10500,00 | 28,6 |
| 426,00 | 23,8 | 11000,00 | 25,2 |
| 451,00 | 27,1 | 11500,00 | 32,5 |
| 476,00 | 37,1 | 12000,00 | 34,7 |
| 501,00 | 21,8 | 12500,00 | 31,6 |
| 526,00 | 32,2 | 13000,00 | 37,9 |
| 551,00 | 32,9 | 13500,00 | 36,5 |
| 576,00 | 30,9 | 14000,00 | 40,0 |
| 601,00 | 25,8 | 14500,00 | 38,8 |
| 626,00 | 25,6 | 15000,00 | 38,3 |
| 651,00 | 24,5 | 15500,00 | 43,5 |
| 676,00 | 35,9 | 16000,00 | 44,4 |
| 701,00 | 47,9 | 16500,00 | 48,9 |
| 726,00 | 30,9 | 17000,00 | 42,5 |
| 751,00 | 34,6 | 17500,00 | 39,8 |
| 776,00 | 32,4 | 18000,00 | 32,0 |
| 801,00 | 37,2 | 18500,00 | 40,9 |
| 826,00 | 24,2 | 19000,00 | 39,8 |
| 851,00 | 32,5 | 19500,00 | 32,8 |
| 876,00 | 34,5 | 20000,00 | 50,3 |
| 901,00 | 30,0 | 21000,00 | 38,5 |
| 926,00 | 28,2 | 22000,00 | 38,8 |
| 951,00 | 25,2 | 23000,00 | 48,5 |
| 976,00 | 44,4 | 24000,00 | 46,1 |
| 1001,00 | 28,7 | 25000,00 | 54,8 |
| 1026,00 | 38,1 | 26000,00 | 49,0 |
| 1051,00 | 34,3 | 27000,00 | 50,6 |
| 1076,00 | 29,2 | 28000,00 | 51,8 |
| 1101,00 | 33,6 | 29000,00 | 54,1 |
| 1500,00 | 29,4 | 30000,00 | 47,1 |
| 2000,00 | 53,5 | 31000,00 | 63,5 |
| 2500,00 | 38,9 | 32000,00 | 51,8 |
| 3000,00 | 38,1 | 33000,00 | 52,5 |
| 3500,00 | 30,2 | 34000,00 | 50,5 |
| 4000,00 | 20,3 | 35000,00 | 56,2 |
| 4500,00 | 31,2 | 36000,00 | 53,1 |
| 5000,00 | 25,9 | 37000,00 | 58,4 |
| 5500,00 | 31,6 | 38000,00 | 57,4 |
| 6000,00 | 35,5 | 39000,00 | 59,1 |
| | | 40000,00 | 52,7 |

Tabulka 9 Naměřené hodnoty stínící účinnosti – vložného útlumu vzorku materiálu v rozsahu kmitočtů E1-E3: vzorek č. 8 (Pozn.: vzorek č. 7 nedodán)

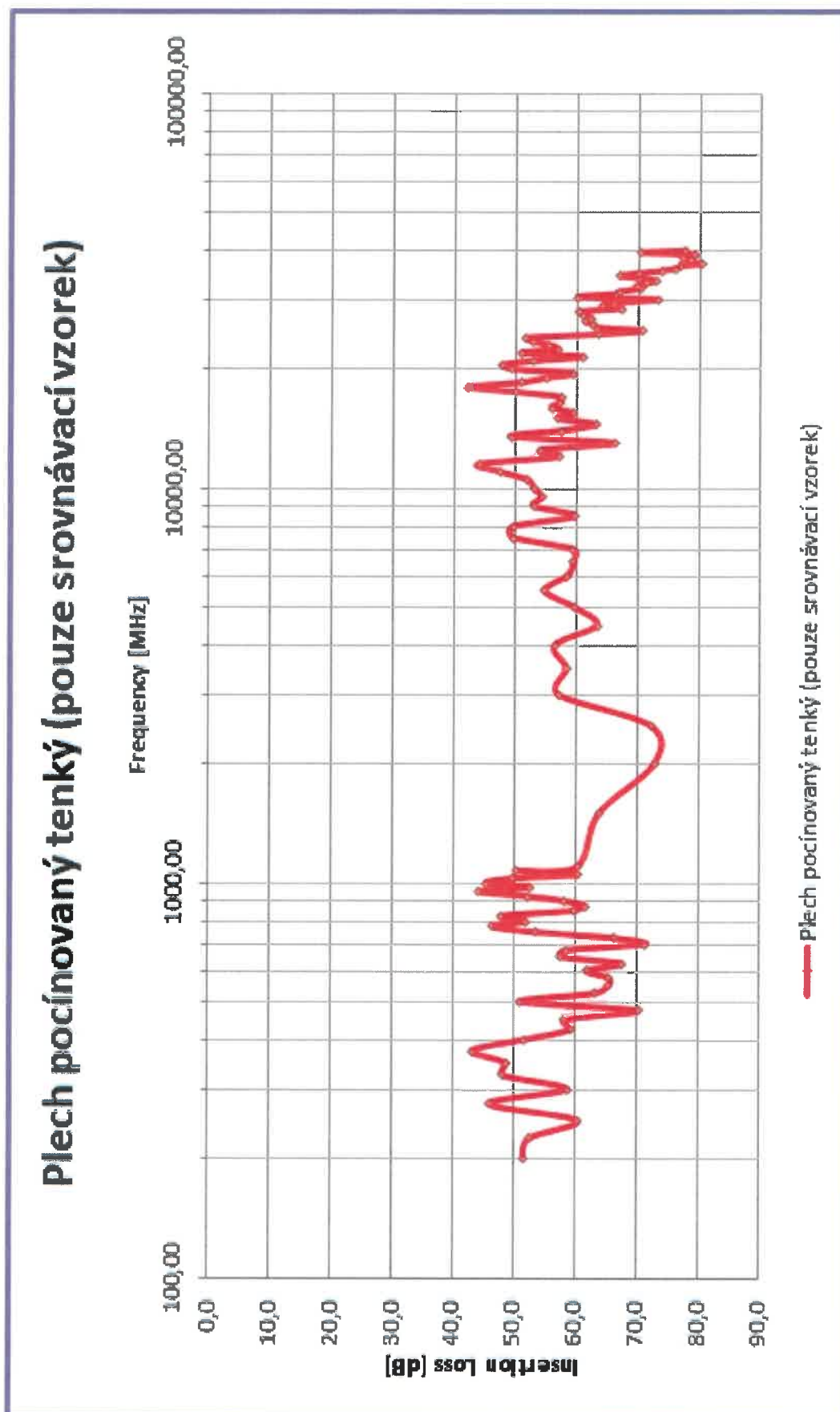


Obrázek 8 Stínicí účinnost – vložný útlum vzorku materiálu, naměřená v rozsahu kmitočtů E1-E3: vzorek č. 8 (Pozn.: vzorek č. 7 nedodán)

| Frequency [MHz] | Insertion Loss [dB] |
|--------------------|------------------------|
| 201,00 | 51,5 |
| 226,00 | 52,7 |
| 251,00 | 60,5 |
| 276,00 | 45,9 |
| 301,00 | 58,8 |
| 326,00 | 48,3 |
| 351,00 | 48,7 |
| 376,00 | 43,1 |
| 401,00 | 51,5 |
| 426,00 | 59,4 |
| 451,00 | 58,3 |
| 476,00 | 70,3 |
| 501,00 | 51,0 |
| 526,00 | 63,4 |
| 551,00 | 65,6 |
| 576,00 | 65,5 |
| 601,00 | 61,8 |
| 626,00 | 67,7 |
| 651,00 | 57,5 |
| 676,00 | 58,4 |
| 701,00 | 71,5 |
| 726,00 | 66,5 |
| 751,00 | 53,6 |
| 776,00 | 46,5 |
| 801,00 | 52,0 |
| 826,00 | 48,0 |
| 851,00 | 59,7 |
| 876,00 | 61,6 |
| 901,00 | 58,2 |
| 926,00 | 52,3 |
| 951,00 | 44,3 |
| 976,00 | 52,7 |
| 1001,00 | 45,4 |
| 1026,00 | 49,7 |
| 1051,00 | 60,5 |
| 1076,00 | 50,4 |
| 1101,00 | 60,3 |
| 1500,00 | 63,8 |
| 2000,00 | 72,8 |
| 2500,00 | 72,3 |
| 3000,00 | 57,2 |
| 3500,00 | 58,5 |
| 4000,00 | 56,5 |
| 4500,00 | 63,4 |
| 5000,00 | 59,8 |
| 5500,00 | 54,9 |
| 6000,00 | 58,6 |

| Frequency [MHz] | Insertion Loss [dB] |
|--------------------|------------------------|
| 6500,00 | 59,6 |
| 7000,00 | 59,6 |
| 7500,00 | 49,7 |
| 8000,00 | 49,7 |
| 8500,00 | 59,8 |
| 9000,00 | 53,1 |
| 9500,00 | 54,4 |
| 10000,00 | 53,1 |
| 10500,00 | 52,1 |
| 11000,00 | 47,7 |
| 11500,00 | 44,0 |
| 12000,00 | 57,1 |
| 12500,00 | 54,2 |
| 13000,00 | 66,3 |
| 13500,00 | 49,3 |
| 14000,00 | 57,6 |
| 14500,00 | 63,3 |
| 15000,00 | 57,0 |
| 15500,00 | 59,3 |
| 16000,00 | 55,9 |
| 16500,00 | 57,4 |
| 17000,00 | 57,5 |
| 17500,00 | 49,9 |
| 18000,00 | 42,2 |
| 18500,00 | 51,0 |
| 19000,00 | 55,1 |
| 19500,00 | 59,5 |
| 20000,00 | 49,5 |
| 21000,00 | 53,0 |
| 22000,00 | 51,0 |
| 23000,00 | 55,5 |
| 24000,00 | 51,8 |
| 25000,00 | 70,8 |
| 26000,00 | 62,5 |
| 27000,00 | 62,4 |
| 28000,00 | 60,3 |
| 29000,00 | 64,2 |
| 30000,00 | 73,3 |
| 31000,00 | 66,4 |
| 32000,00 | 70,3 |
| 33000,00 | 71,5 |
| 34000,00 | 70,1 |
| 35000,00 | 70,0 |
| 36000,00 | 76,0 |
| 37000,00 | 80,4 |
| 38000,00 | 78,4 |
| 39000,00 | 79,2 |
| 40000,00 | 77,6 |

Tabulka 10 Naměřené hodnoty stínící účinnosti – vloženého útlumu materiálového vzorku v rozsahu kmitočtů E1-E3: Srovnávací vzorek pocínovaného plechu



Obrázek 9 Stínící účinnost – vložný útlum materiálového vzorku, naměřená v rozsahu kmitočtů E1-E3:
Srovnávací vzorek pocínovaného plechu

6 VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ

Jak výše uvedeno, je měření stínicí účinnosti – vloženého útlumu materiálůvých vzorků zdola kmitočtově omezeno rozměry měřicího okna. Stabilních výsledků měřené stínicí účinnosti je proto dosaženo až od kmitočtu cca 400 MHz. Rozptyl naměřených hodnot byl zmenšen průměrováním výsledků ze dvou ortogonálních polarizací, tj. průměrováním výsledků z levotočivé cirkulární a pravotočivé cirkulární polarizace u měření prováděných v kmitočtovém rozsahu E1, jakož i z vertikální a horizontální polarizace u měření prováděných v kmitočtových rozsazích E2, E3.

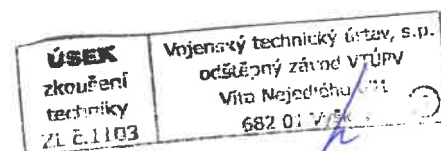
Ke skokovým změnám hodnoty stínicí účinnosti – vloženého útlumu vzorků laminátu v závislosti na kmitočtu, zejména u kmitočtů do 1 GHz, dochází vlivem resonancí měřicí stíněné komory, event. též vlivem nedokonalého přizpůsobení jednotlivých prvků měřicí sestavy (kabelů, antén). Hodnota stínicí účinnosti naměřených materiálůvých vzorků v rámci proměřovaného kmitočtového pásma:

- 1) 400 MHz – 1 GHz roste od cca **20 dB** do cca **36 dB**, přičemž útlum jednotlivých vzorků je srovnatelný,
- 2) 1 GHz – 18 GHz mírně roste od cca **30 dB** do cca **45 dB**, přičemž největších hodnot je dosaženo u vzorků č. 4 a č. 6,
- 3) 18 GHz – 40 GHz roste od cca **40 dB** do cca **60 dB** (s možnou výjimkou vzorku č.1), přičemž největších hodnot je dosaženo u vzorku č. 6.

Měřicí stíněná komora s upnutým srovnávacím vzorkem pocínovaného plechu pak dosahuje stínicí účinnosti cca 50 – 70 dB v pásmu kmitočtů od 200 MHz do 40 GHz. Případná snížená hodnota stínicí účinnosti na vysokých mikrovlnných kmitočtech může být způsobena větším vlivem nedokonalého kontaktu mezi pláštěm komory a upínacím rámem, jakož i vlivem nedokonalého kontaktu mezi plechovými stěnami stínicí komory a její nosnou konstrukcí. V kmitočtovém pásmu 20 GHz – 40 GHz již hodnota stínicí účinnosti měřeného vzorku dosahuje hranice maximální měřitelné stínicí účinnosti v daném uspořádání, tj. hranice dynamického (dostupného) rozsahu měření.

Upozornění:

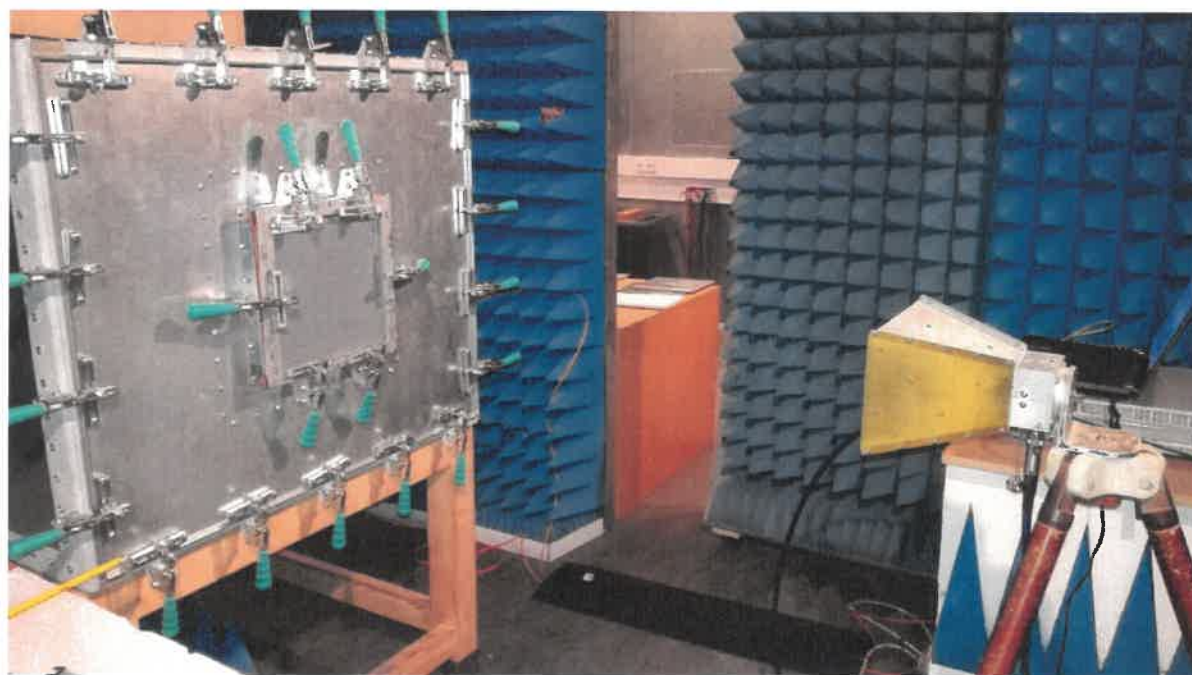
Zákazník dodal vzorky o rozměrech 300 x 300 mm, místo obvyklých 320 x 320 mm. Takto zmenšené vzorky nelze zcela spolehlivě uchytit do přípravku na stěně stíněného boxu. Laboratoř EMC tedy není schopna garantovat přesnost a opakovatelnost výsledků měření na takovýchto zmenšených vzorcích.



7 FOTOGRAFICKÁ DOKUMENTACE

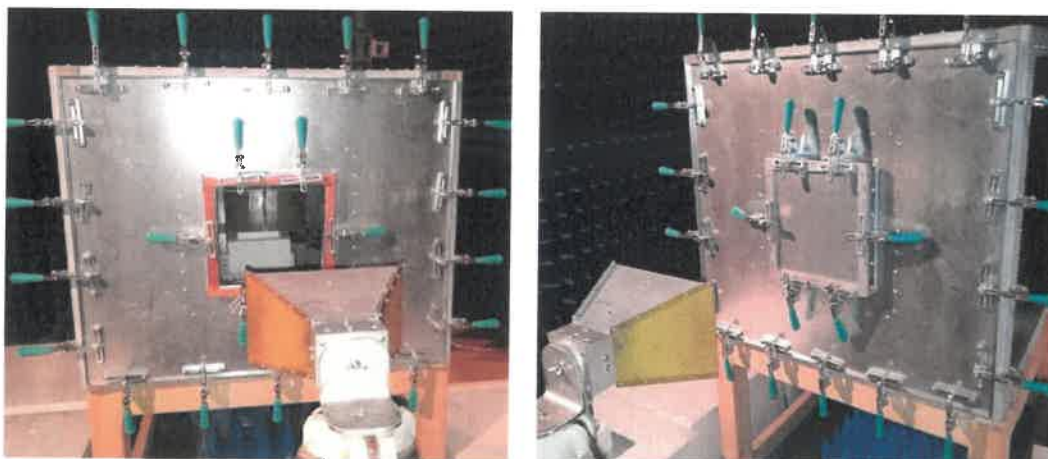


Obrázek 10 Měření EUT – pásmo E1, vzorek č. 8, pravotočivá polarizace



Obrázek 11 Měření EUT – pásmo E2, vzorek č. 3, vertikální polarizace

| | |
|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| ÚSEK zkoušení techniky ZL č.1103 | Vojenský technický ústav, s.p. odštěpný závod VTÚPV Vita Nejedláho 691 682 01 Vyškov |
|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|



Obrázek 12 Měření v rozsahu E2, reference (vlevo), srovnávací vzorek plechu (vpravo), vertikální polarizace

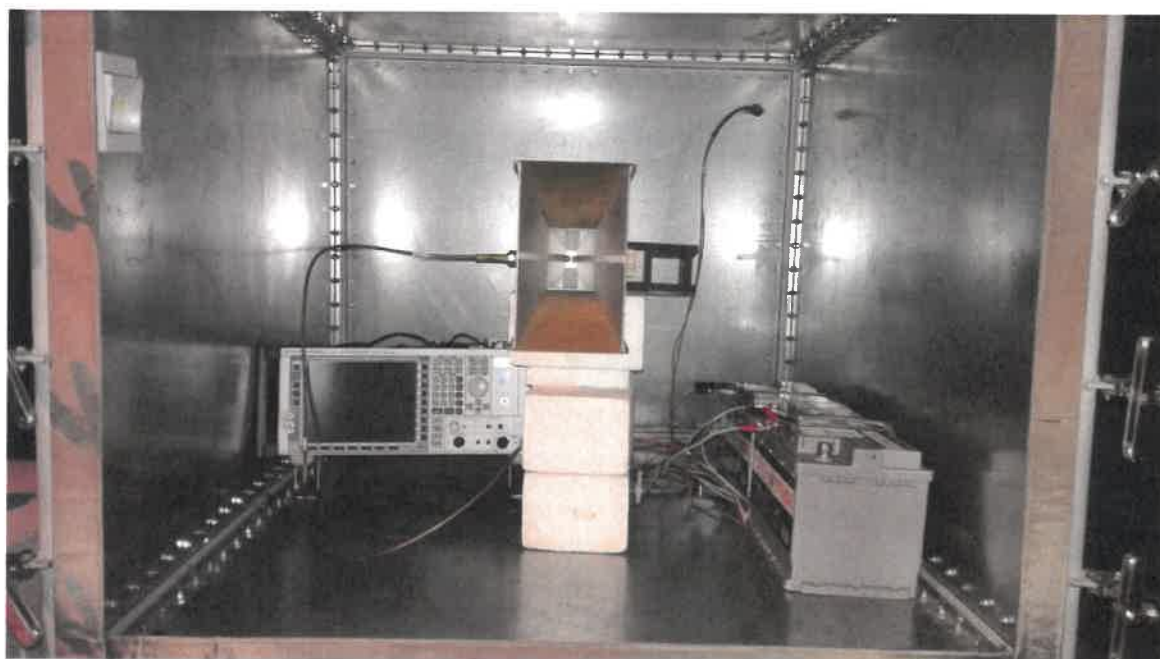


Obrázek 13 Měření reference v kmitočtovém rozsahu E3, vertikální polarizace





Obrázek 14 Měření EUT – pásmo E3, vzorek č.1, vertikální polarizace



Obrázek 15 Sestava EMI přijímače v měřicím stíněném boxu, kmitočtový rozsah E2, horizontální polarizace

KONEC PROTOKOLU

