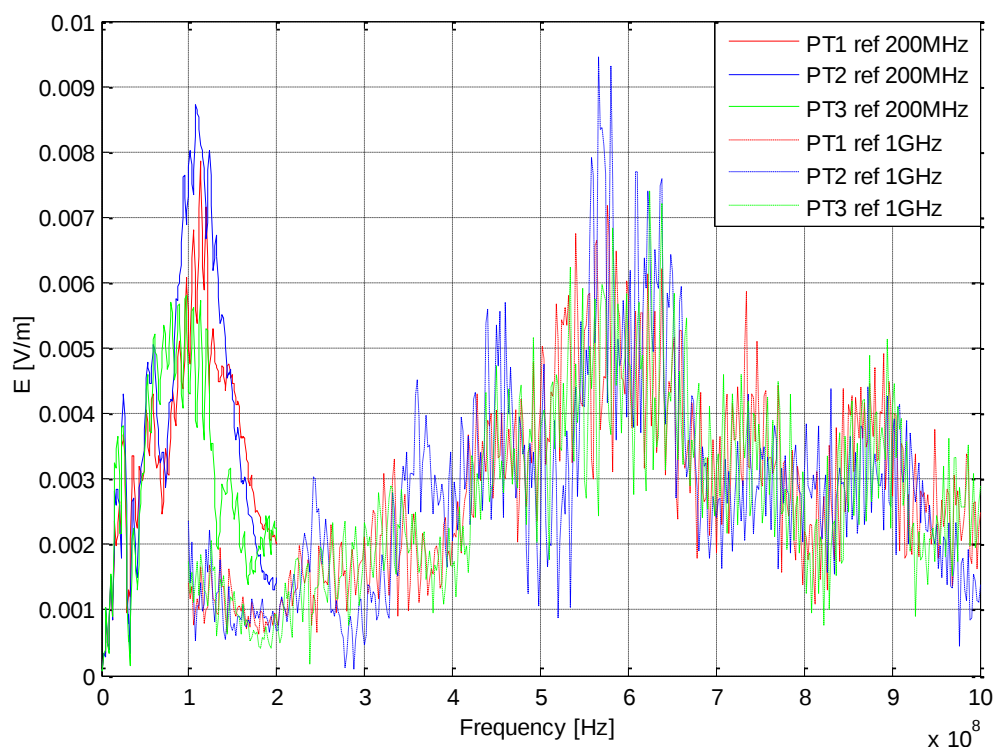
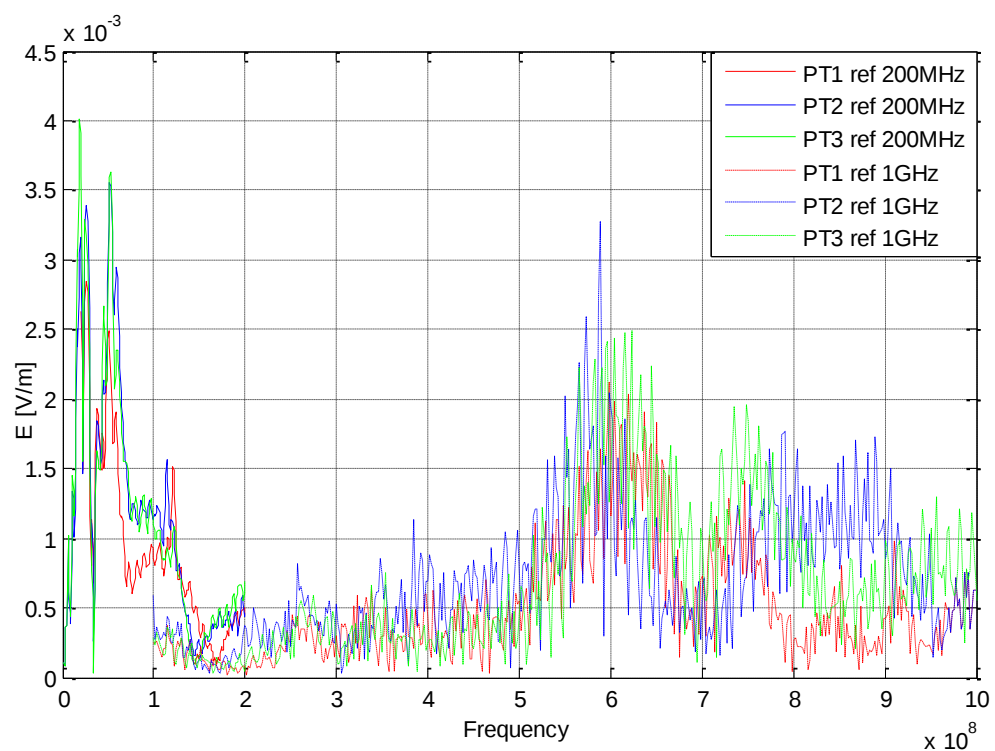


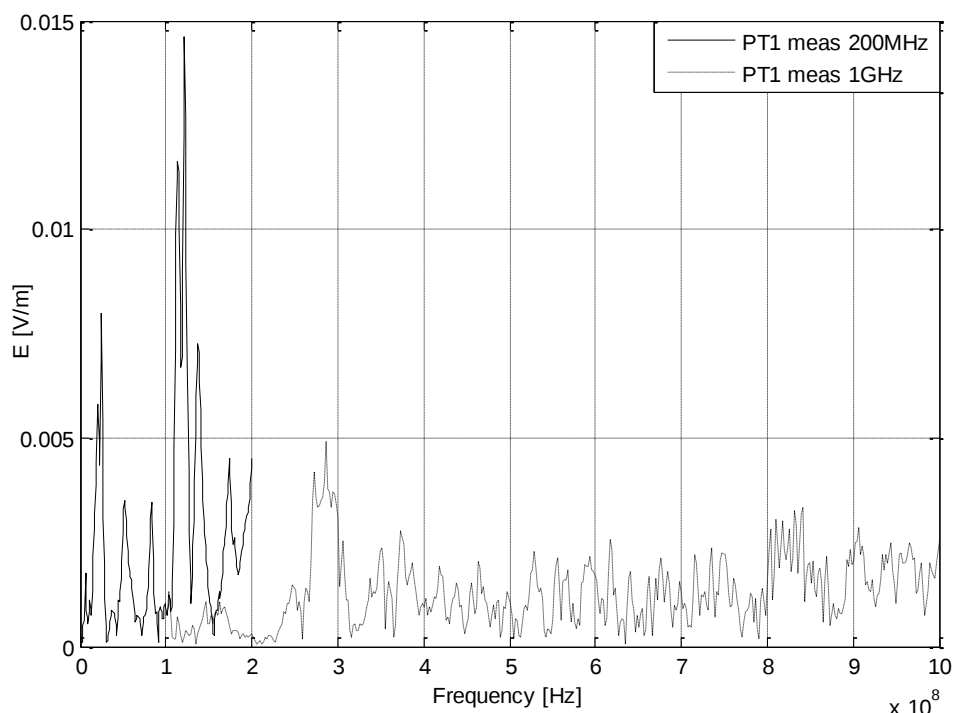
1 Příloha č. 1 Úrovně elektrické intenzity pole změřené UTB Zlín



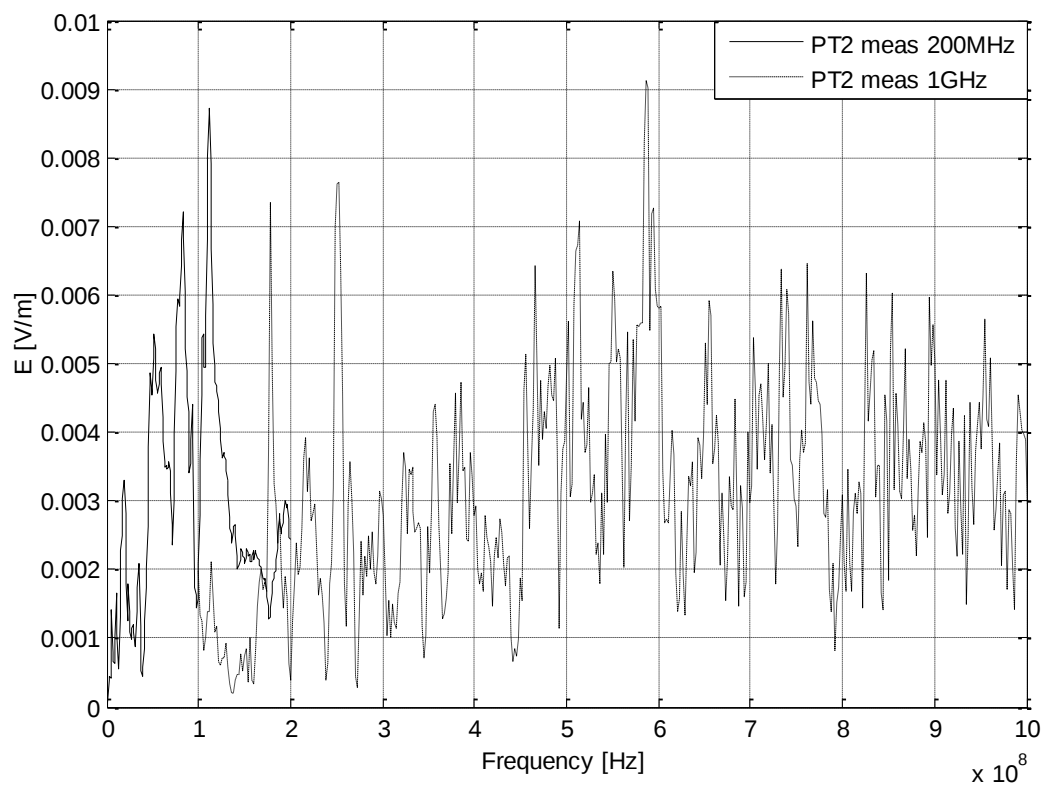
Graf P. 1.1 Referenční E pole změřená v bodech PT1, PT2, PT3 (vertikální pol.)



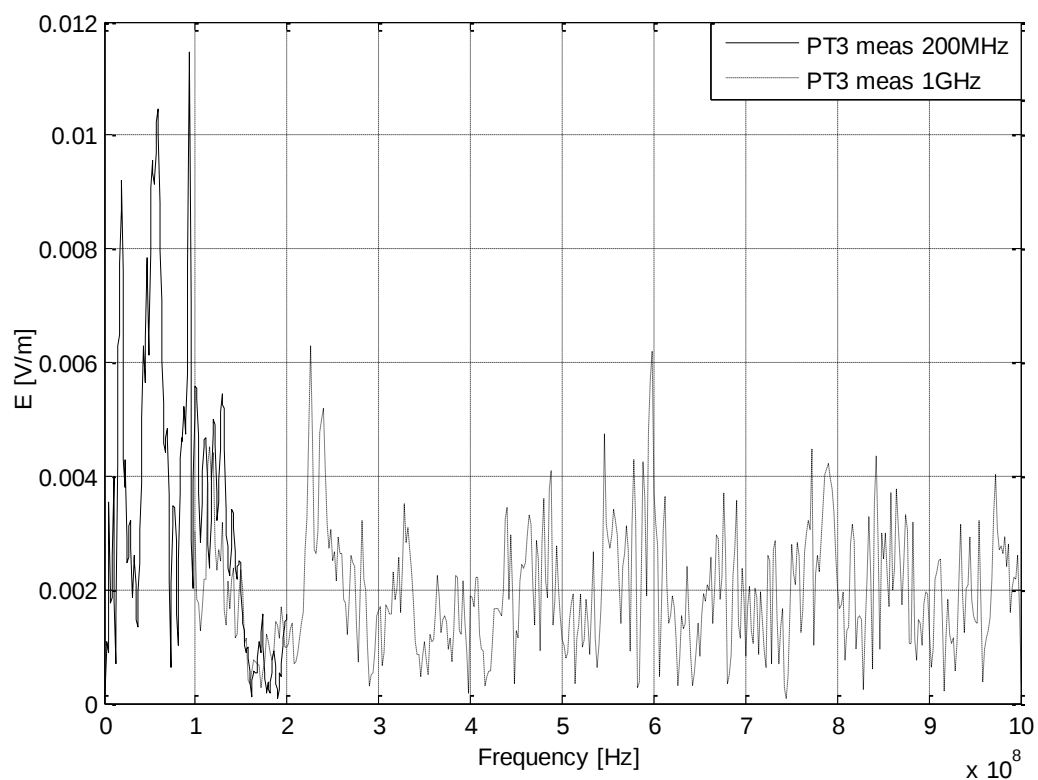
Graf P. 1.2 Referenční E pole změřená v bodech PT1, PT2, PT3 (horizontální pol.)



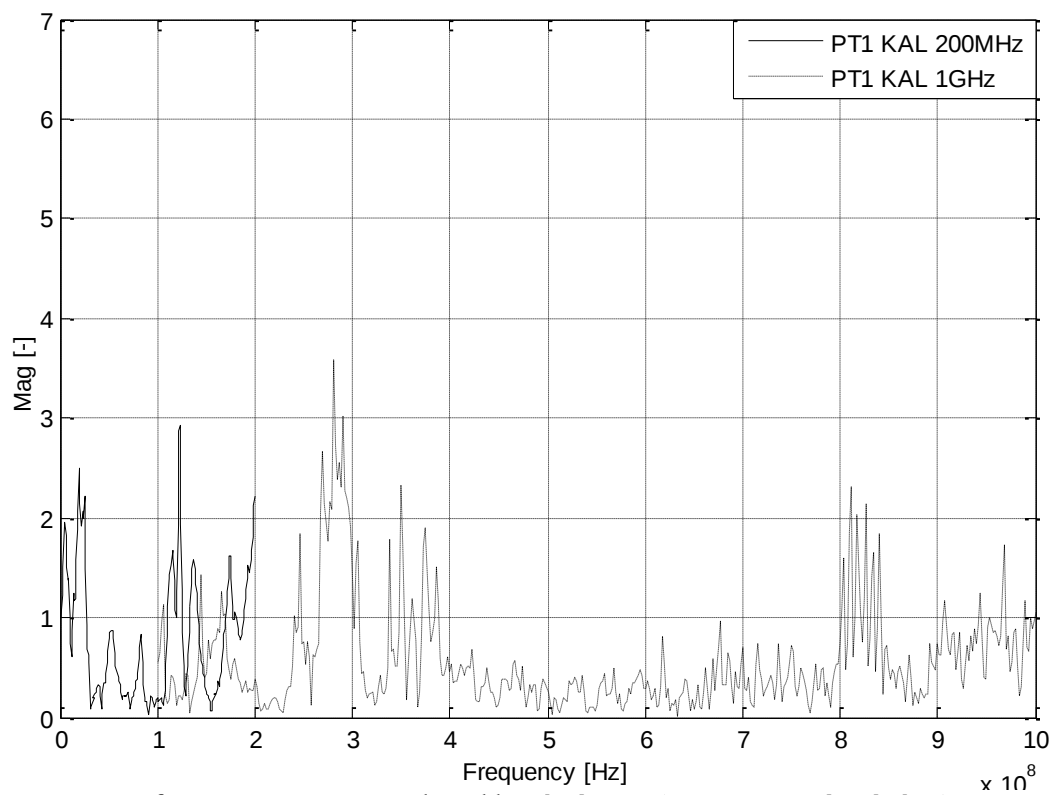
Graf P. 1.3 Intenzita E pole změřená v oblasti bodu PT1 (SONDA 1 -pod palubní deskou)



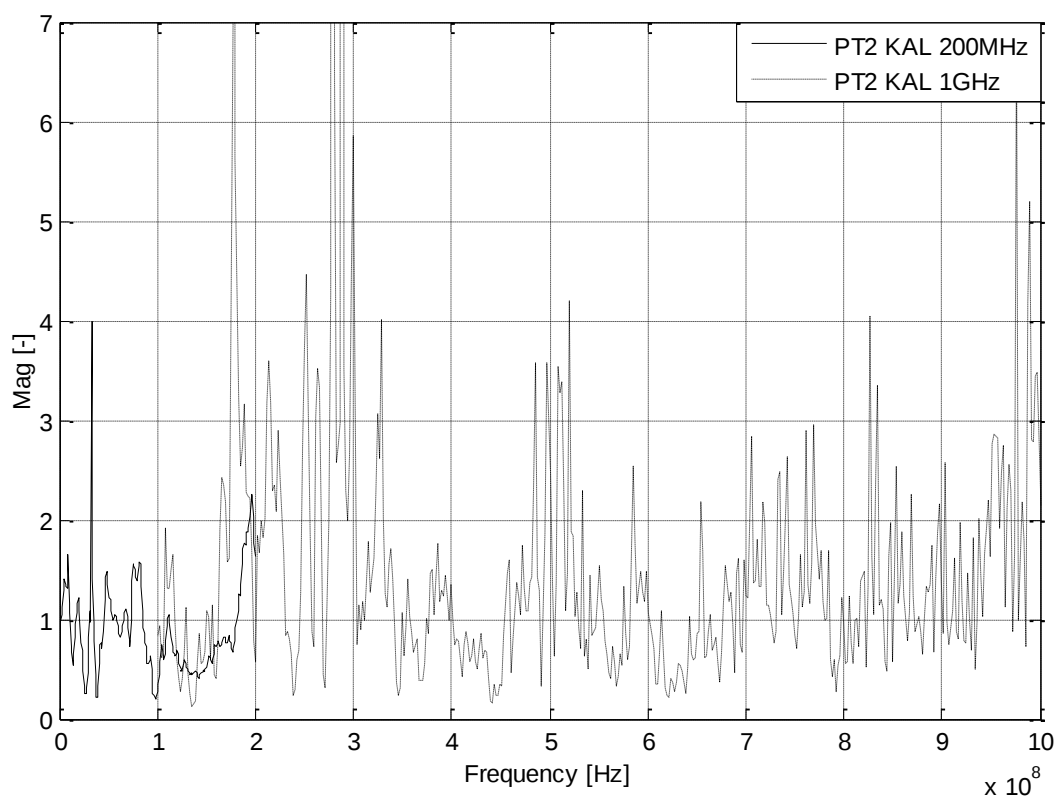
Graf P. 1.4 Intenzita E pole změřená v oblasti bodu PT2 (SONDA 3 - střed trupu)



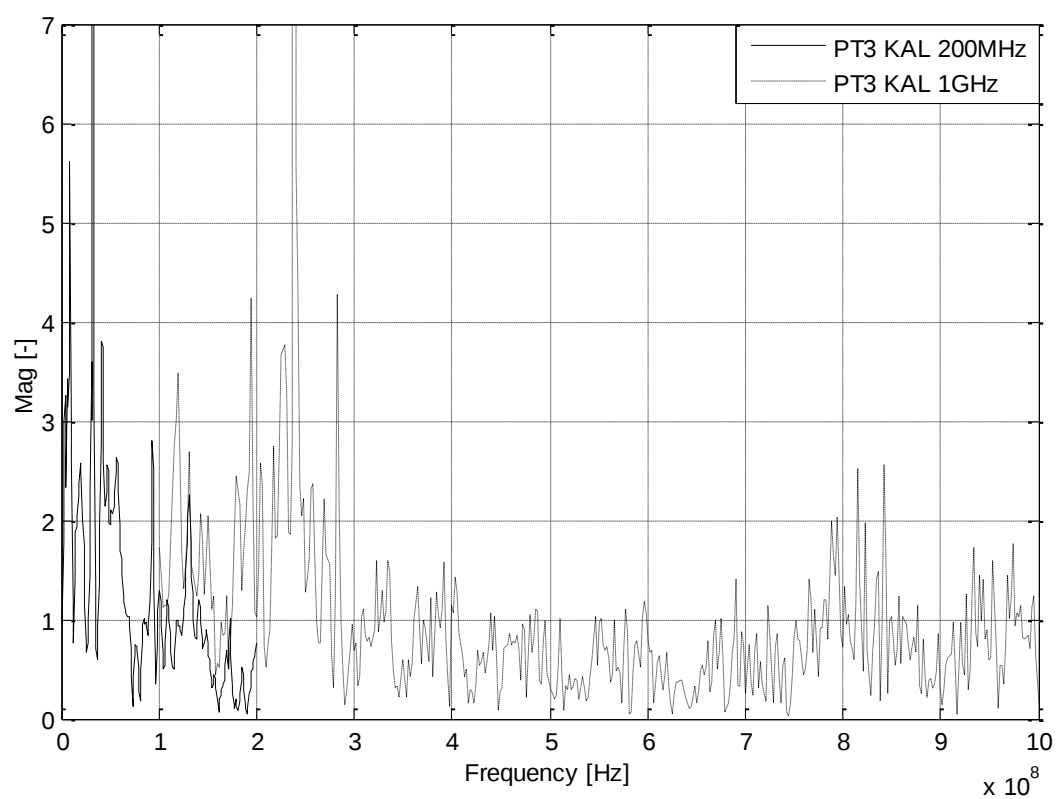
Graf P. 1.5 Intenzita E pole změřená v oblasti bodu PT3 (SONDA 3 - AHRS)



Graf P. 1.6 Normované E pole v oblasti bodu PT1 (SONDA 1 -pod p. deskou)

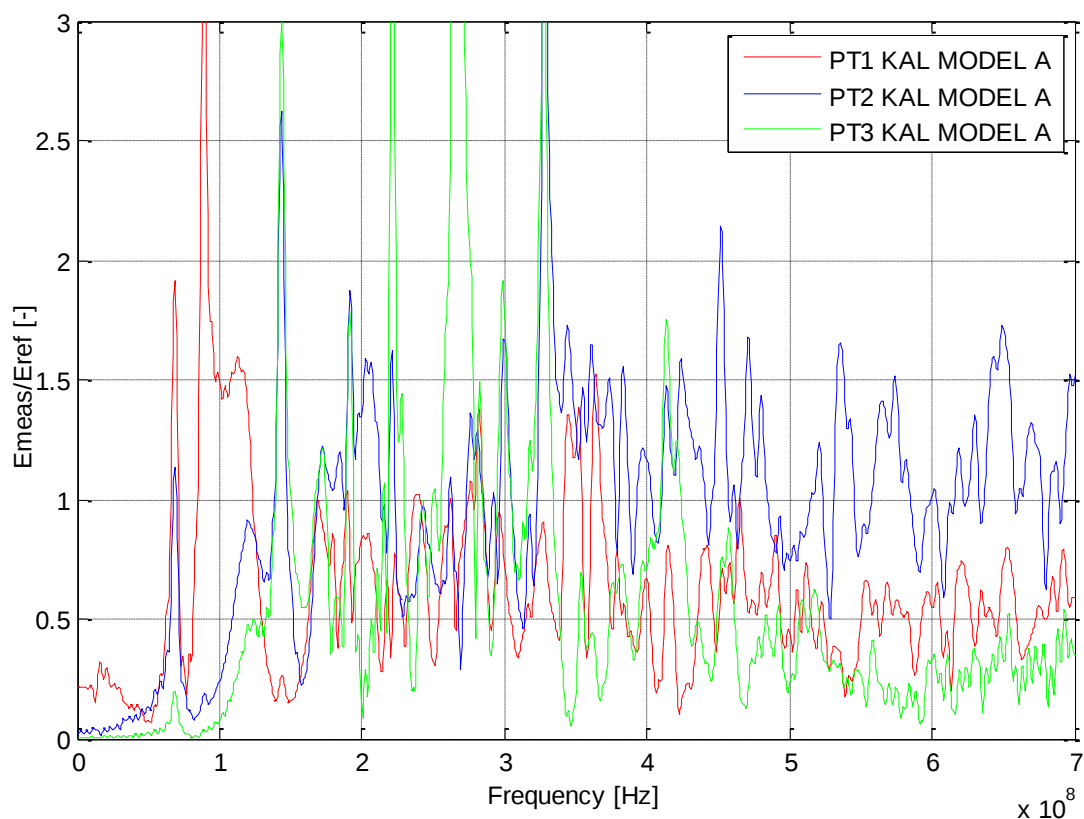


Graf P. 1.7 Normované E pole v oblasti bodu PT2 (SONDA 3 - střed trupu)

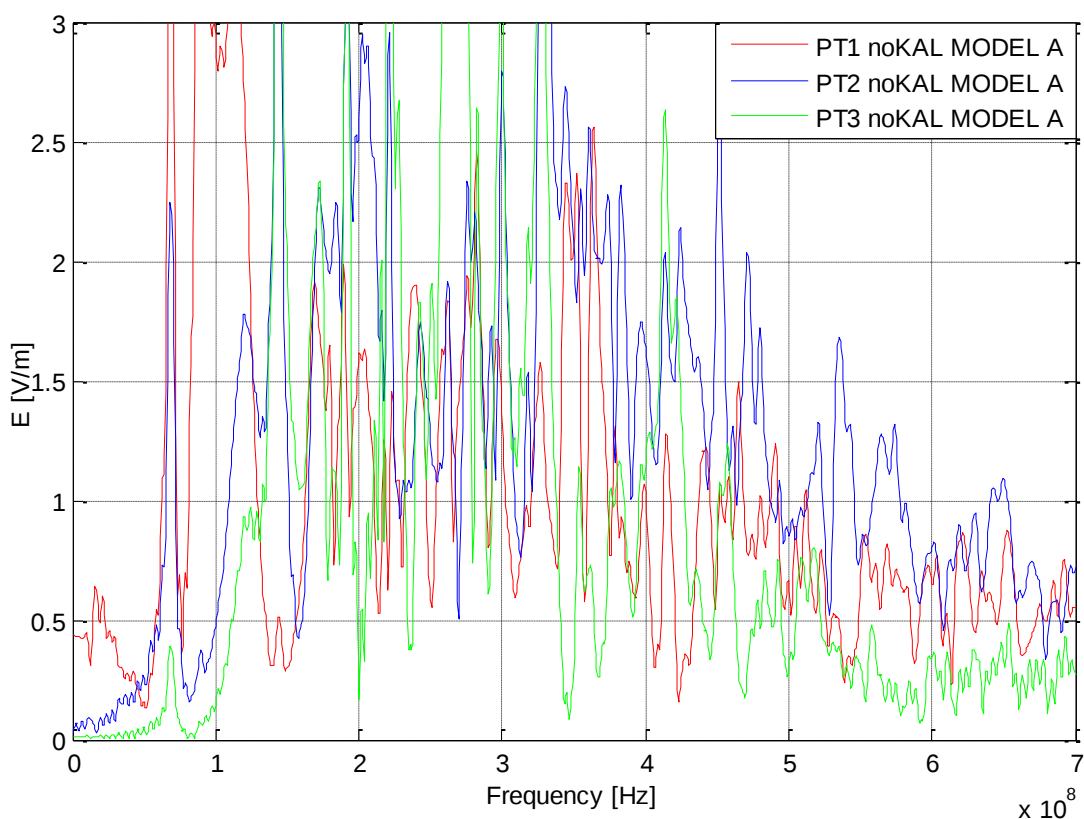


Graf P. 1.8 Normované E pole v oblasti bodu PT3 (SONDA 3 - AHRS)

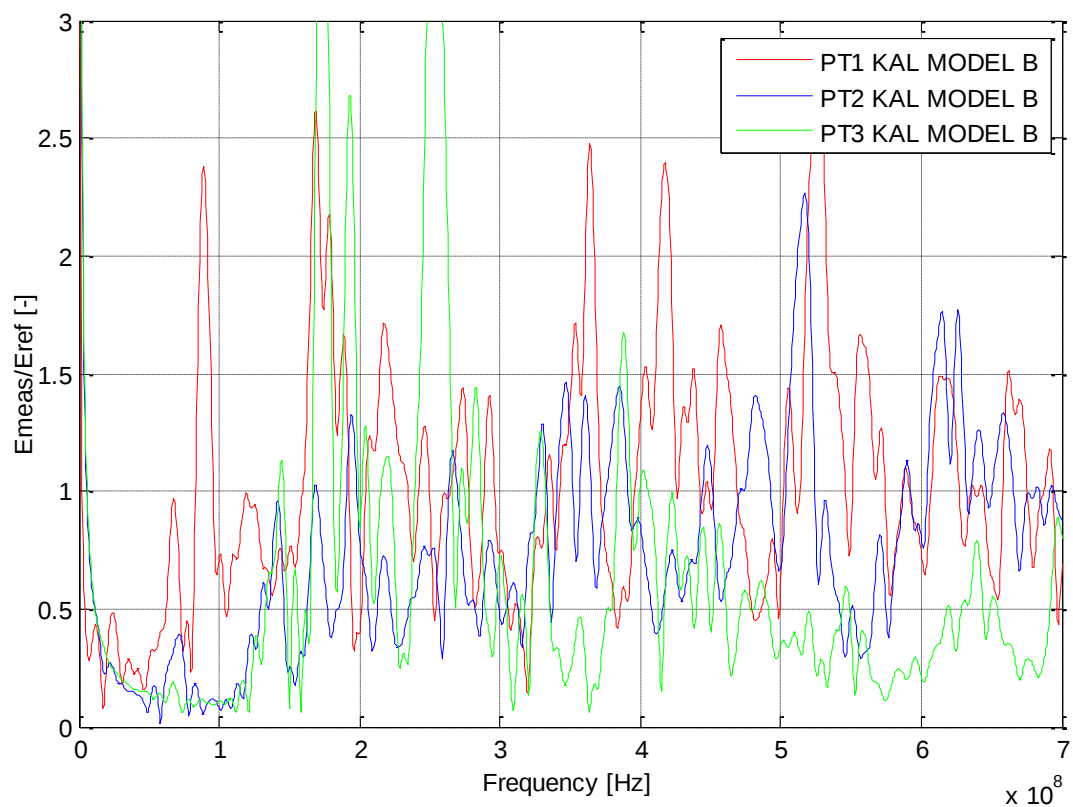
2 Příloha č. 2 Úrovně elektrické intenzity zjištěné pomocí CST MWS



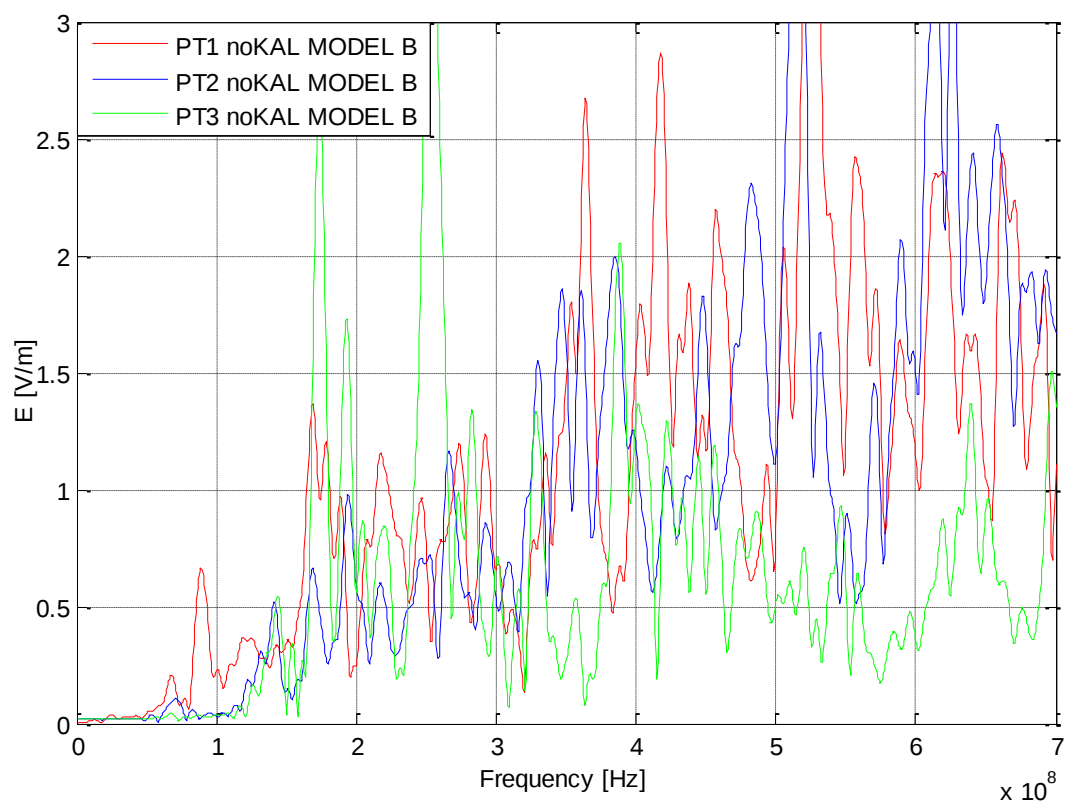
Graf P. 2.1 Intenzity E pole v bodech PT1, PT2, PT3 pro MODEL A (normované)



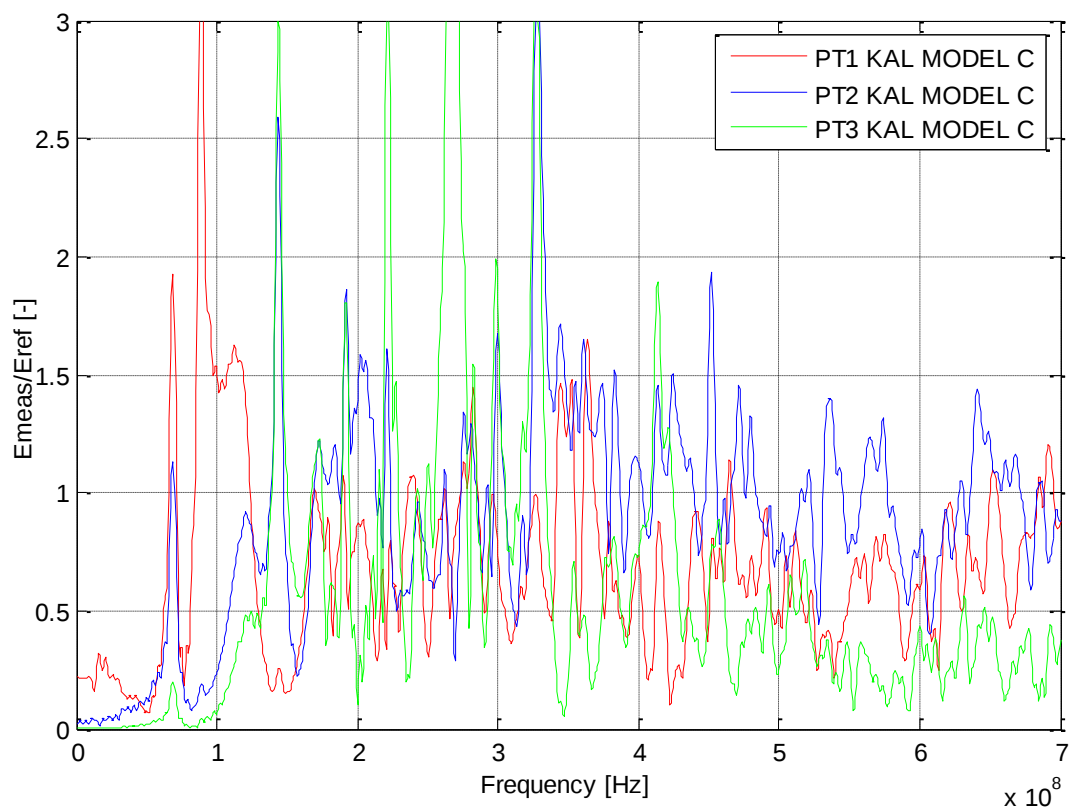
Graf P. 2.2 Intenzity E pole v bodech PT1, PT2, PT3 pro MODEL A (nenormované)



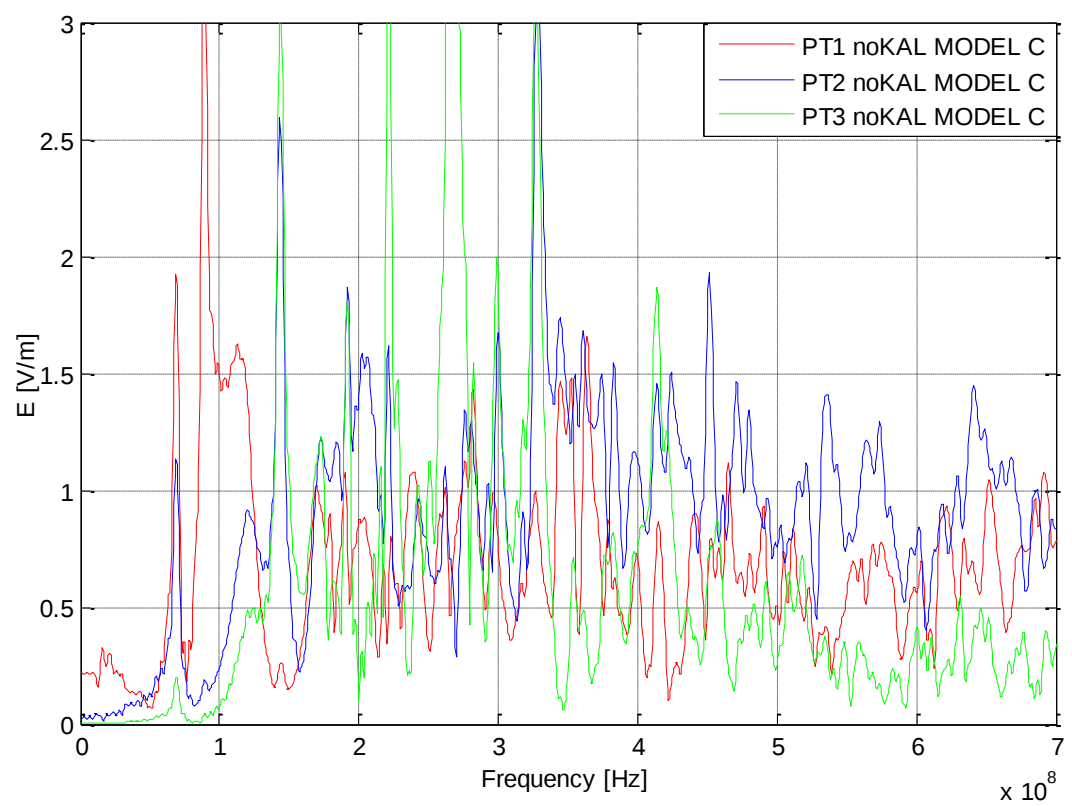
Graf P. 2.3 Intenzity E pole v bodech PT1, PT2, PT3 pro MODEL B (normované)



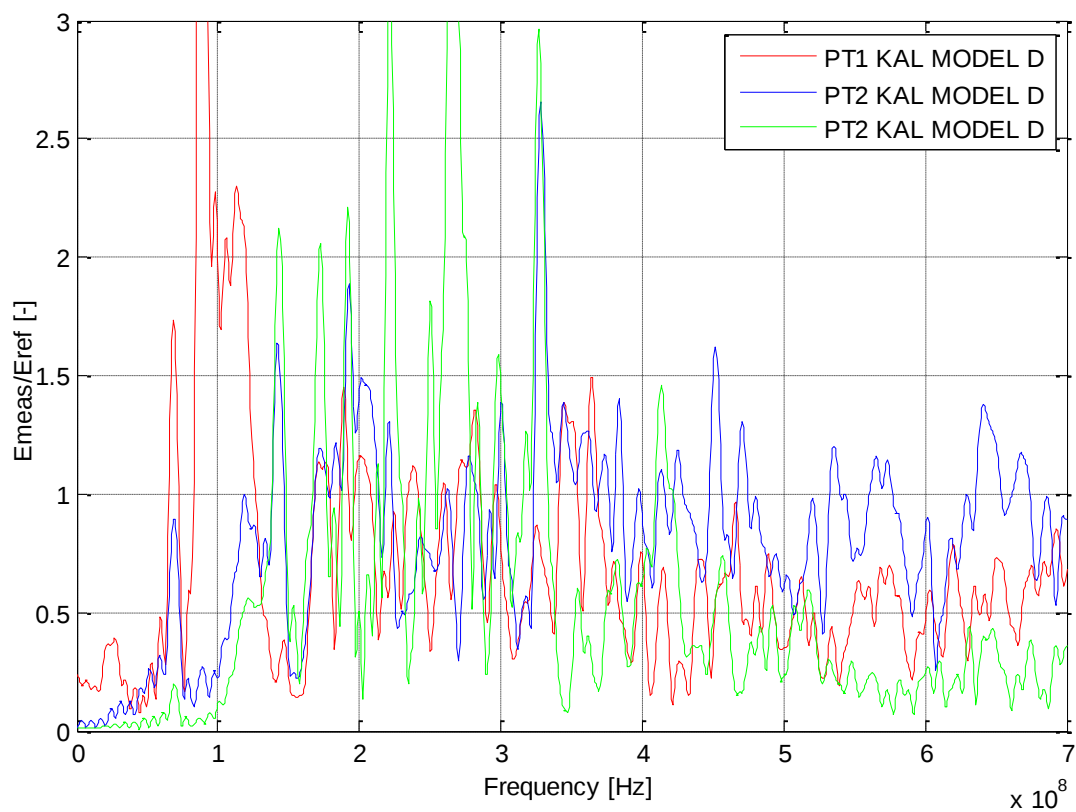
Graf P. 2.4 Intenzity E pole v bodech PT1, PT2, PT3 pro MODEL B (nenormované)



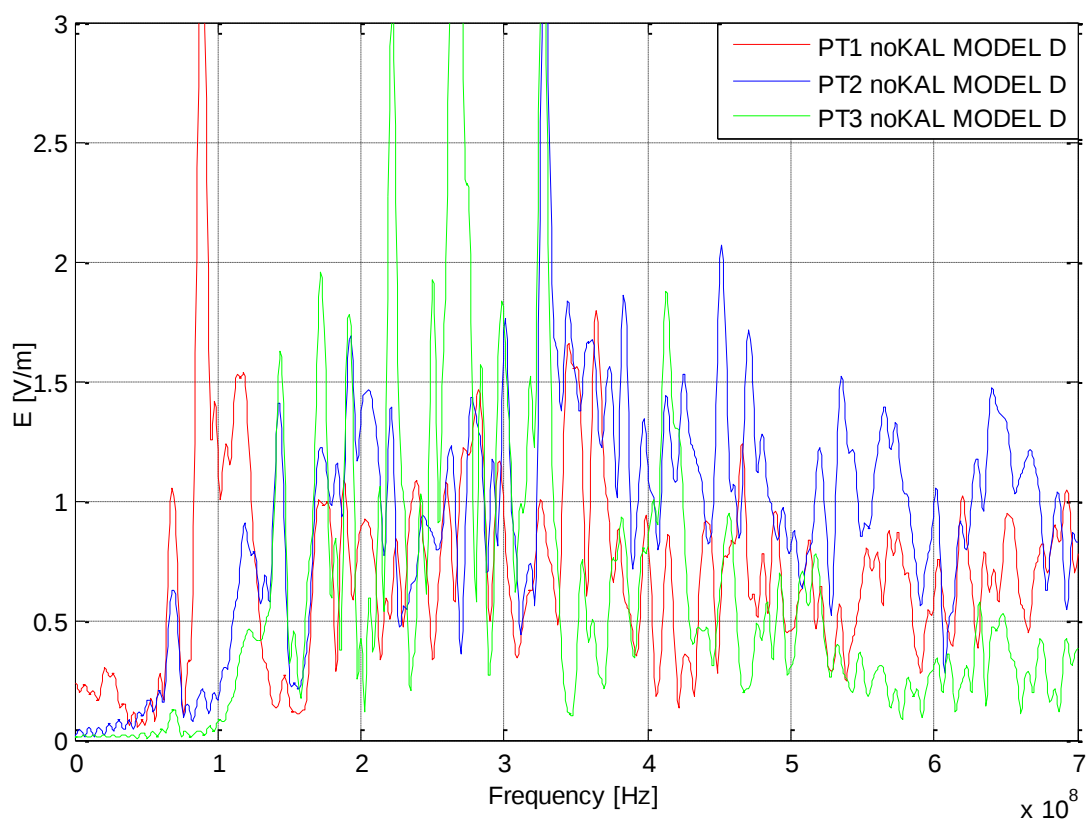
Graf P. 2.5 Intenzity E pole v bodech PT1, PT2, PT3 pro MODEL C (normované)



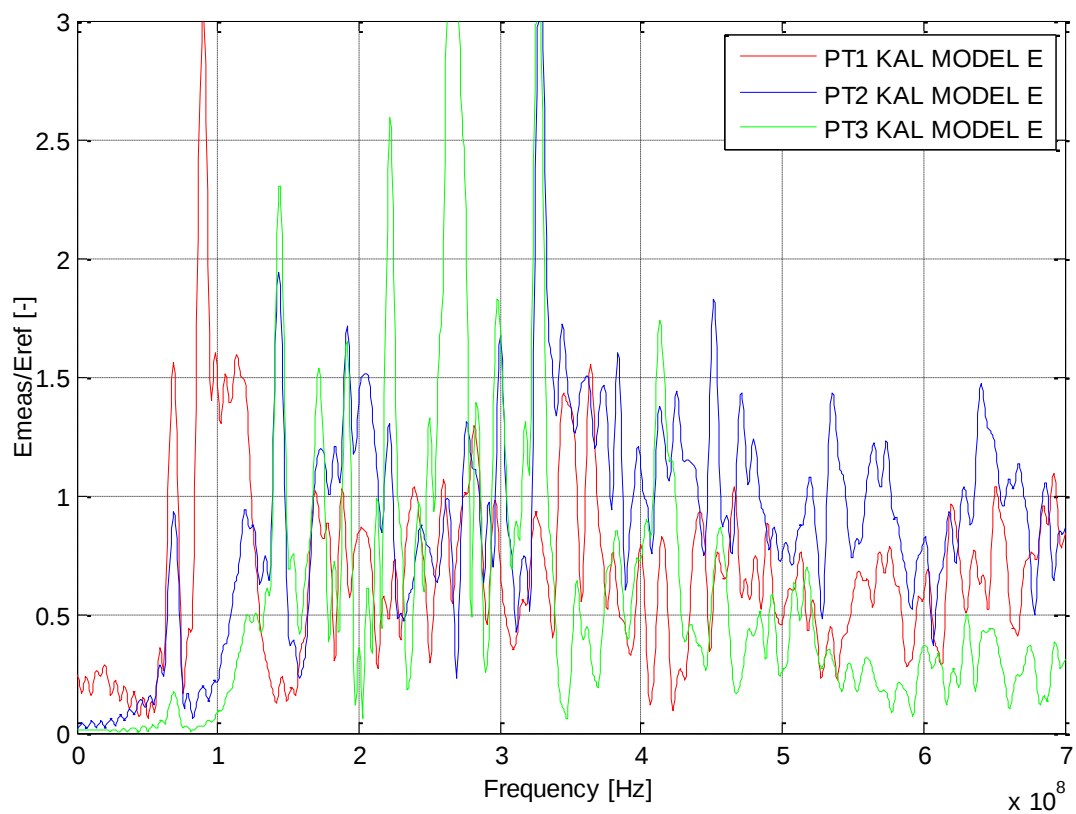
Graf P. 2.6 Intenzity E pole v bodech PT1, PT2, PT3 pro MODEL C (nenormované)



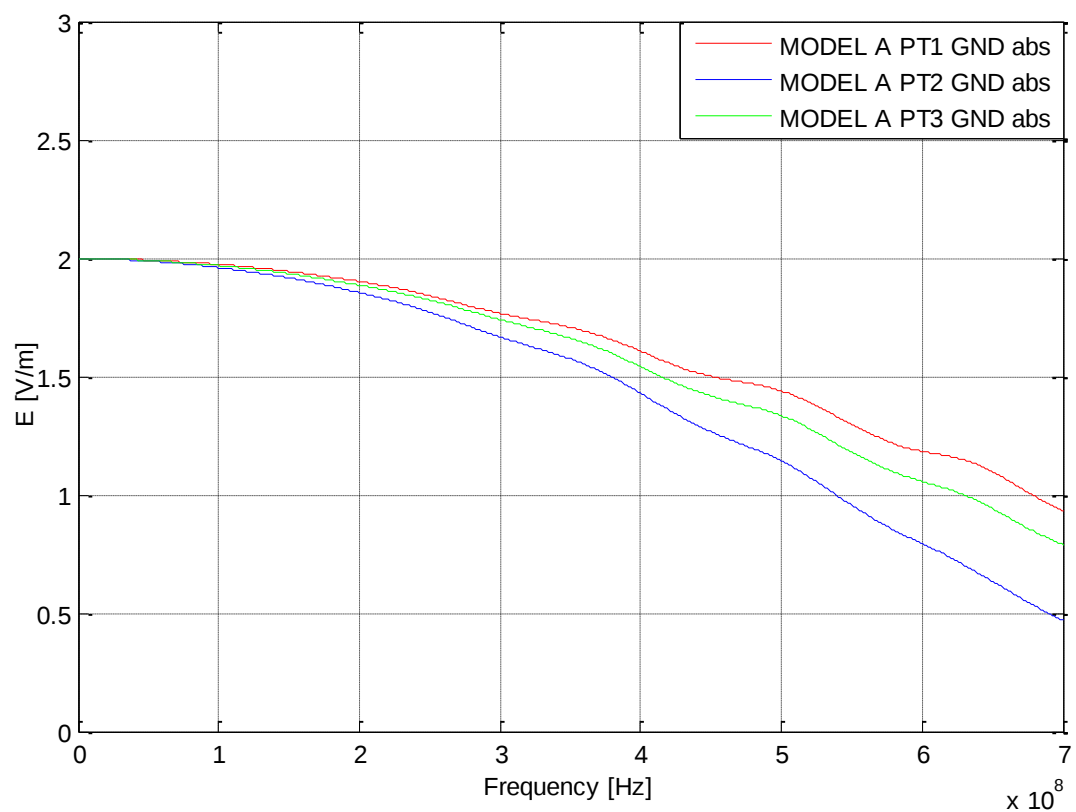
Graf P. 2.7 Intenzity E pole v bodech PT1, PT2, PT3 pro MODEL D (normované)



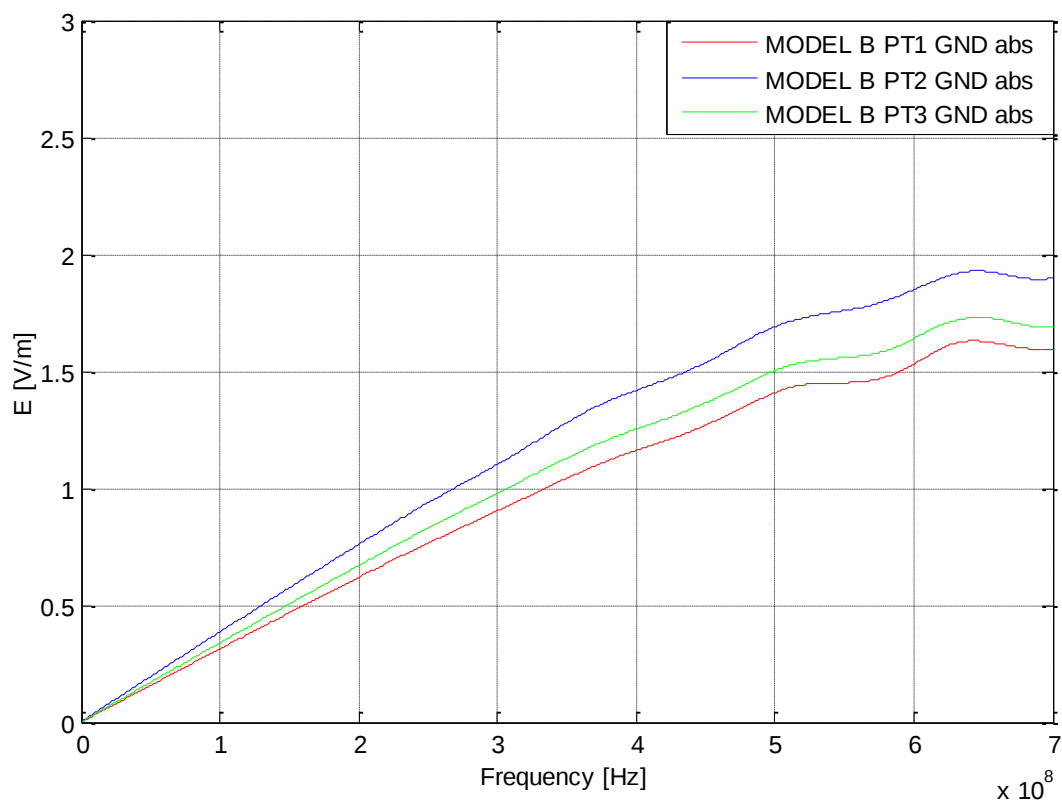
Graf P. 2.8 Intenzity E pole v bodech PT1, PT2, PT3 pro MODEL D (nenormované)



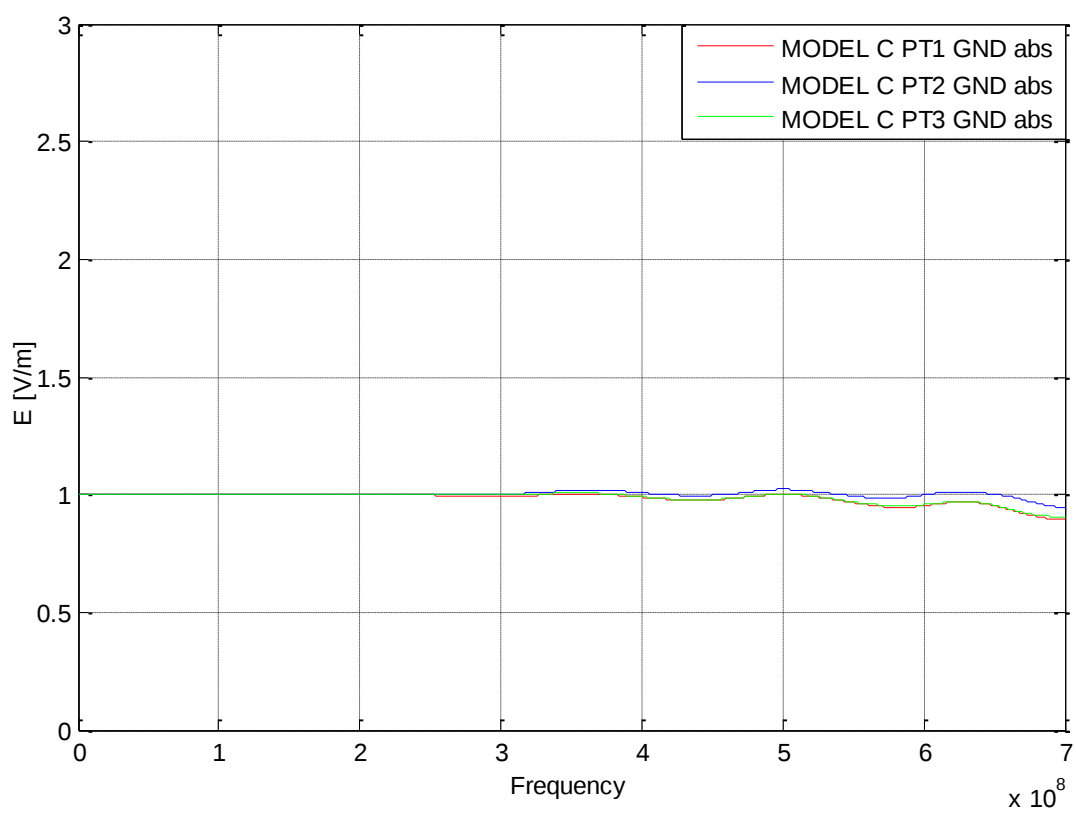
Graf P. 2.9 Intenzity E pole v bodech PT1, PT2, PT3 pro MODEL E



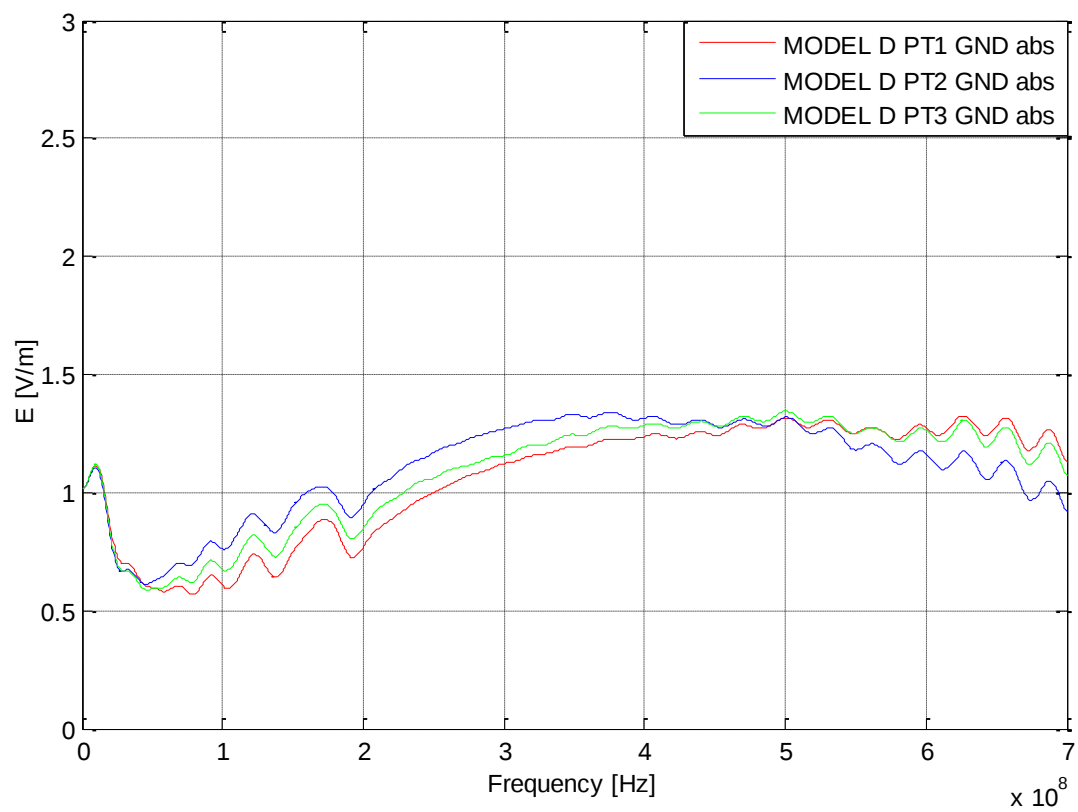
Graf P. 2.10 Referenční E pole v bodech PT1, PT2, PT3 pro MODEL A



Graf P. 2.11 Referenční E pole v bodech PT1, PT2, PT3 pro MODEL B

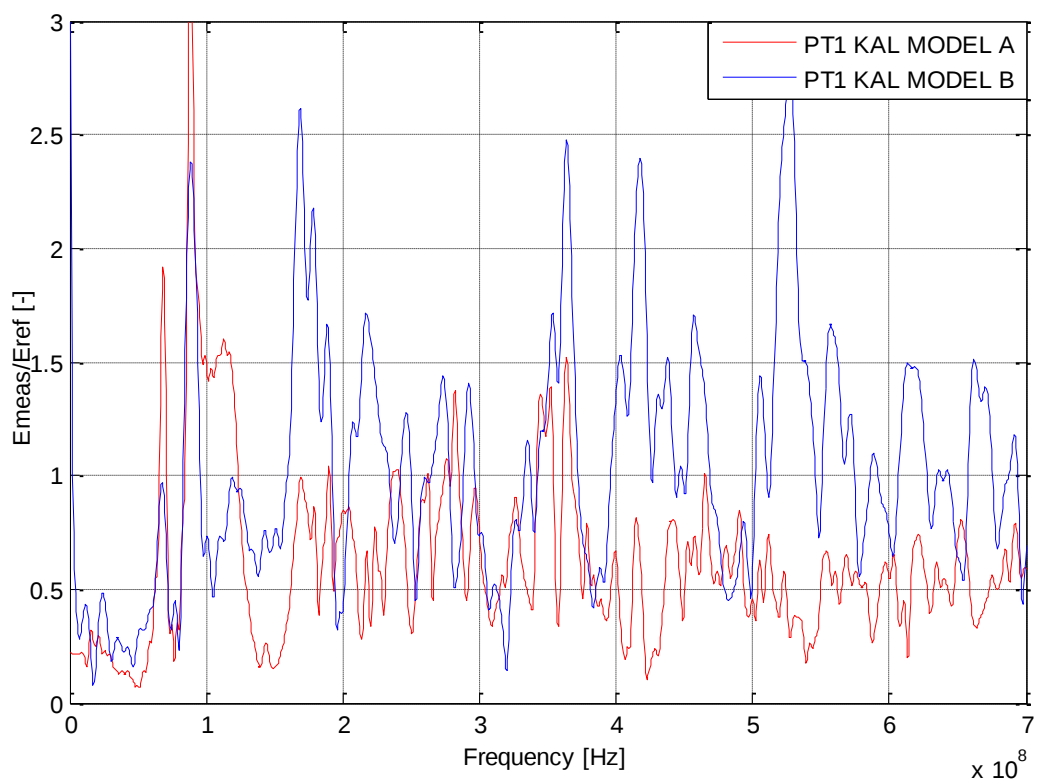


Graf P. 2.12 Referenční E pole v bodech PT1, PT2, PT3 pro MODEL C

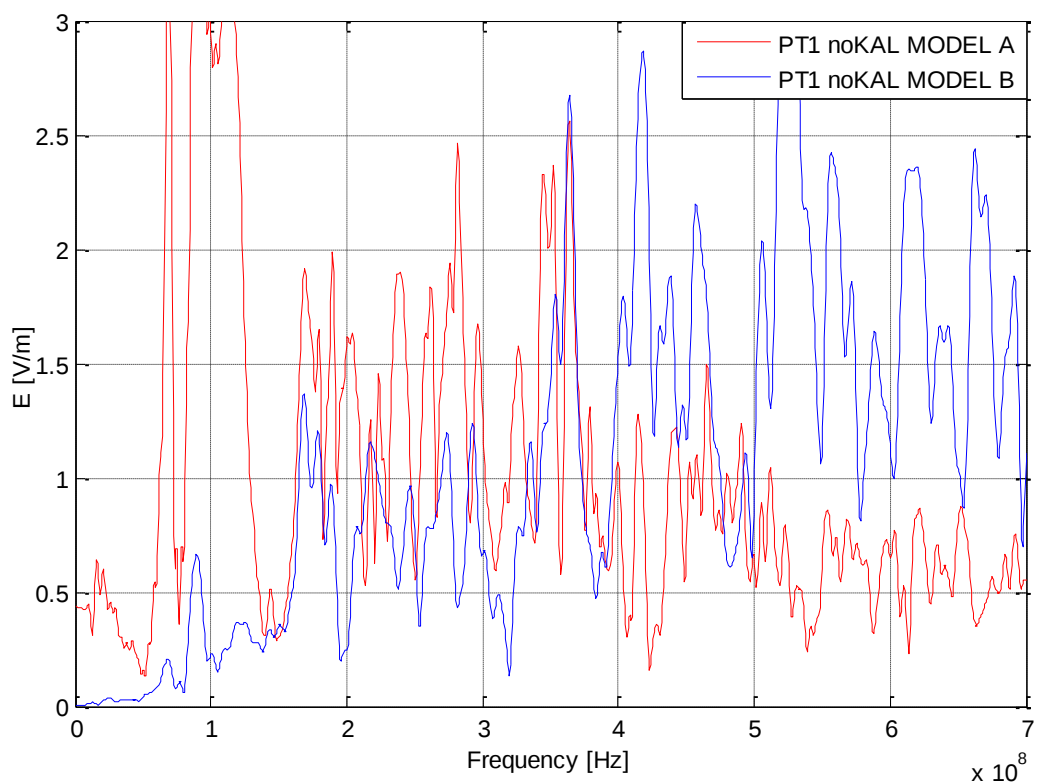


Graf P. 2.13 Referenční E pole v bodech PT1, PT2, PT3 pro MODEL D

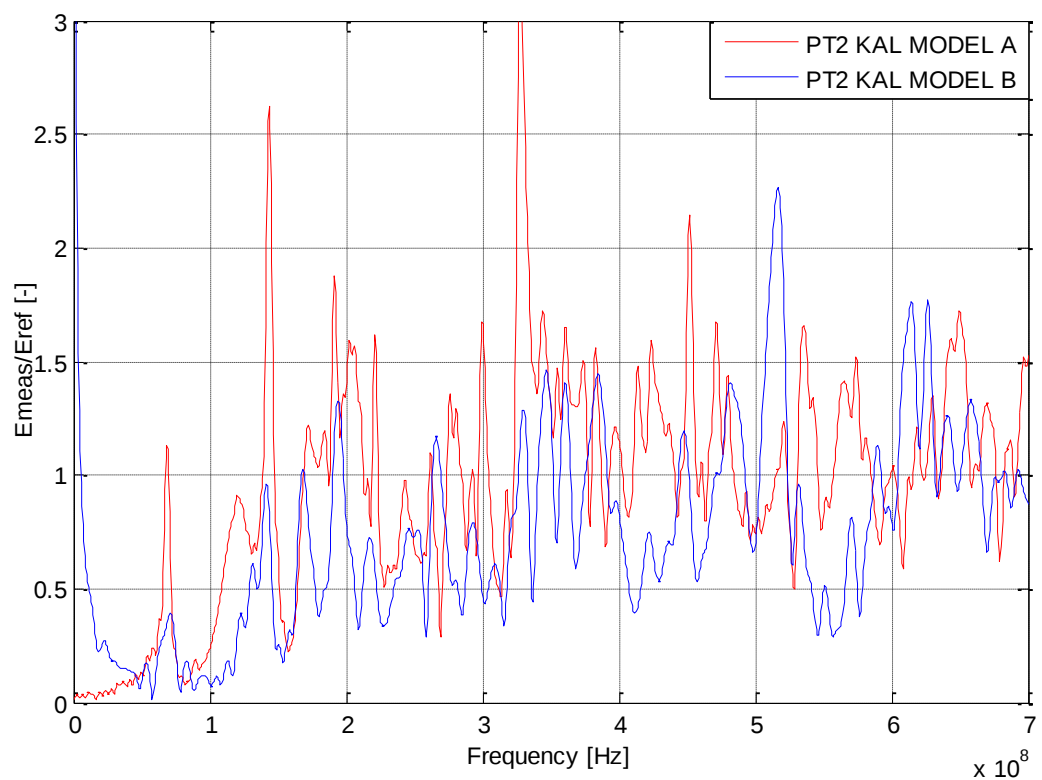
3 Příloha č. 3 Porovnání modelů simulovaných CST MWS



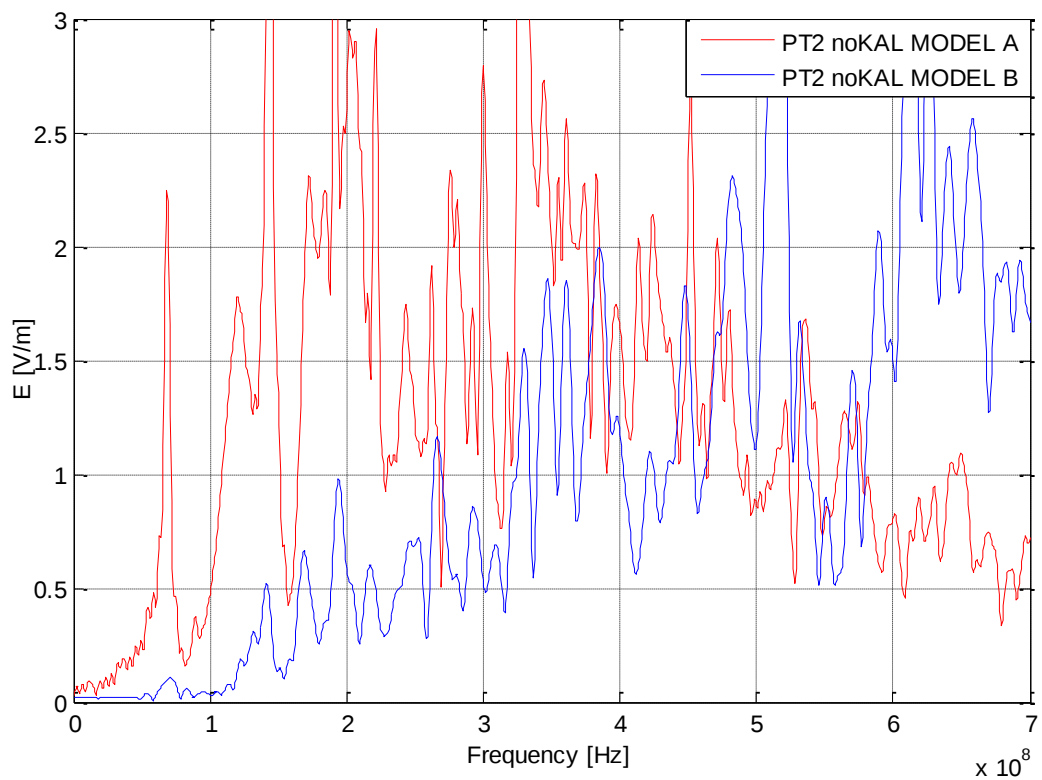
Graf P. 3.1 Vliv polarizace vlny na E pole v bodě PT1 (bez vlivu země - normalizované výsledky)



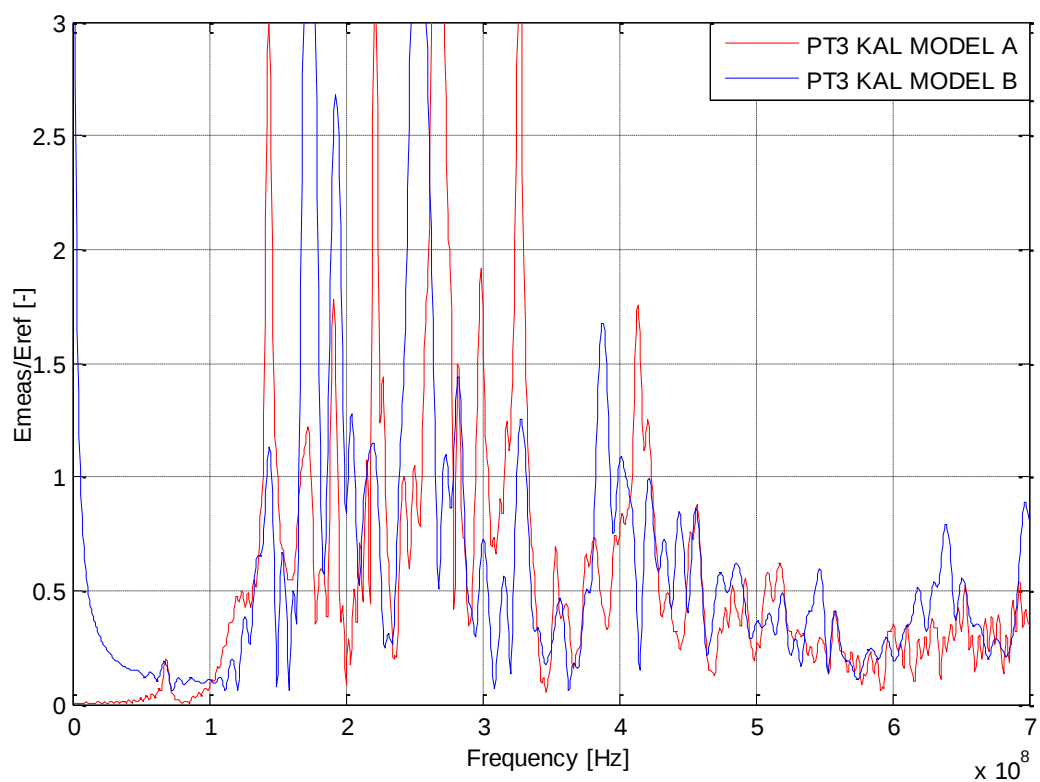
Graf P. 3.2 Vliv polarizace vlny na E pole v bodě PT1 (s vlivem země - neznormalizované výsledky)



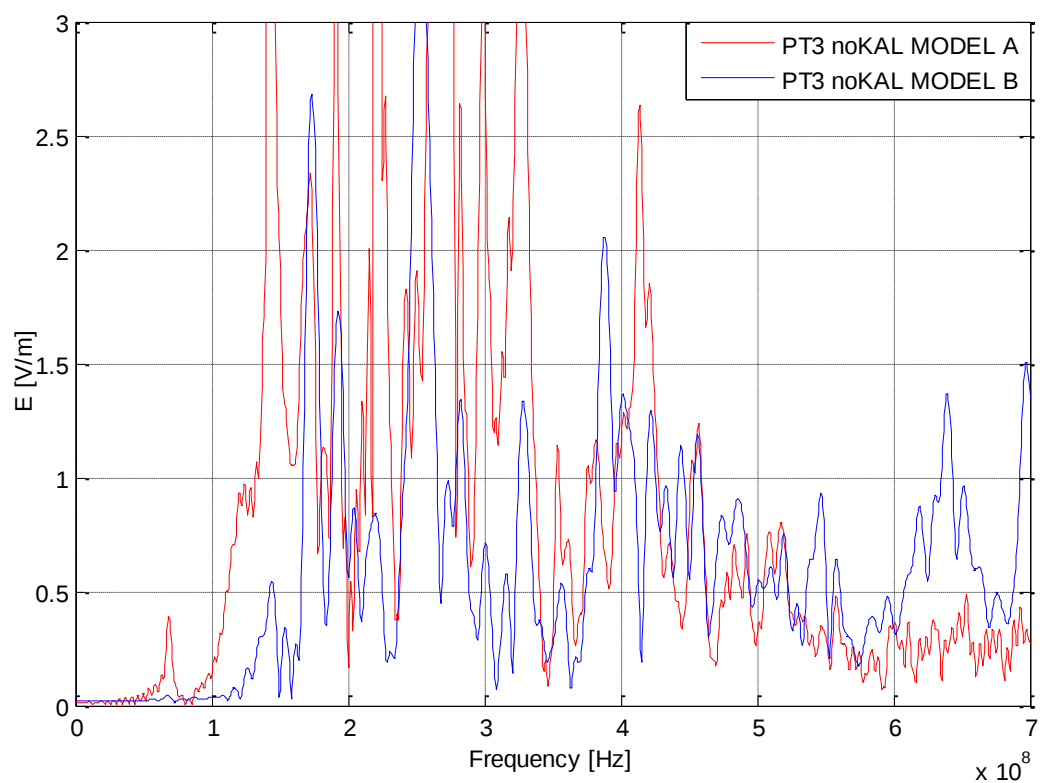
Graf P. 3.3 Vliv polarizace vlny na E pole v bodě PT2(bez vlivu země- normalizované výsledky)



Graf P. 3.4 Vliv polarizace vlny na E pole v bodě PT2(s vlivem země - neznormalizované výsledky)

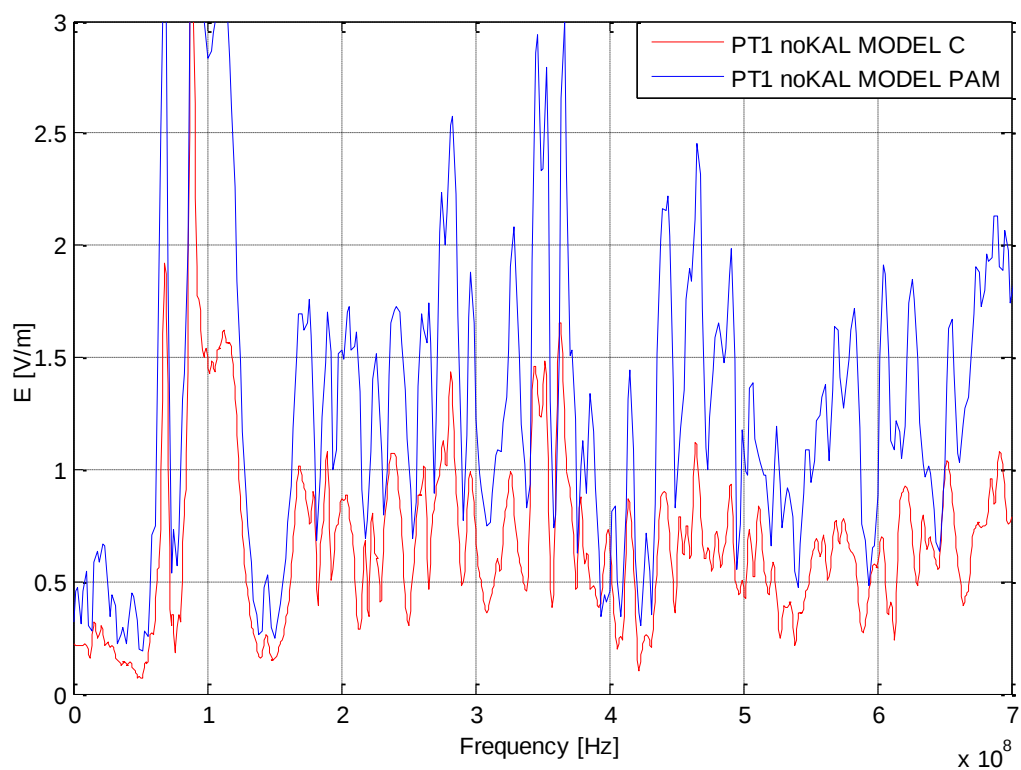


Graf P. 3.5 Vliv polarizace vlny na E pole v bodě PT3 (bez vlivu země - normalizované výsledky)

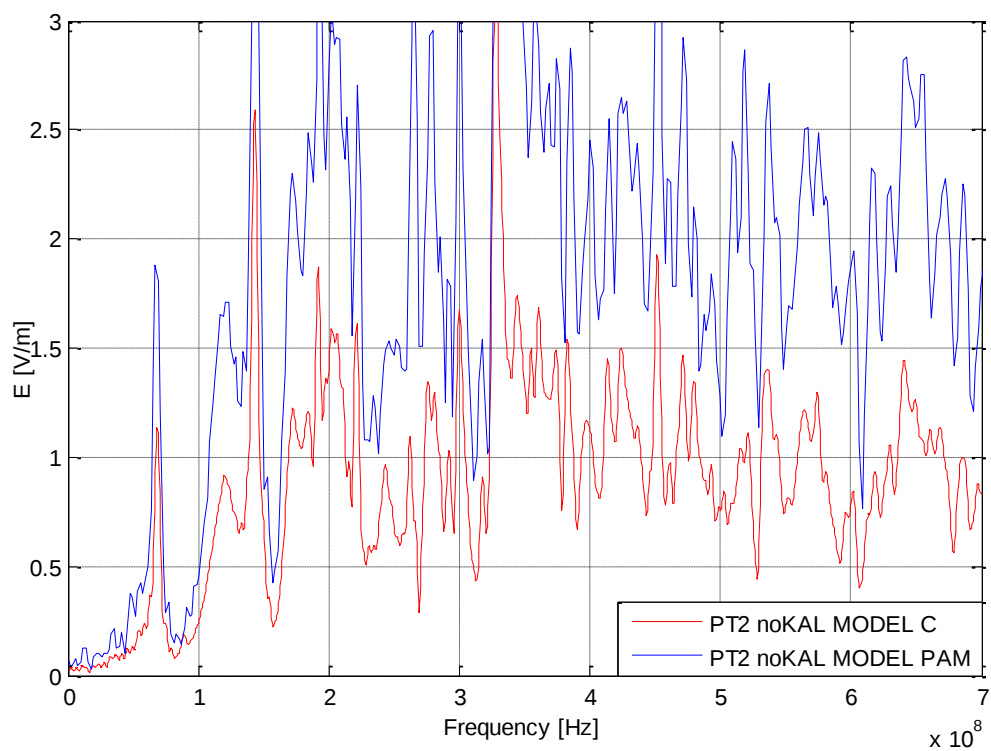


Graf P. 3.6 Vliv polarizace vlny na E pole v bodě PT3 (s vlivem země - neznormalizované výsledky)

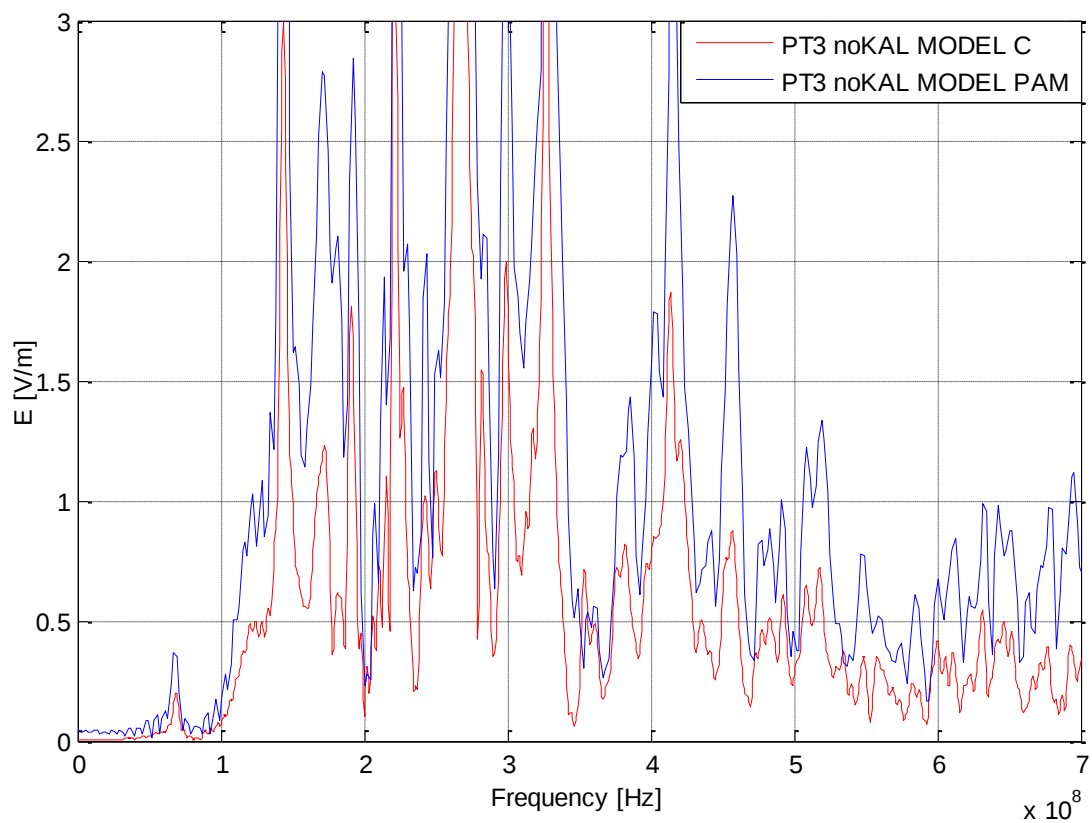
4 Příloha č. 4 Porovnání výsledků simulovaných v CST MWS a PAM-CEM (vliv země simulačního modelu)



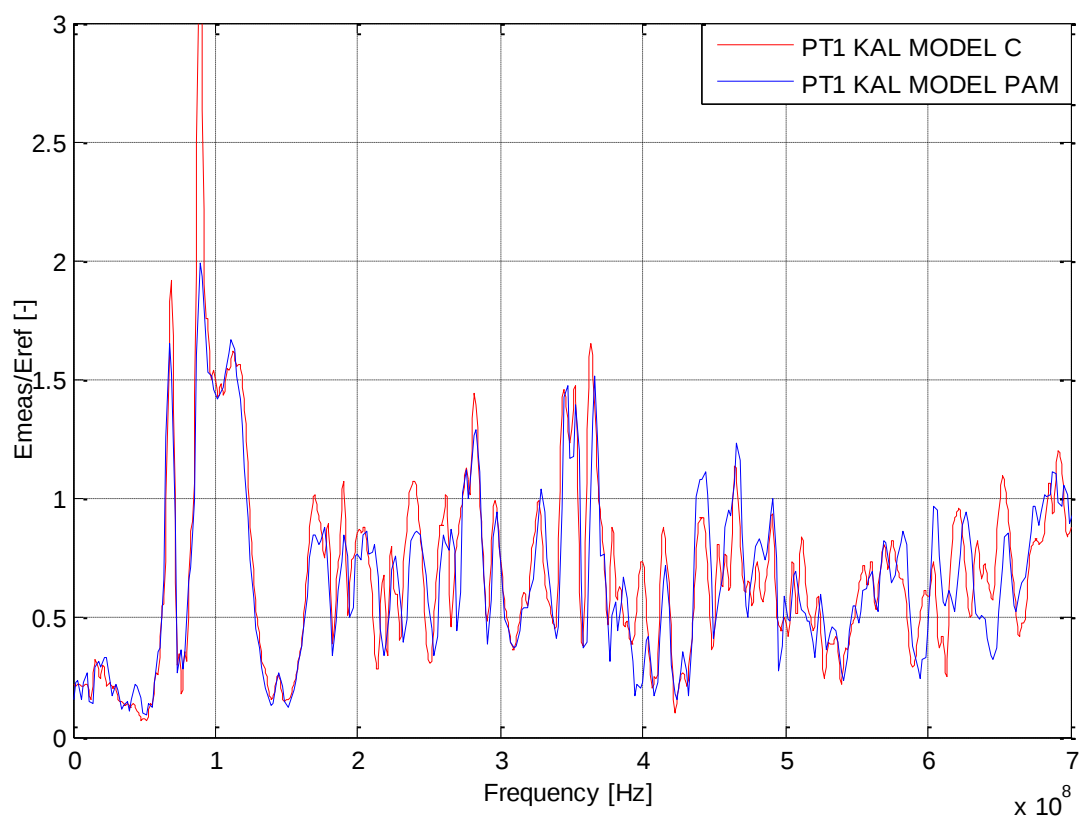
Graf P. 4.1 Porovnání výsledků MWS a PAM-CEM v bodě PT1 (vliv země)



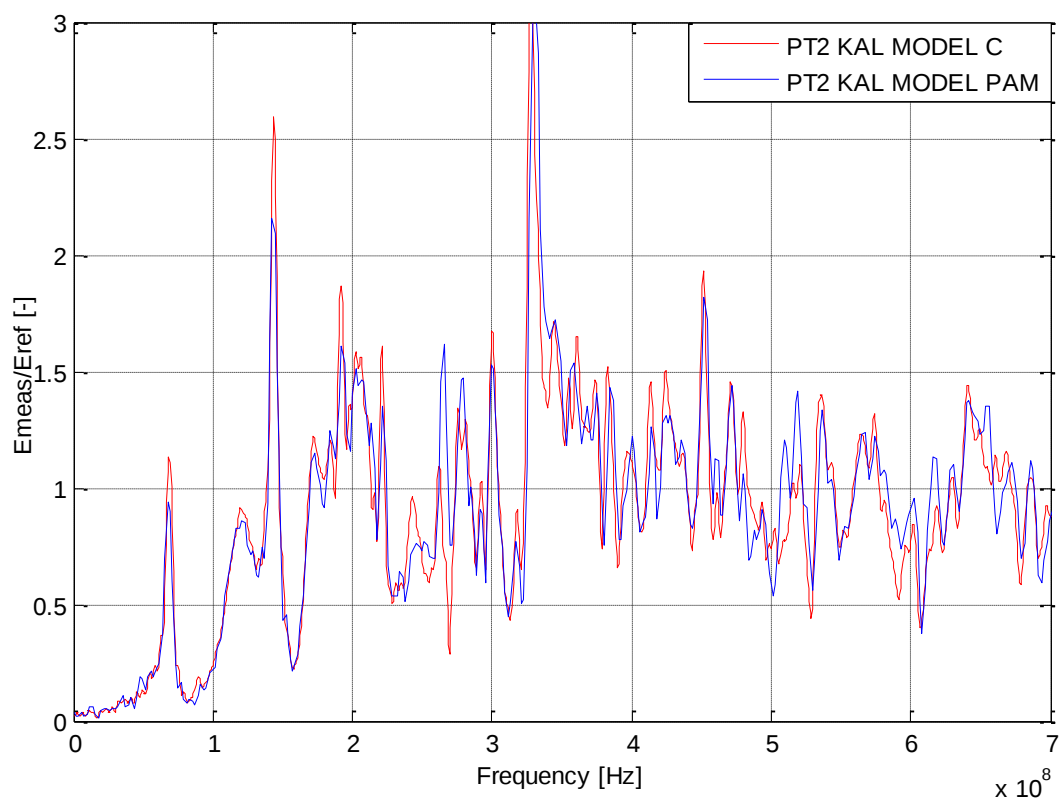
Graf P. 4.2 Porovnání výsledků MWS a PAM-CEM v bodě PT2 (vliv země)



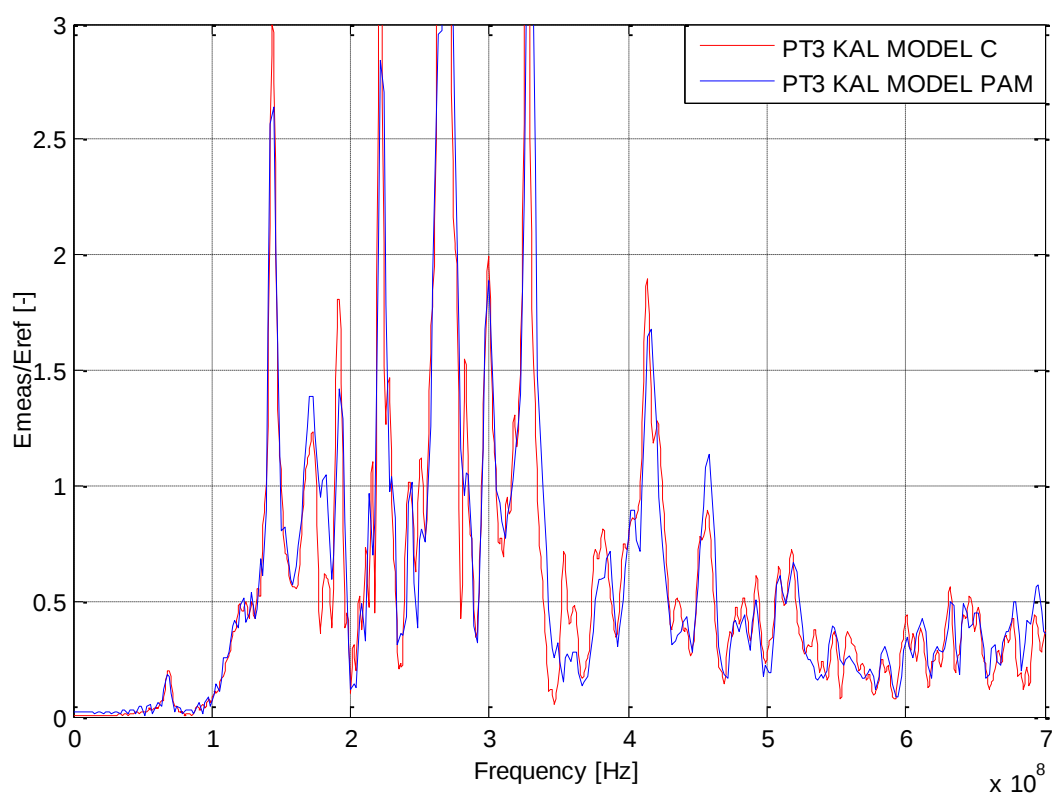
Graf P. 4.3 Porovnání výsledků MWS a PAM-CEM v bodě PT3 (vliv země)



Graf P. 4.4 Porovnání výsledků MWS a PAM-CEM v bodě PT1 (bez vlivu země)

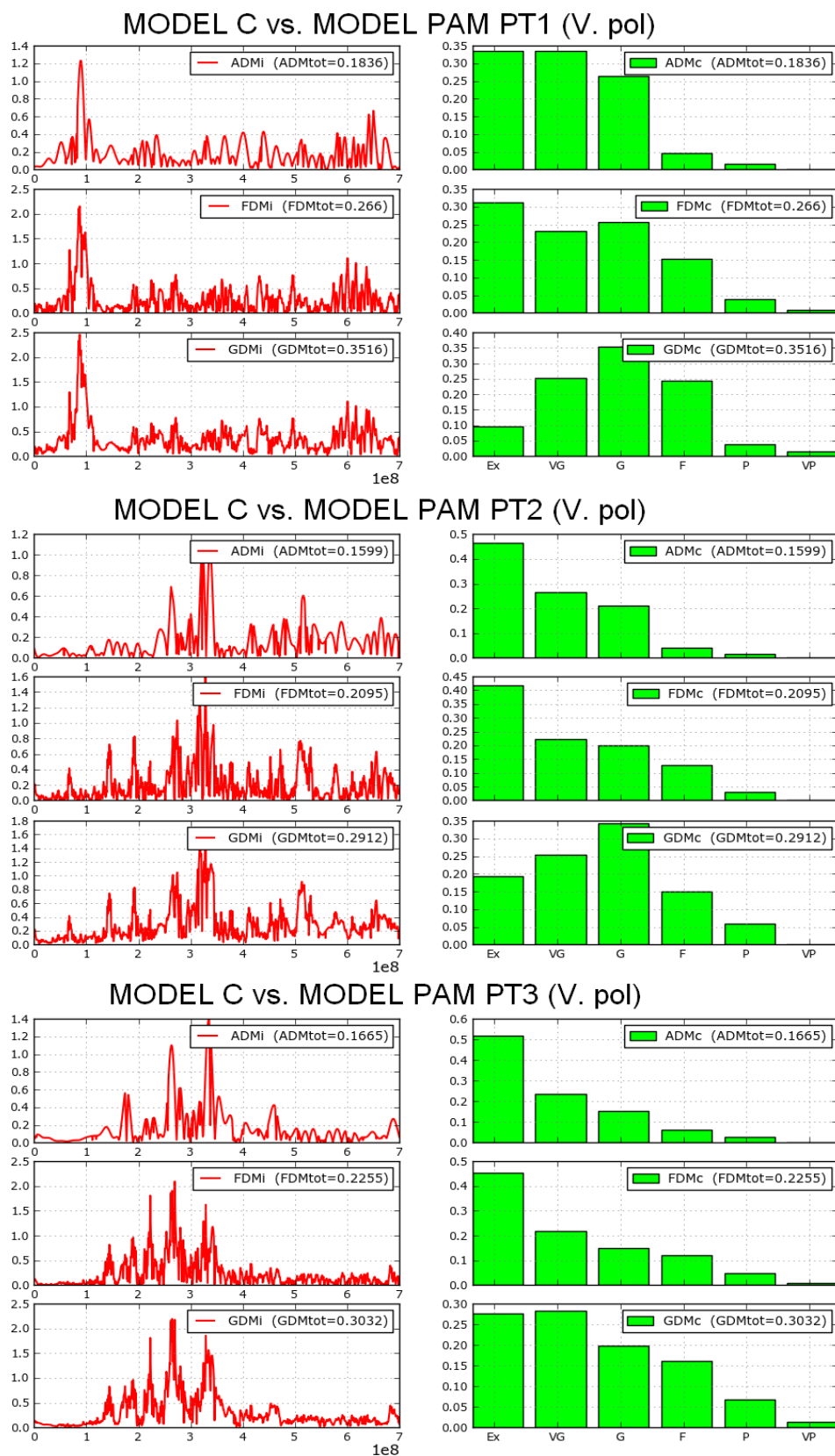


Graf P. 4.5 Porovnání výsledků MWS a PAM-CEM v bodě PT2 (bez vlivu země)



Graf P. 4.6 Porovnání výsledků MWS a PAM-CEM v bodě PT3 (bez vlivu země)

5 Příloha č. 5 Porovnání výsledků měřených a simulovaných výsledků pomocí FSV a IELF



Graf P. 5.1 Porovnání dosažených výsledků simulací v simulačních prostředích MWS a PAM-CEM v bodech PT1,PT2, PT3 (Model C vs Model PAM; Vpol)

6 Příloha č. 6 Odvození vztahu mezi měřenou intenzitou el. pole a detekovanou úrovní na vstupu D-dot senzoru

Výpočet napěťové odezvy se prakticky u všech druhů tohoto typu sond odvíjí od:

$$V_{ANT} = h_{ef} \cdot E_{INC} \quad (\text{P.6.1})$$

kde h_{ef} je efektivní délka měřicí antény a E_{inc} je elektrická intenzita pole dopadající na sondu.

Pokud budeme uvažovat, že sonda je tvořena kónickým monopólem, může být intenzita elektrického pole v okolí sondy definována vztahem:

$$E_{inc} = \frac{2c}{3a^2 \cos \theta_0} \cdot \int V_{ANT} dt \quad (\text{P.6.2})$$

kde parametr c představuje rychlost světla, parametr a představuje poloměr kužele monopólu a úhel θ_0 je polovina úhlu definujícího vrchol kužele (běžné hodnoty v tomto případě činí: 9 mm a 47°).[147]

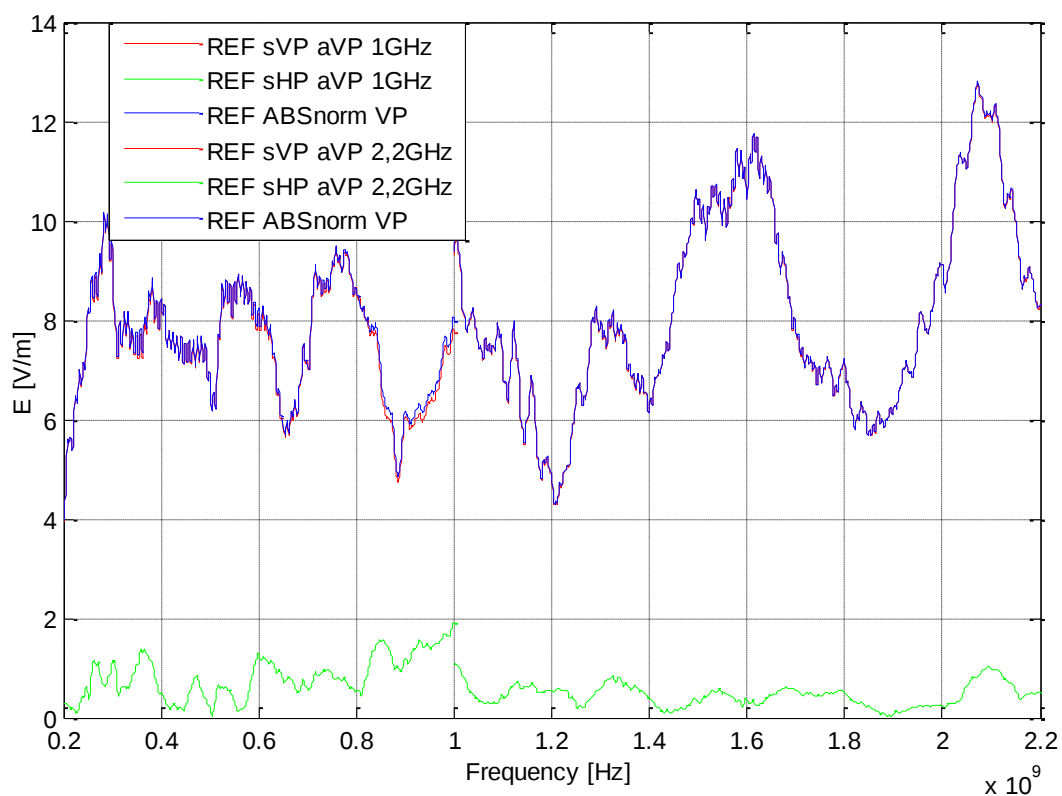
Pokud máme data uvedena v závislosti na kmitočtu, můžeme intenzitu elektrického pole pro D-dot sondy přibližně určit pomocí vztahu (ve vzduchu):

$$E(f) = \frac{V(f)}{2\pi f \cdot A_{ef} \cdot R \cdot \varepsilon_0} \quad (\text{P.6.3})$$

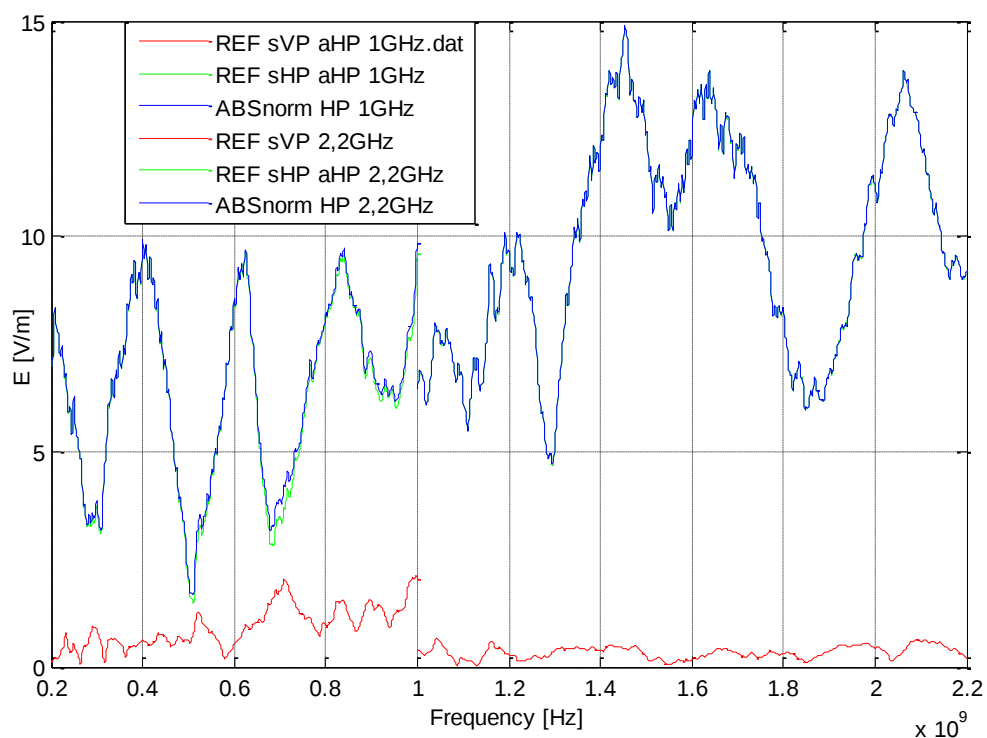
kde A_{ef} představuje efektivní plochu sondy a parametr R představuje její zátěž. [147]

Při vhodném vyjádření těchto dvou parametrů poté pro použitou D-dot sondu dostaneme vztah:

$$E(f) = \frac{V_{DET}(f) \cdot 247 \cdot 10^{10}}{2\pi f} \quad [\text{V} / \text{m}] \quad (\text{P.6.4})$$

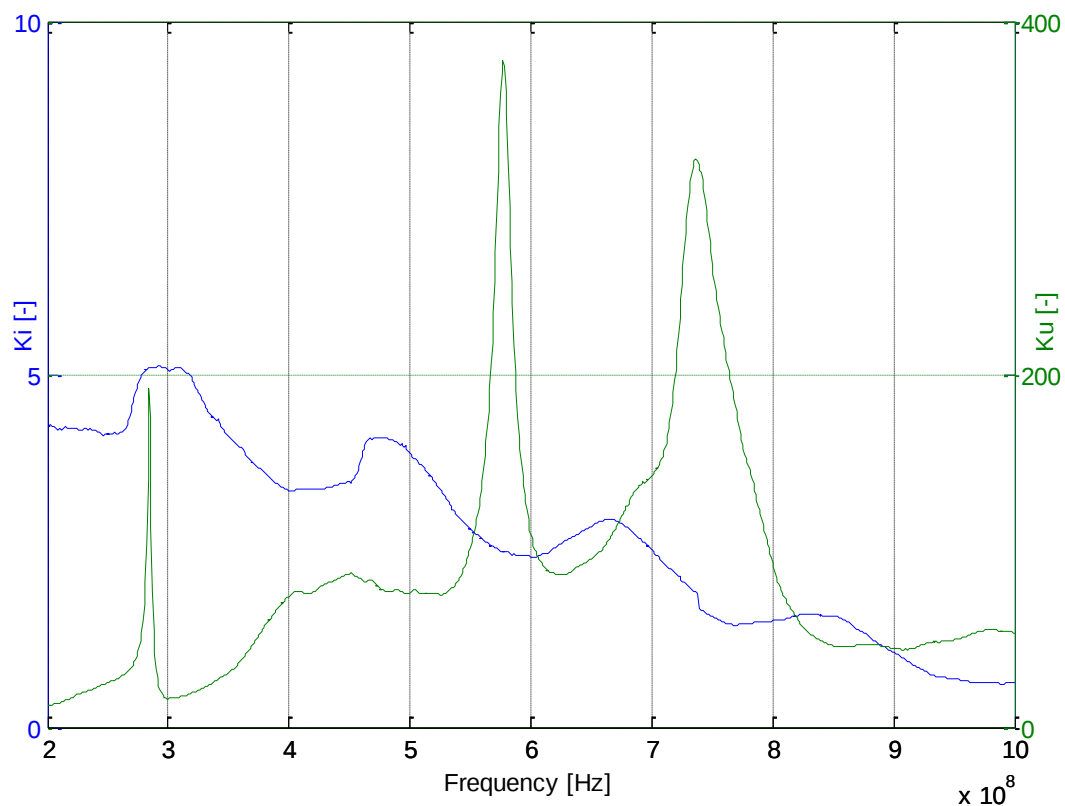


Graf P. 6.1 Referenční úroveň intenzity E pro vertikální polarizaci budící antény (aVP): sonda vertikálně (sVP), horizontálně (sHP) a celková předpokládaná intenzita pole v okolí sondy (ABSnorm)

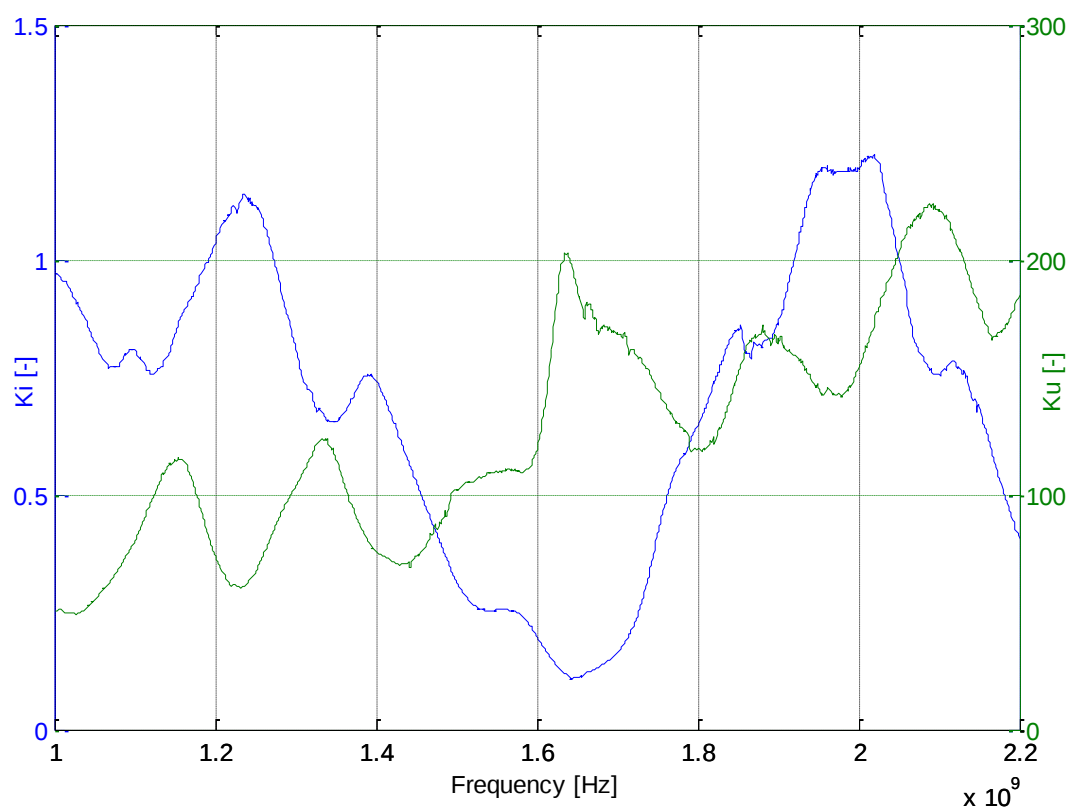


Graf P. 6.2 Referenční úroveň intenzity E pro horizontální polarizaci budící antény (aVP): sonda vertikálně (sVP), horizontálně (sHP) a celková předpokládaná intenzita pole v okolí sondy (ABSnorm)

7 Příloha č. 7 Kalibrace měřících sond CT-1 a HP 10071A provedené VTÚPV Vyškov



Graf P. 7.1 Kalibrace CT-1 a HP10071A od 200MHz do 1GHz



Graf P. 7.2 Kalibrace CT-1 a HP10071A od 1GHz do 2,2GHz

8 Příloha č. 8 Nastavení referenčního modelu pro simulace

a) Nastavení simulačních modelů v prostředí PAM-CEM

Buzení simulační úlohy je definováno pro vertikální a horizontální polarizaci, s ohledem na souřadnou soustavu PAM-CEMu, v tabulce Tab. P. 8.1 a na obrázku Obr. 3.18. Materiálové vlastnosti simulovaných modelů jsou uvedeny v tabulce Tab. P. 8.2 a parametry použité sítě v tabulce Tab. P. 8.3 (BOX1 zde popisuje základní diskretizaci analyzované oblasti, boxy BOX2 a BOX3 představují lokální zjemnění této základní sítě v jejích kritických oblastech. BOX2 popisuje diskretizaci v těsném okolí analyzovaného trupu, BOX3 představuje nejjemnější diskretizaci v okolí stínícího boxu a měřeného bodu PT1). Rozměry dielektrické podložky jsou uvedeny v Obr. P. 8.1.

Tab. P. 8.1 Parametry buzení pro použité simulační modely A,B,C,D

Orientace buzení	polarizace	φ	ν
VP	TE	-3	90
HP	TM	-183	-90
	Typ Buzení:	Amplituda [V/m]	Fázový posuv [°]
Buzení	Gauss	1	0

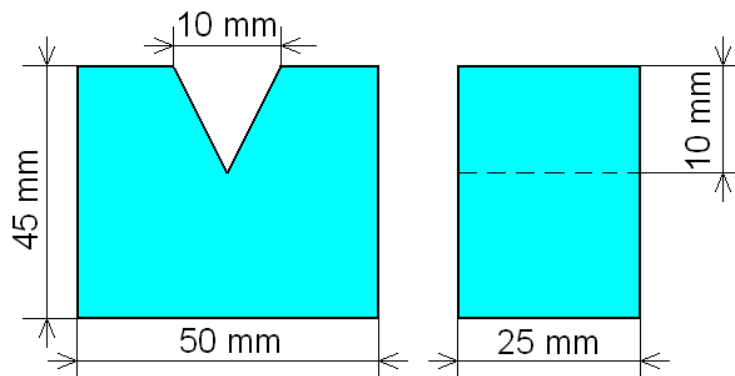
Tab. P. 8.2 Tabulka použitých materiálů pro modely A,B,C,D

Název modelu	Materiál		
	Kov	Diel.č.1 (Polystyrén)	
	σ [S/m]	Er	tg δ
Model A	PEC		
Model B	PEC	1,05	0,002
Model C	PEC	1,05	0,002

Tab. P. 8.3 Tabulka parametrů sítě modelů A,B,C,D

Model	BOX 1		BOX 2		BOX 3	
A,B,C,D	[m]	Δ [m]	[m]	Δ [m]	[m]	Δ [m]
Xmin	-0,72	0,02	-0,32	0,01	-0,22	0,005
Xmax	0,72	0,02	0,32	0,01	0,22	0,005
Ymin	-0,98	0,02	-0,26	0,01	-0,16	0,005
Ymax	0,35	0,02	0,35	0,01	0,30	0,005
Zmin	-0,25	0,02	-0,05	0,01	0,00	0,005
Zmax	1,938	0,02	1,738	0,01	1,688	0,005

Doba analýzy elektromagnetického pole byla nastavena na 50 000 cyklů, což při časovém kroku $\Delta t = 6,733$ pS, odvozeného z výše uvedených parametrů, definuje celkovou dobu časové závislosti elektromagnetického pole ve sledovaném prostoru na 330 nS.



Obr. P. 8.1 Rozměry použité dielektrických podložek použitých při měření

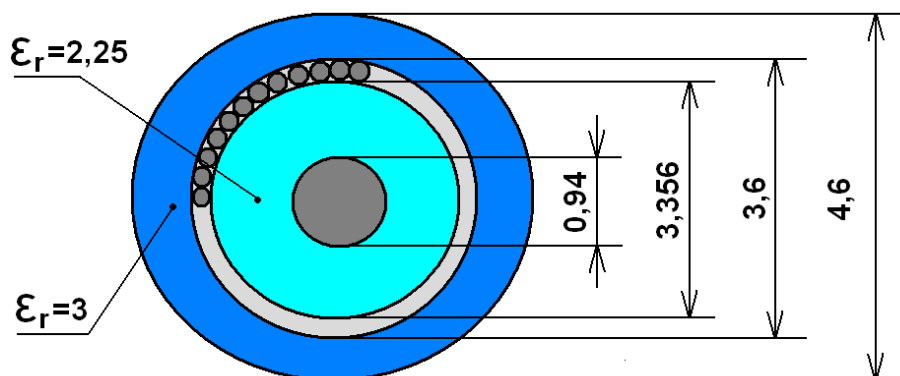
b) Fyzické parametry analyzované kabeláže použité při měření v semianechoické komoře VTÚPV ve Vyškově:

"Drát":

- délka kabeláže: 1,833 m
- průměr vodiče: 1 mm
- vnější izolace: NE (holý drát)
- vodivost vodiče: $5,72e+07$ S/m (Cu)

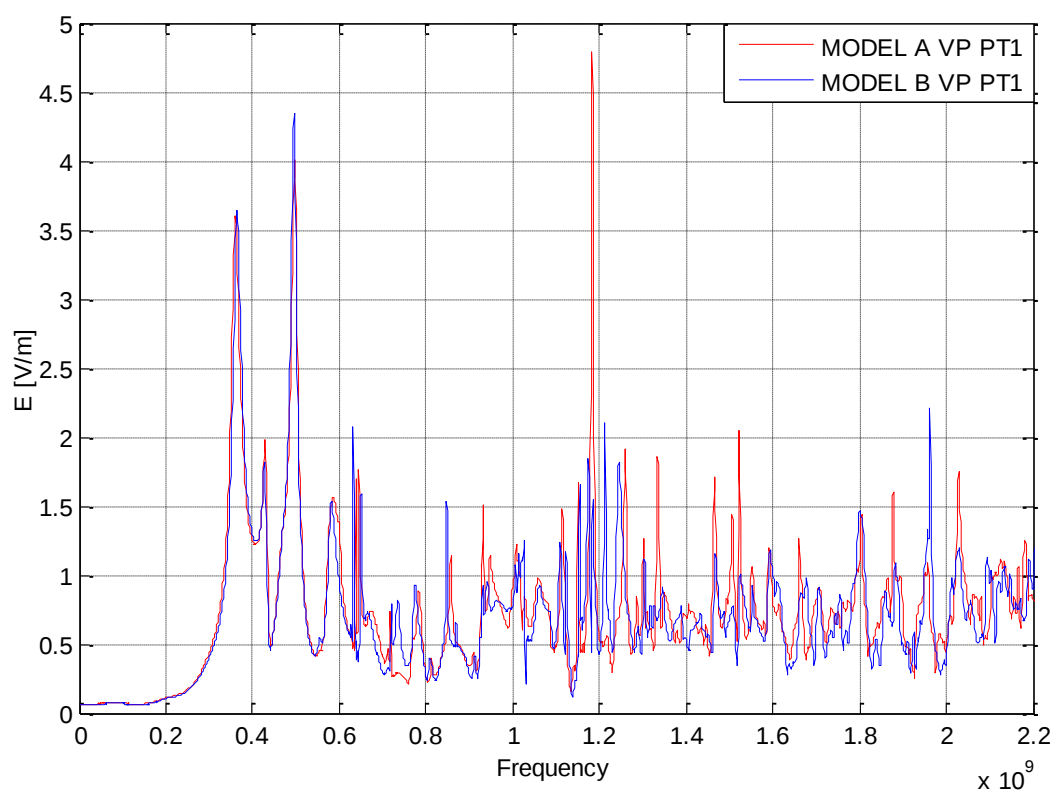
"Koaxiální kabel": (viz Obr. P. 8.2)

- délka kabeláže: 1,833 m
- průměr vnitřního vodiče: 0,94 mm
- vodivost vnitřního vodiče: $5,72e+07$ S/m (Cu)
- průměr vnějšího vodiče (stínění): 3,6 mm
- vnější izolace: Ano ($\epsilon_r = 3$; tloušťka = 0,5 mm)
- stínění: ANO
 - typ stínění: Braided (splétaný)
 - vodivost stínění: $5,72e+07$ S/m (Cu)
 - počet nosných: 16
 - počet žil v nosné: 7
 - úhel vazby mezi nosnými: 26°
- Dielektrická výplň vnitřní části koaxiálu: $\epsilon_r = 2,25$ (pěnový polyethylen)

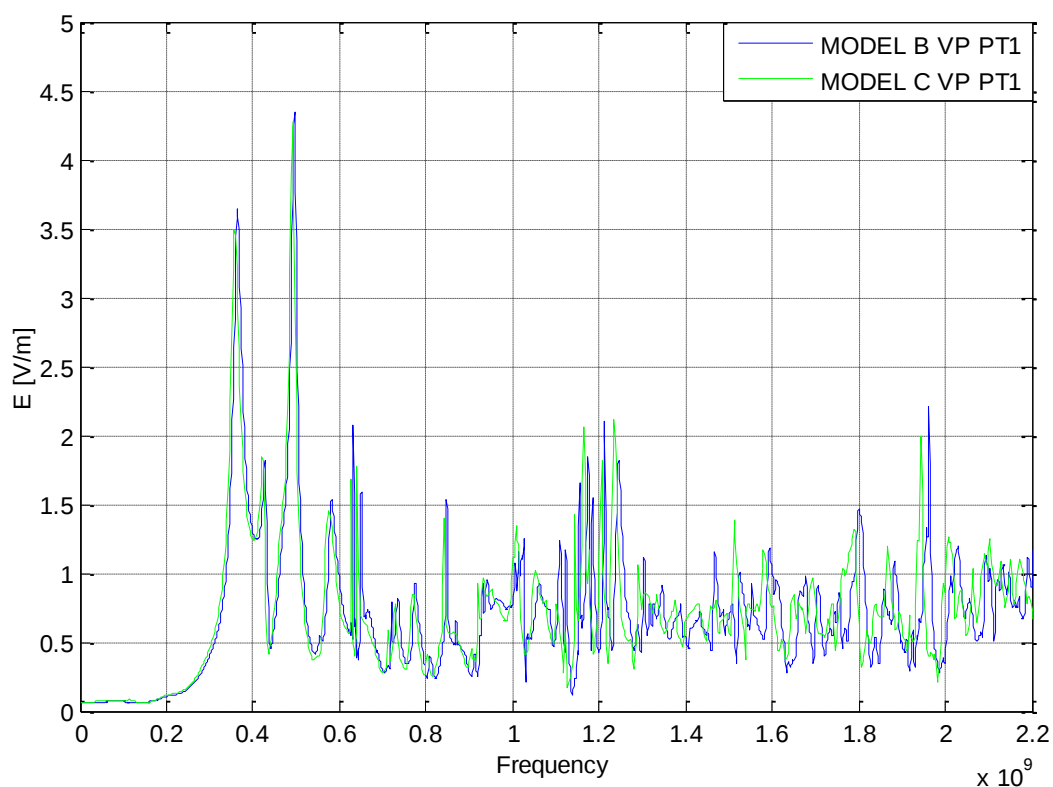


Obr. P. 8.2 Schematické znázornění řezu koaxiálním kabelem RG-58

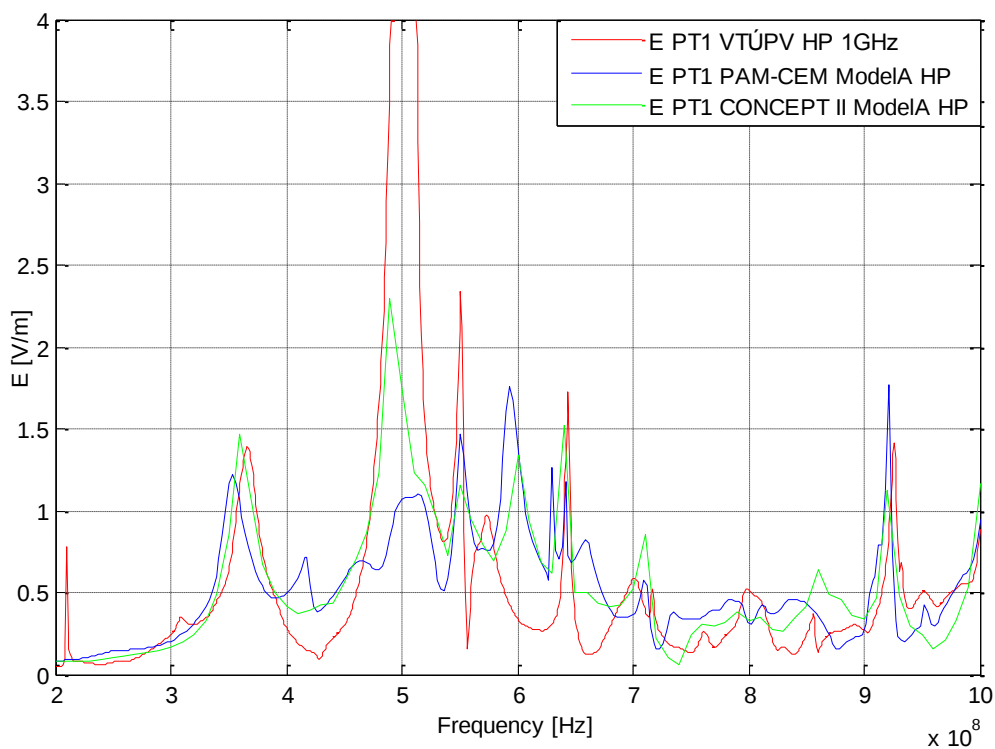
9 Příloha č. 9 Porovnání průběhů intenzit polí referenčních modelů A, B, C a měření VTÚPV



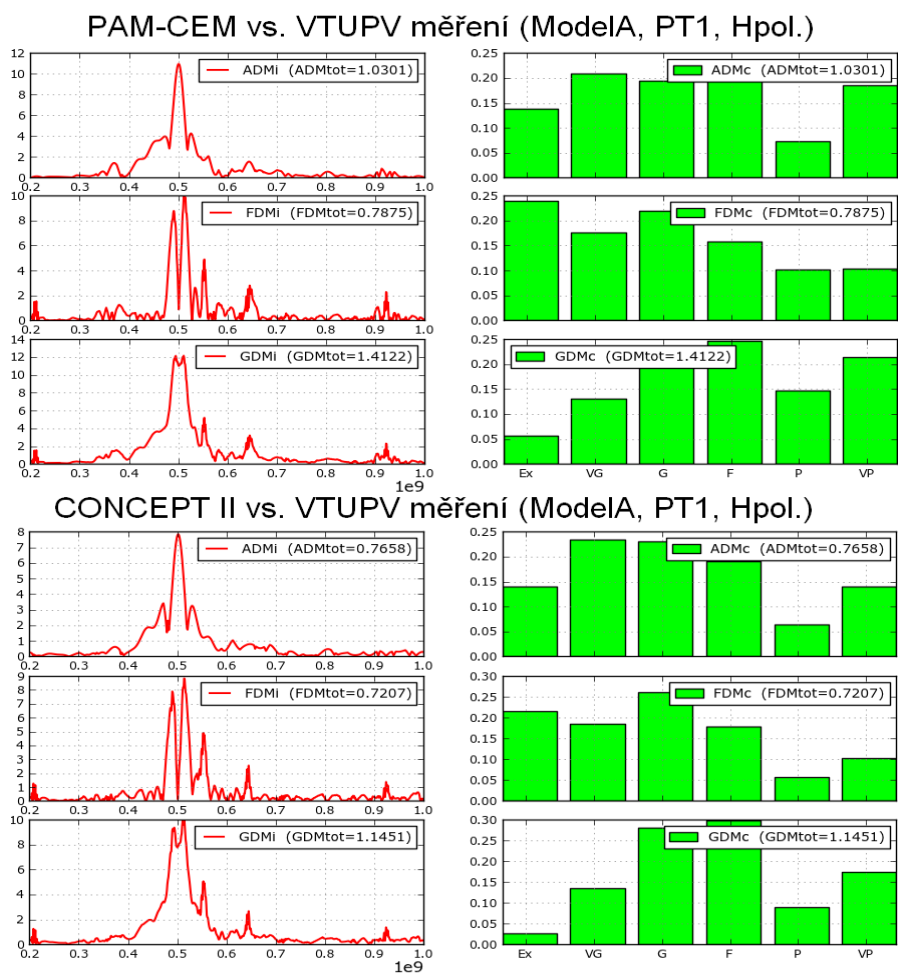
Graf P. 9.1 Porovnání modelů A a B v PT1 pro vertikální polarizaci (vliv podložek)



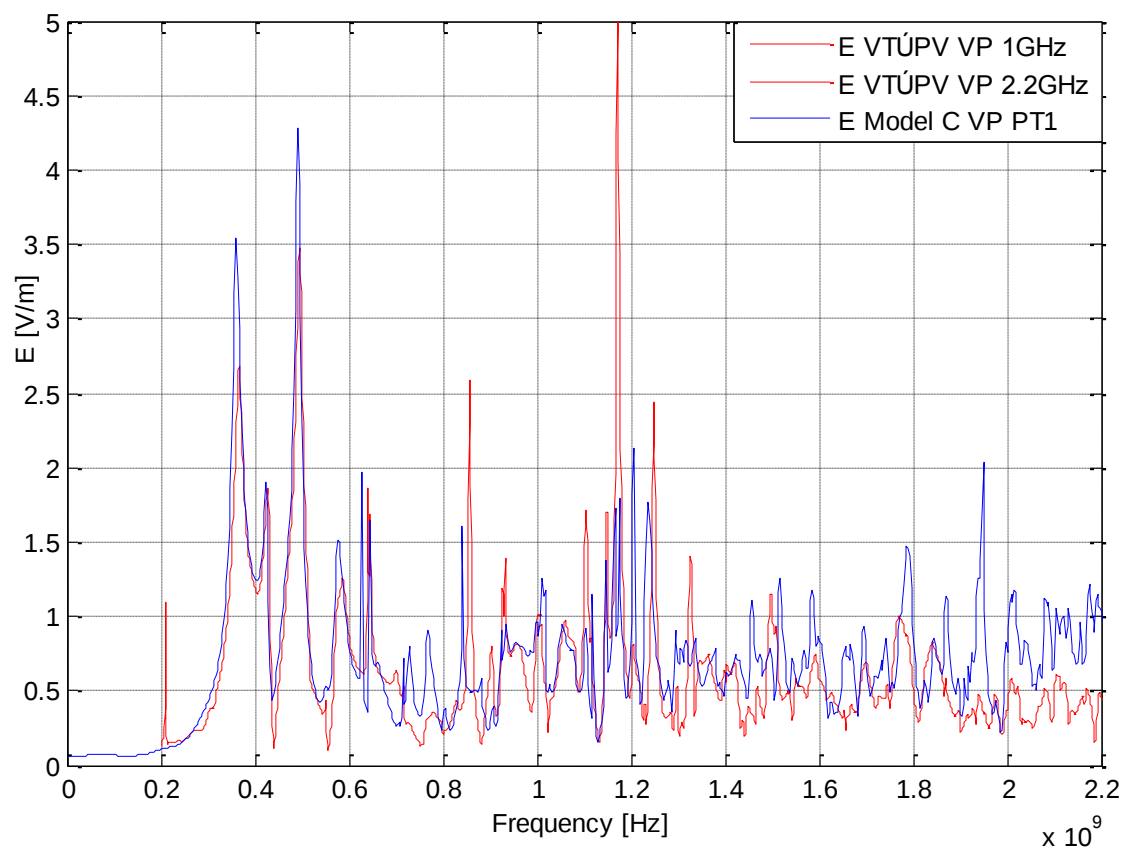
Graf P. 9.2 Porovnání modelů B a C v PT1 pro vertikální polarizaci (vliv stínícího boxu)



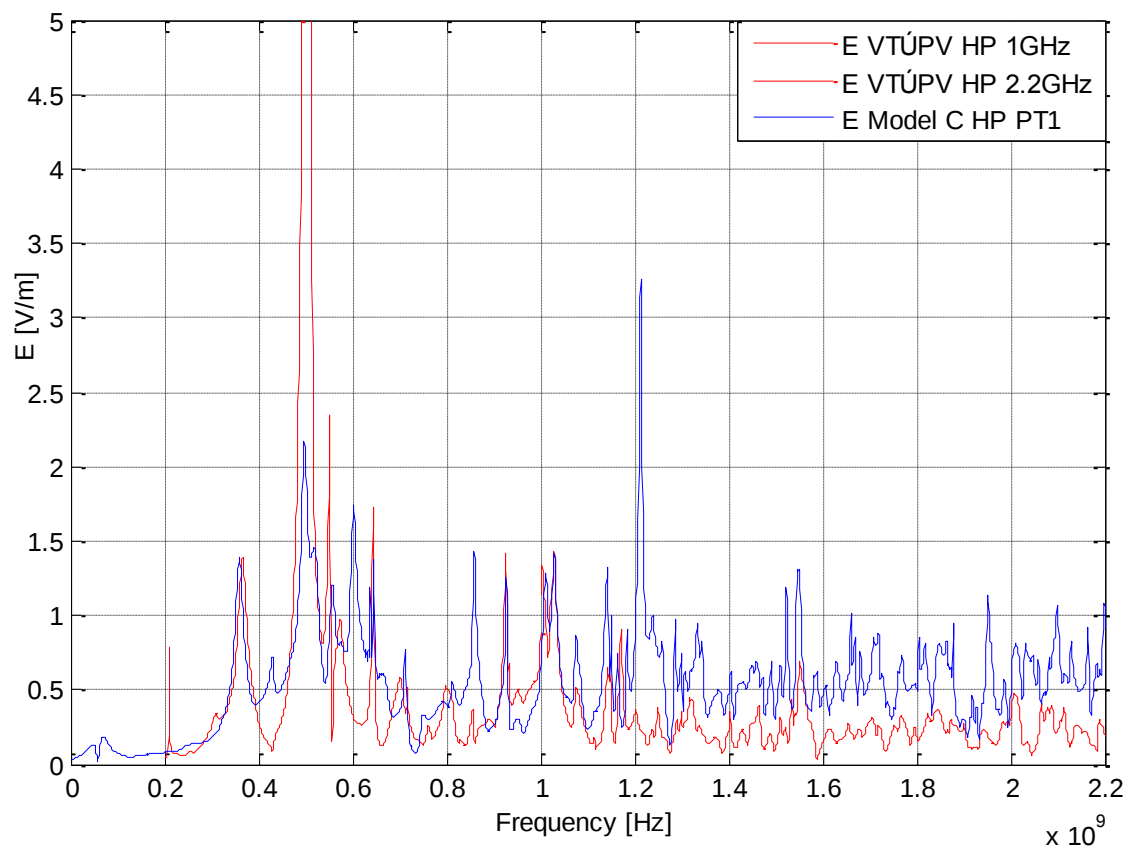
Graf P. 9.3 Porovnání měřených a simulovaných průběhů intenzit elektrického pole referenčního modelu (HP)



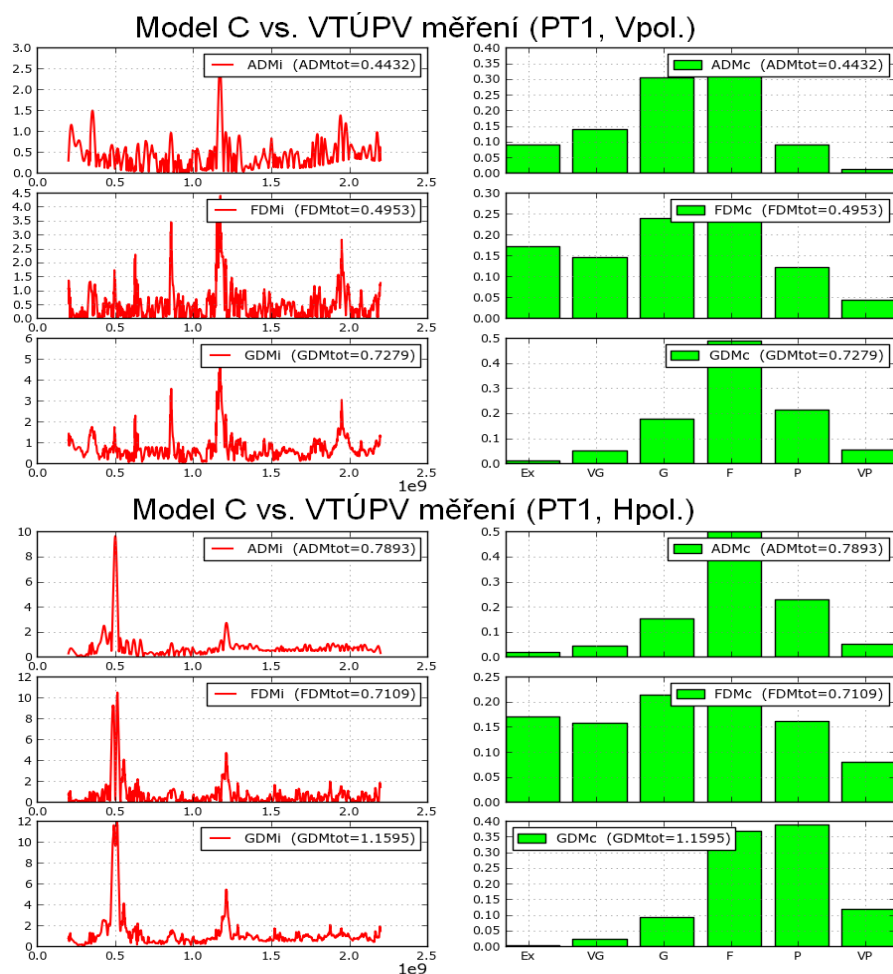
Graf P. 9.4 Porovnání výsledků dosažených simulacemi v PAMCEM a CONCEPT s měřením (HP,PT1,FSV)



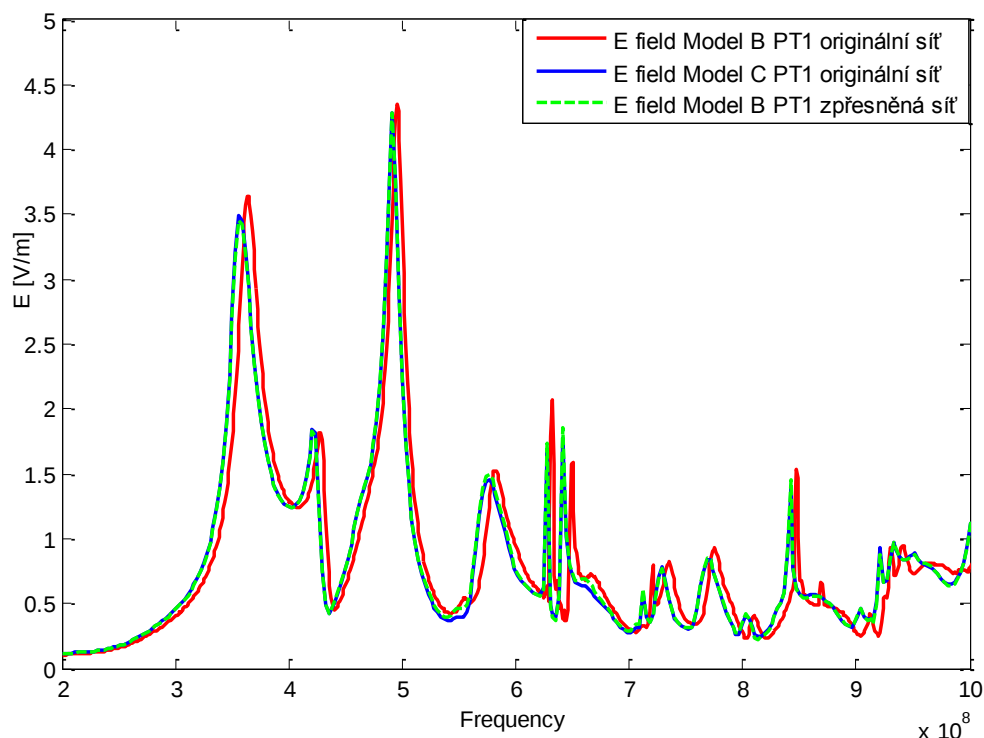
Graf P. 9.5 Porovnání změřené a simulované intenzity el. pole pro model C (vertikální polarizace)



Graf P. 9.6 Porovnání změřené a simulované intenzity el. pole pro model C (horizontální polarizace)

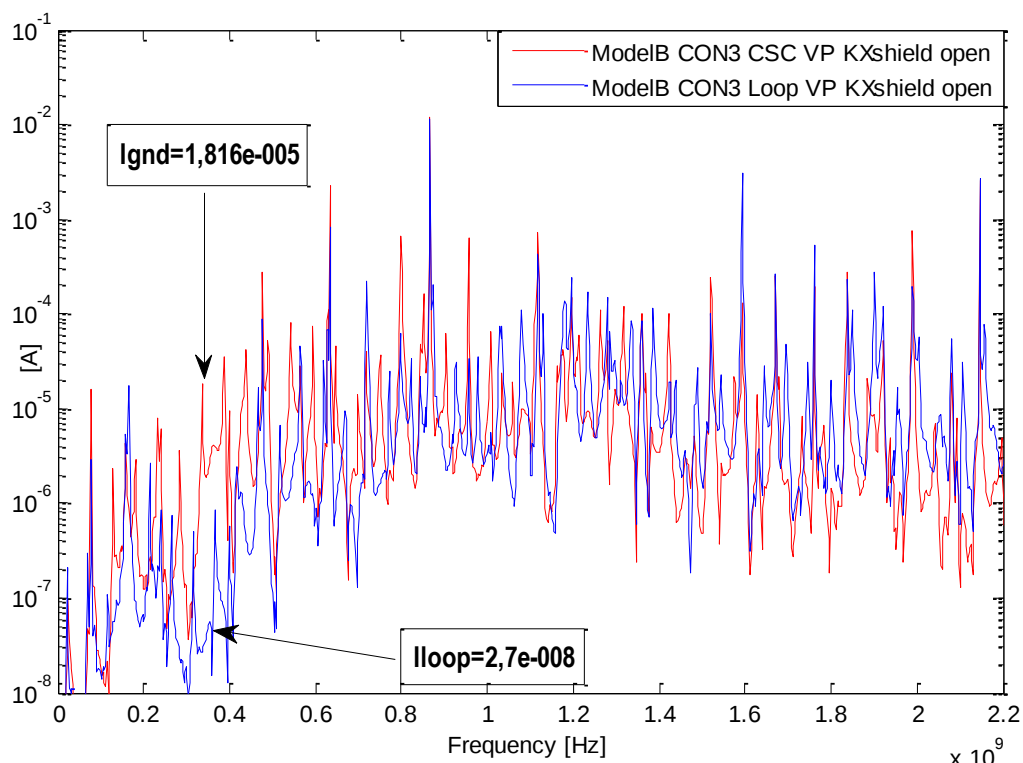


Graf P. 9.7 Porovnání výsledků elektrického pole zjištěných měření a simulací modelu C pomocí FSV

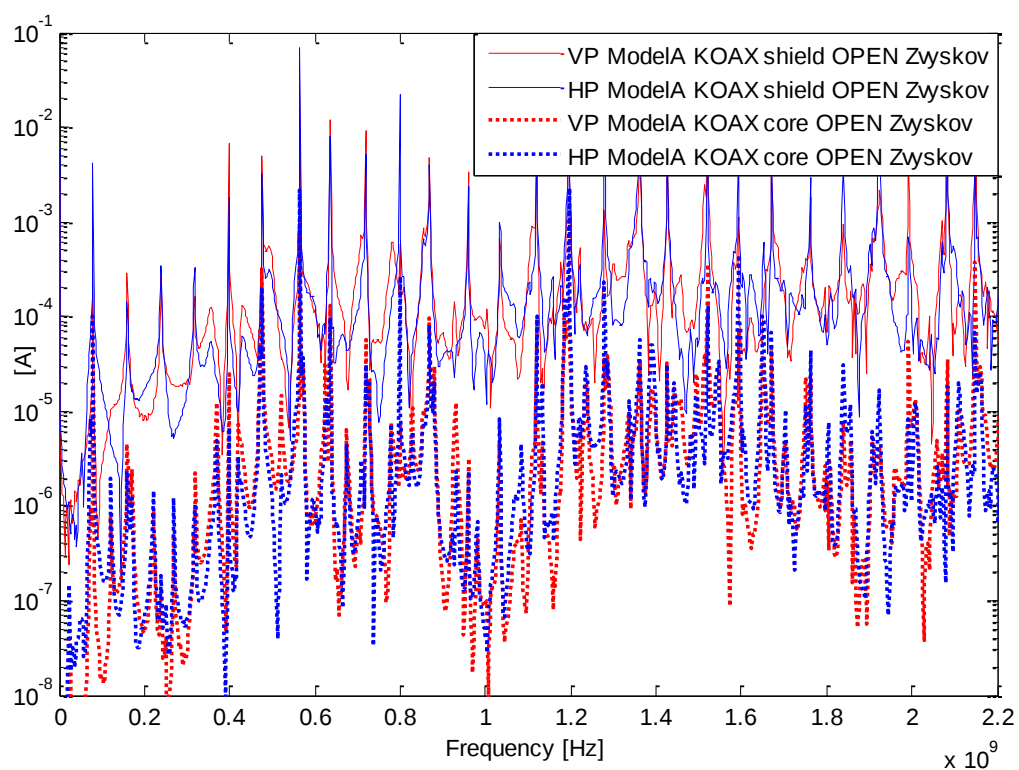


Graf P. 9.8 Ukázka vlivu zpřesnění sítě modelu B na rozložení elektrického pole v místě PT1 (zpřesněná síť má nyní parametry sítě stejné jako model C)

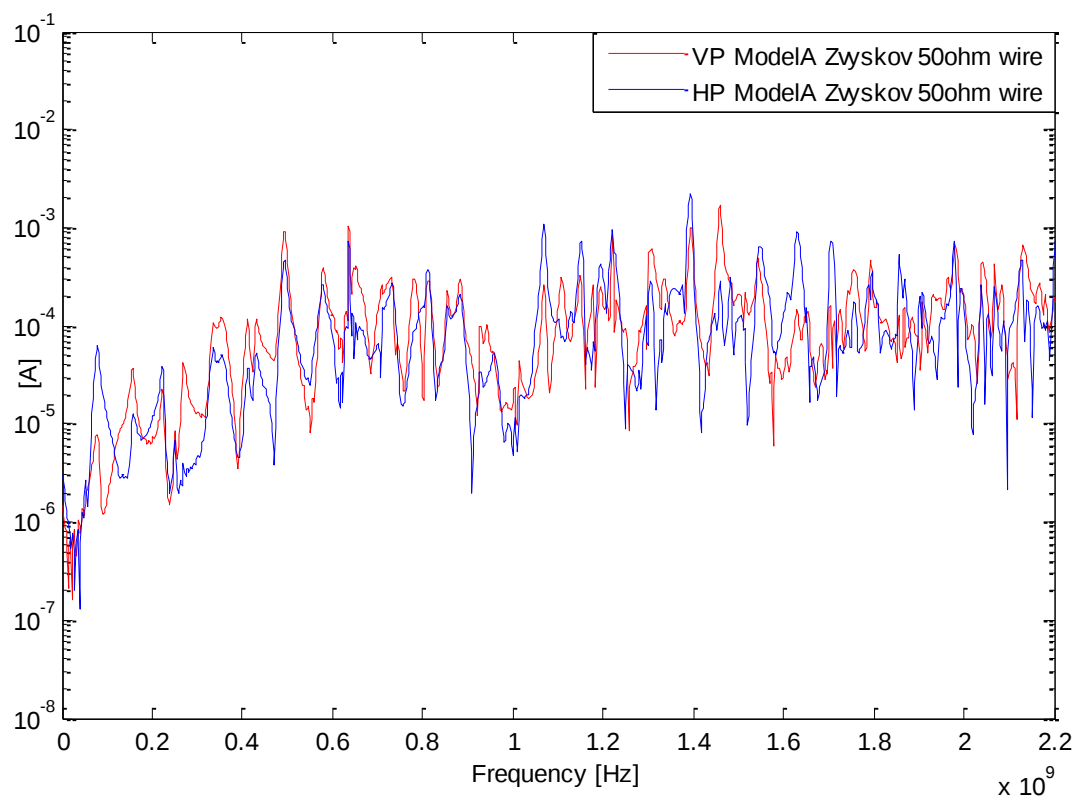
10 Příloha č. 10 Porovnání průběhů U a I analyzované kabeláže



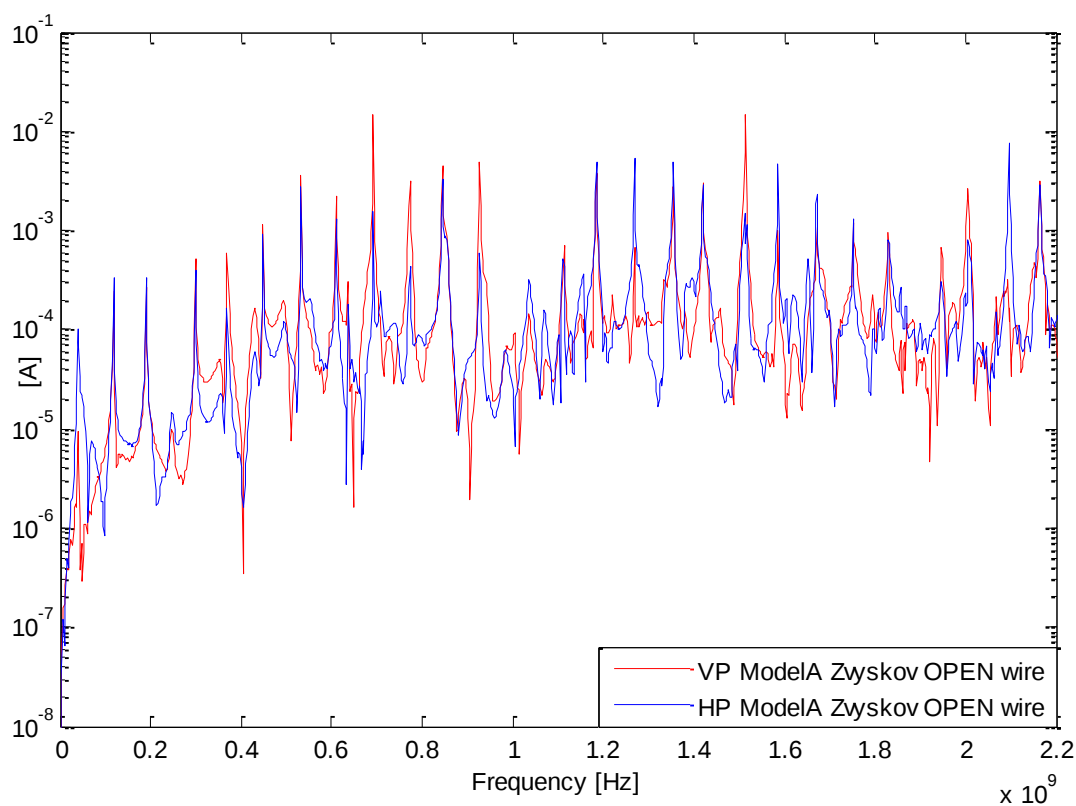
Graf P. 10.1 Porovnání průběhů proudů na modelu D pro pozici CON3 při zakončení zkratem (GND) a při zakončení vypočtenou impedancí (Loop) z grafu 16.a.; CON2 naprázdno



Graf P. 10.2 Porovnání proudů v závislosti na polarizaci pro koaxiál u ModeluA zatíženém na CON1 Zyskov a CON2 OPEN

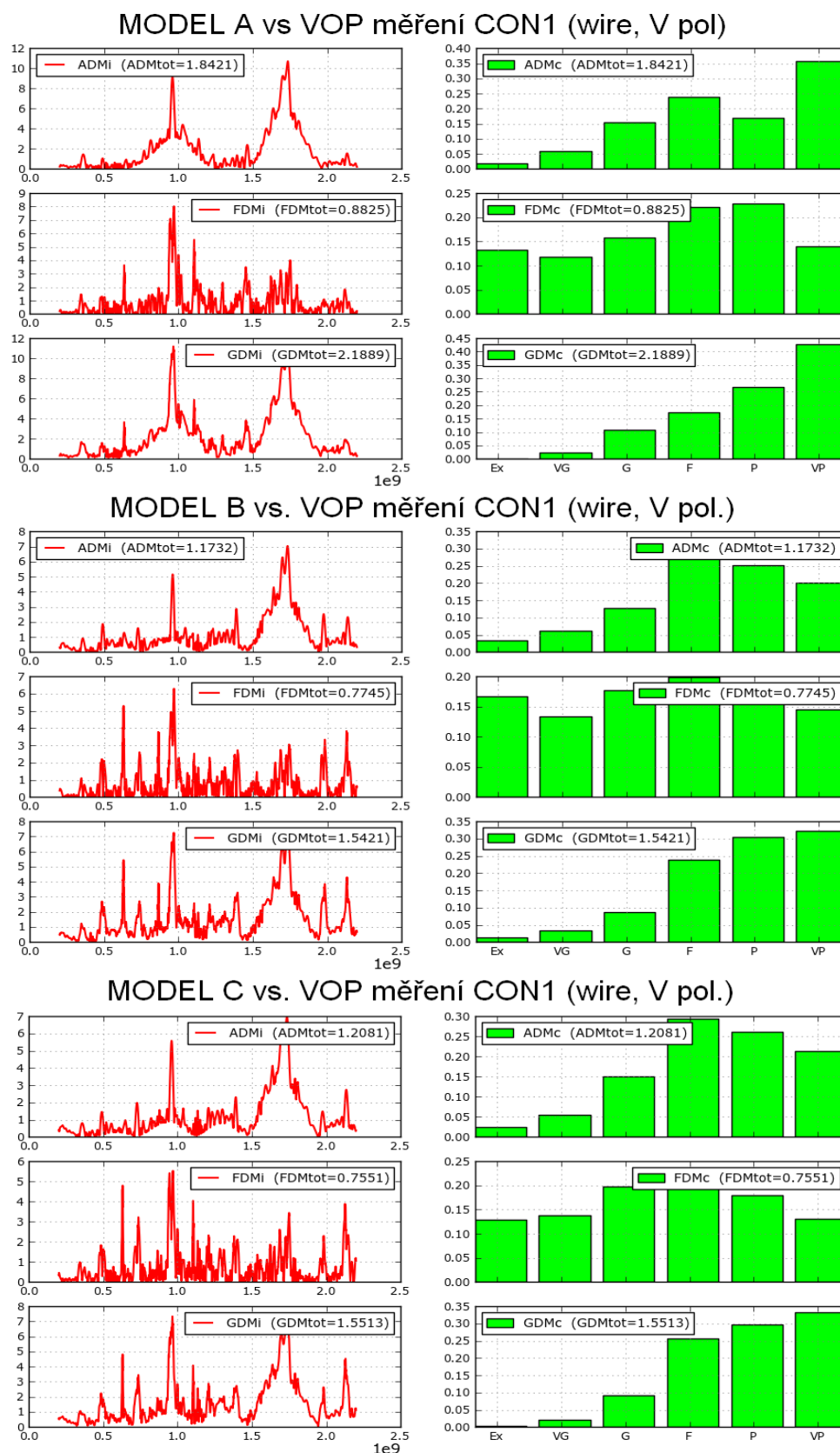


Graf P. 10.3 Proudly VP/HP pol., drát, ModelA, CON1 Zvyskov, CON2 50ohm

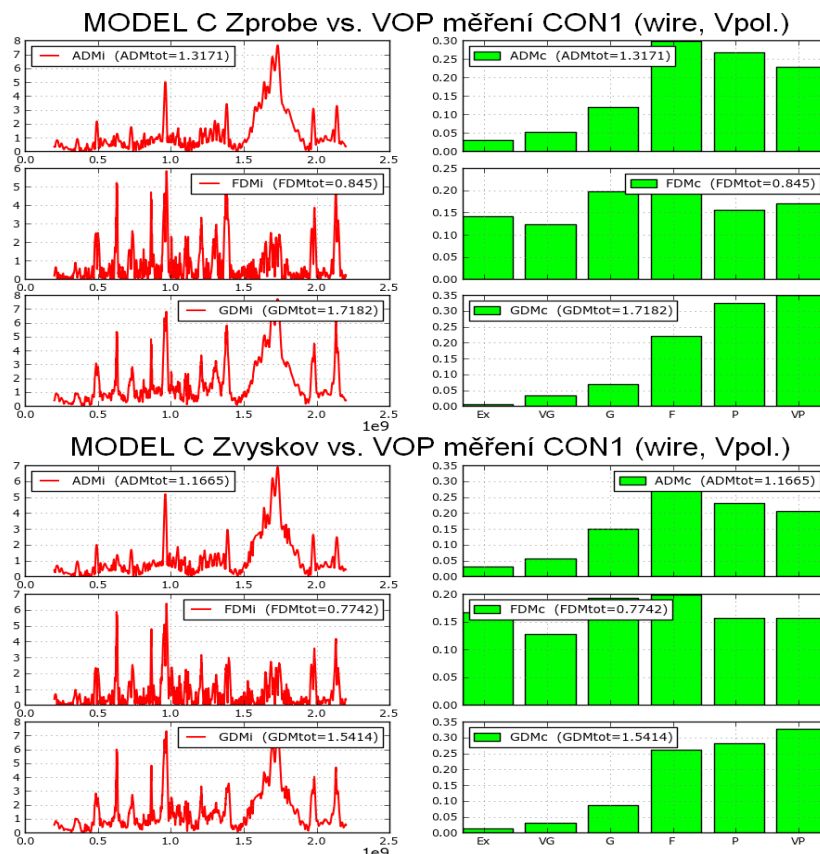


Graf P. 10.4 Proudly VP/HP pol., drát, ModelA, CON1 Zvyskov, CON2 OPEN

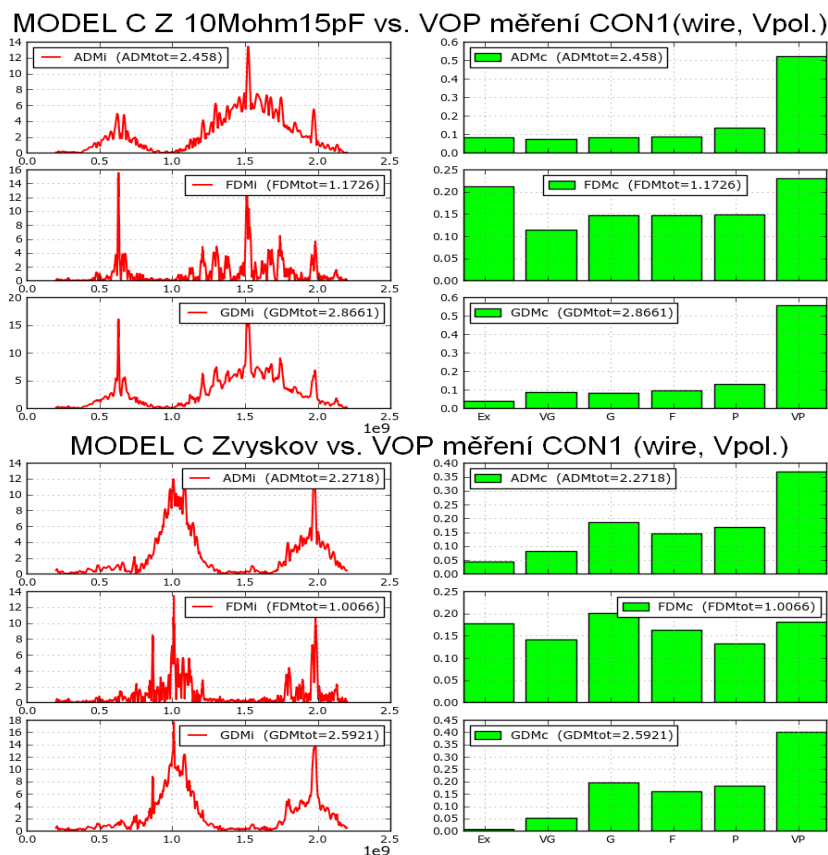
11 Příloha č. 11 Porovnání vybraných průběhů U a I analyzované kabeláže s měřeními



Graf P. 11.1 Zjištěná míra shody modelů A, B, C pomocí FSV pro proudy na drátovém vedení (CON2 50Ω)

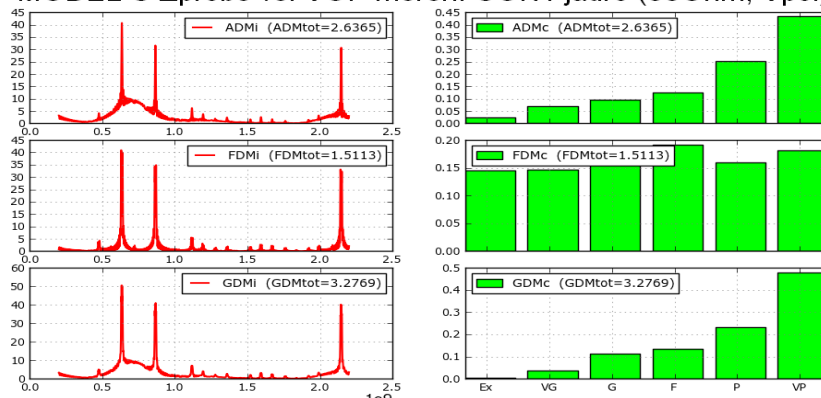


Graf P. 11.2 Zjištěná míra shody proudů drátového vedení se zátěží Z_{probe} a Z_{Vyskov} na CON1 (CON2 50 Ω)

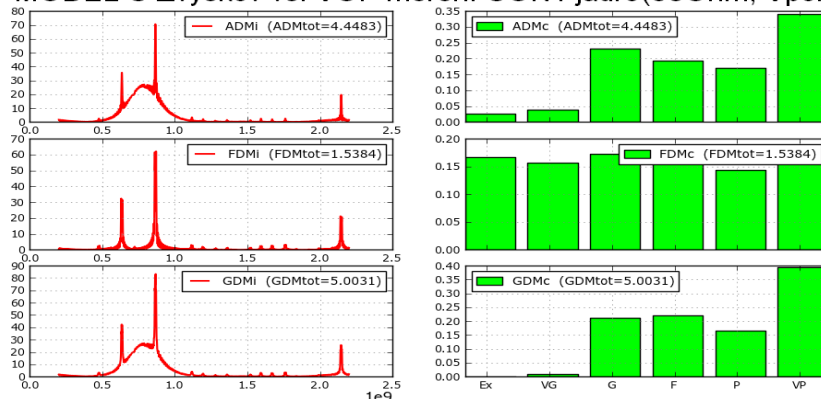


Graf P. 11.3 Zjištěná míra shody napětí drátového vedení se zátěží $Z_{10M\Omega 15pF}$ a Z_{Vyskov} na CON1 (CON2 50 Ω)

MODEL C Zprobe vs. VOP měření CON1 jádro (50Ohm, Vpol)

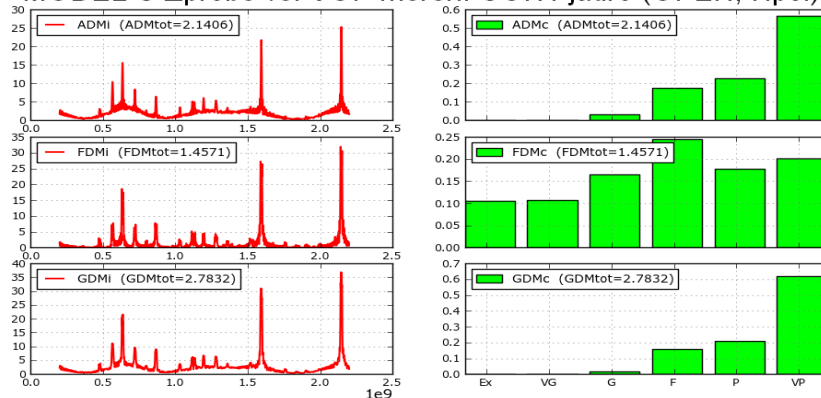


MODEL C Zvyskov vs. VOP měření CON1 jádro(50Ohm, Vpol)

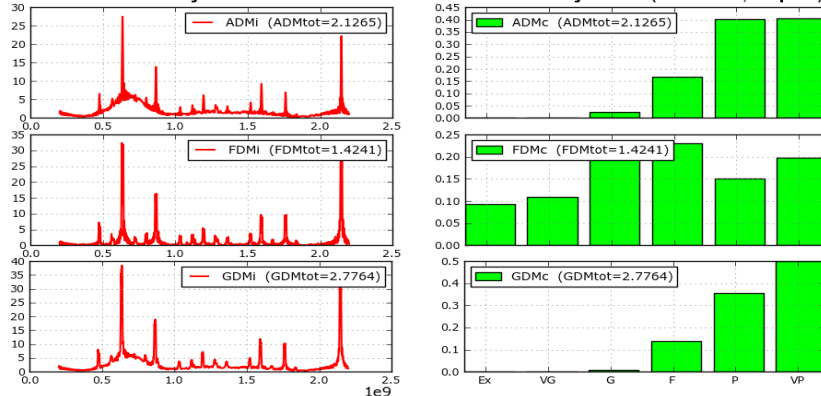


Graf P. 11.4 Zjištěná míra shody proudů koaxiálního vedení se zátěží Z_{probe} a Z_{Vyskov} na CON1 (CON2 50Ω)

MODEL C Zprobe vs. VOP měření CON1 jádro (OPEN, Hpol)



MODEL C Zvyskov vs. VOP měření CON1 jádro (OPEN, Hpol)



Graf P. 11.5 Zjištěná míra shody proudů koaxiálního vedení se zátěží Z_{probe} a Z_{Vyskov} na CON1 (CON2 OPEN)

12 Příloha č. 12 Analýza koncepce zrcadlení

Účel této přílohy spočívá v bližším vysvětlení úvah a pojetí zde diskutované koncepce separace dílčích příspěvků původního vnějšího zdroje elektromagnetického pole nad zemní rovinou.

V prvním kroku zde bude stručně nastíněn matematický základ popisu chování elektromagnetického pole ve vnitřním prostředí dobře vodivé, kovové dutiny (vnitřní dutina hranolu / kokpit letounu), která je vybudena vnějším vzdáleným zdrojem elektromagnetického pole (rovinná vlna), skrze její vazbu s vnějším prostředím (čtvercová apertura / POE kokpitu viz Obr. 3.4, Obr. 3.5). Na matematické bázi prvního kroku budou poté vyjádřeny základní předpoklady a omezení spojené s touto koncepcí z pohledu možností buzení vazebních členů daného analyzovaného systému a jeho chování v uvažovaném prostředí (objekt nad zemní rovinou vs. objekt ve volném prostoru). V posledním kroku pak bude tato koncepce diskutována z hlediska jejího možného praktického využití při analýzách účinků vnějšího elektromagnetického pole na letoun, popřípadě jiný obdobně komplexní objekt, u něhož můžeme narazit na podobný typ problémů, který je diskutován v kapitole Kap. 3.1.2.2.

Matematický základ, na němž se zde pokusíme nastínit výše uvedenou koncepci, v sobě neobsahuje žádné nové poznatky, které by již nebyly zmíněny v jiných, podstatně obsáhlejších a na informace více bohatých publikacích, jako jsou například [36], [31], [181]. Cílem této přílohy je pouze poskytnout čtenáři všechny potřebné informace k pochopení myšlenkových pochodů, které vedly autora této práce k závěrům, jež jsou v ní uvedeny z pohledu přenosových a stínících vlastností zde analyzovaných modelů (viz Kap. 3, Kap. 3.1.2.2 a Kap. 4p).

Začneme tedy se základní úvahou o chování elektromagnetického pole uvnitř velmi dobře vodivé dutiny V , jejíž vnitřní prostor je vymezen plochou S . To pak lze pomocí takto vytyčených hranic popsat skrze dvě sady ortonormálních vektorových funkcí v Hilbertově prostoru $L^2(V)$, které lze s ohledem na jim příslušející okrajové podmínky definovat níže uvedenými rovnicemi [36]:

$$\nabla^2 \Psi_m(r) + K_{\Psi_m}^2 \Psi_m(r) = 0, \quad (\text{P.12.1})$$

$$u_n \times \Psi_m(r) = 0, \quad (\text{P.12.2})$$

$$\nabla \cdot \Psi_m(r) = 0, \quad (\text{P.12.3})$$

a

$$\nabla^2 \Phi_m(r) + K_{\Phi_m}^2 \Phi_m(r) = 0, \quad (\text{P.12.4})$$

$$u_n \times \nabla \times \Phi_m(r) = 0, \quad (\text{P.12.5})$$

$$u_n \cdot \Phi_m(r) = 0, \quad (\text{P.12.6})$$

kde u_n představuje jednotkový vektor vycházející ven z definované hraniční plochy S , na kterou je zároveň i kolmý.

Jako výsledek řešení výše uvedených rovnic pak dostáváme dvě sady vlastních funkcí ve vektorovém tvaru Ψ_m a Φ_m (resp. E_m , H_m - pro solenoidní chování pole, F_m , G_m - pro nevířivé / lamelární chování pole) a jejich vlastních čísel K_{Ψ_m} a K_{Φ_m} , jež nám definují množinu možných módů, které mohou v daném uzavřeném prostoru V vzniknout. Těmi pak můžeme vyjádřit elektrickou a magnetickou složku pole v definovaném bodě uvnitř dutiny

pomocí níže uvedených rovnic (pokud zde budeme uvažovat dutinu, kterou lze popsat jedinou plochou; tzn. neplatí pro soustředné kulové plochy apod.) [36]:

$$E(r) = \sum_{m=1}^{\infty} e_m E_m(r) + \sum_{m=1}^{\infty} f_m F_m(r), \quad (\text{P.12.7})$$

$$H(r) = \sum_{m=1}^{\infty} h_m H_m(r) + \sum_{m=1}^{\infty} g_m G_m(r), \quad (\text{P.12.8})$$

kde e_m, f_m, h_m, g_m reprezentují příslušné koeficienty expanze (viz [182]).

Na základě výše uvedených vztahů (P.12.7) a (P.12.8) je poté možné vyjádřit chování elektrické a magnetické složky pole uvnitř dutiny řešením dvou níže uvedených rovnic, kde levá strana rovnice představuje buzení dané dutiny harmonickým zdrojem, jenž je zde vyjádřen v podobě hustoty elektrického a magnetického proudu (J_i, M_i) [36]:

$$\nabla \times \nabla \times E(r) - k^2 E(r) = -j\omega\mu \cdot J_i(r), \quad (\text{P.12.9})$$

a

$$\nabla \times \nabla \times H(r) - k^2 H(r) = -j\omega\varepsilon \cdot M_i(r). \quad (\text{P.12.10})$$

Jejich řešením je pak možné vyjádřit chování elektrického a magnetického pole s ohledem na definovaný zdroj buzení pomocí funkcí:

$$E(r) = -j\omega\mu \sum_{m=1}^{\infty} \iiint_V \left[\frac{E_m(r)E_m(r')}{k_m^2 - k^2} - \frac{F_m(r)F_m(r')}{k^2} \right] \cdot J_i(r') dV', \quad (\text{P.12.11})$$

a

$$H(r) = -j\omega\varepsilon \sum_{m=1}^{\infty} \iiint_V \left[\frac{H_m(r)H_m(r')}{k_m^2 - k^2} - \frac{G_m(r)G_m(r')}{k^2} \right] \cdot M_i(r') dV', \quad (\text{P.12.12})$$

které lze v případě nutnosti vyjádřit i skrze níže uvedené Greenovy dyadické funkce:

$$\underline{G}^{EJ}(r, r') = \sum_{m=1}^{\infty} \frac{E_m(r)E_m(r')}{k_m^2 - k^2} - \frac{F_m(r)F_m(r')}{k^2}, \quad (\text{P.12.13})$$

a

$$\underline{G}^{HM}(r, r') = \sum_{m=1}^{\infty} \frac{H_m(r)H_m(r')}{k_m^2 - k^2} - \frac{G_m(r)G_m(r')}{k^2}. \quad (\text{P.12.14})$$

Další analytický rozbor vzájemného vztahu mezi budícím zdrojem a chováním pole uvnitř dutiny, s ohledem na námi řešenou problematiku, již dále v rámci této práce nemá smysl. Důvodem je fakt, že analytické vyjádření potřebných vlastních funkcí je pro jakýkoliv netriviální tvar analyzované dutiny velmi obtížný a k jeho nalezení se běžně užívají numerické výpočetní metody.

Vzhledem k tomu, že jsou vlastní funkce dutiny zcela závislé pouze na jejích rozměrech, které jsou prakticky neměnné (nebudeme zde tedy brát v potaz možnost, že by analyzovaná dutina dokázala v průběhu času měnit své rozměry či materiálové vlastnosti), je z logiky věci zcela zřejmé, že jakékoliv případné změny v chování elektromagnetického pole uvnitř dutiny jsou přímo určeny budícím zdrojem.¹⁷⁷ Vlastnosti budícího zdroje (J_i a M_i) lze pak charakterizovat pomocí geometrických rozměrů apertury a účinků vnějšího

¹⁷⁷ Pro přehlednost zde budeme uvažovat, že se buzení odehrává skrze jedinou aperturu

elektromagnetického pole, které skrze vybuzené povrchové proudy tekoucí po této apertuře transformují část jeho energie do vnitřního prostředí dutiny, v závislosti na impedančním chování vnitřní dutiny vůči této apertuře (pozn. index "i" zde značí vybuzení vnějším zdrojem - odvozeno od "impressed").

Pokud bychom chtěli vyjádřit dílčí příspěvky elektrického proudu na buzení dané apertury pro případ elektromagnetického pole zformovaného nad ideální zemní rovinou, můžeme je relativně jednoduše vyjádřit například pomocí níže uvedených vztahů:¹⁷⁸

$$J_i = J_{iP} + J_{iO}, \quad (\text{P.12.15})$$

$$J_{iP} = J_{iPP} + J_{iPV}, \quad (\text{P.12.16})$$

$$J_{iO} = J_{iOP} + J_{iOV}. \quad (\text{P.12.17})$$

Vztah (P.12.15) zde vyjadřuje skutečnost, že celkový budící elektrický proud na apertuře (J_i) je možné v daném případě charakterizovat skrze součet dílčích proudových příspěvků přímé (J_{iP}) a odražené (J_{iO}) vlny, jež nám definují celkové chování vnějšího elektromagnetického pole v dané oblasti. Pokud se dále pokusíme skrze uvažovaný objekt umístěný nad zemní rovinou aplikovat na tyto příspěvky teorii o zrcadlení, můžeme je s ohledem na vazbu mezi tímto objektem a jeho zrcadlovým obrazem rozepsat ještě podrobněji pomocí vztahů (P.12.16) a (P.12.17). Tyto vztahy zde poté vyjadřují součet příspěvků povrchových proudů v okolí této apertury (J_{iP} , J_{iO}), které vznikly buďto působením tohoto pole přímo na analyzovaný objekt - tzv. předlohu (J_{iPP} , J_{iOP}), a nebo na jeho zrcadlový obraz (J_{iPV} , J_{iOV}) (resp. příspěvek vazby mezi tímto objektem a námi uvažovanou zemní rovinou).

S ohledem na výše uvedené pak může za určitých okolností nastat i situace, kdy je příspěvek vazby mezi uvažovaným modelem a jeho obrazem ve vztahu k pozorovaným proudům v okolí apertury natolik malý, že lze jejich vzájemné vztahy charakterizovat následovně:

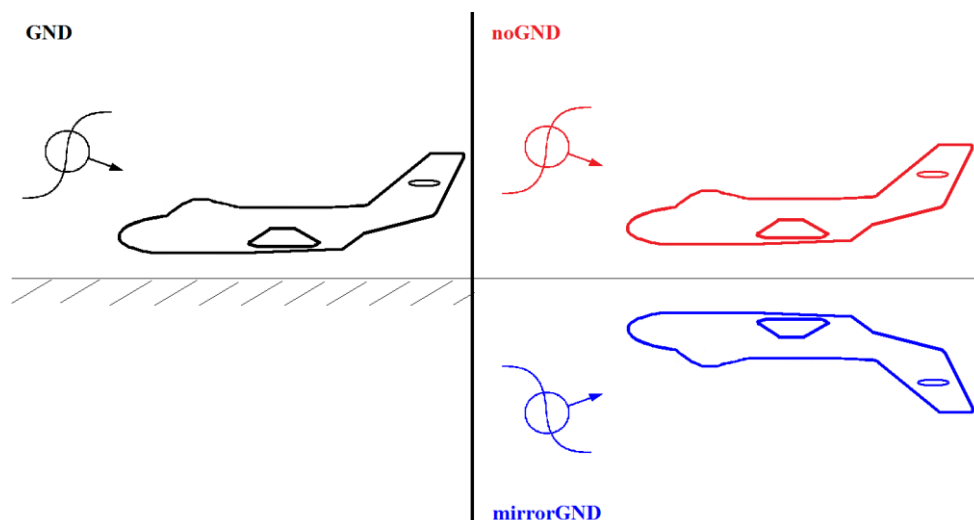
$$J_{iPP} \gg J_{iPV} \wedge J_{iOP} \gg J_{iOV}. \quad (\text{P.12.18})$$

Za těchto okolností pak můžeme celkový příspěvek elektrických proudů přispívajících k buzení vnitřního prostředí analyzovaného objektu skrze jeho aperturu relativně jednoduše vyjádřit níže uvedeným způsobem:

$$J_{i\Sigma} \approx J_{iPP} + J_{iOP}. \quad (\text{P.12.19})$$

Pokud tedy aplikujeme vztah (P.12.15) a (P.12.19) na filosofii koncepce přenosu energie mezi zdrojem a vnitřním prostředím daného objektu uvedenou v Kap. 3.1.2.2 (viz Obr. 3.11), můžeme chování analyzovaného systému nad zemní rovinou relativně jednoduše vyjádřit pomocí součtu dílčích příspěvků chování elektromagnetického pole ve sledované oblasti ve dvou specifických případech, kdy je analyzovaný objekt umístěn do volného prostoru a jeho budící zdroj je v jednu totožný s charakterem vlny přímé a podruhé s charakterem vlny odražené od zemní roviny (viz Obr. P. 12.1).

¹⁷⁸ V případě vyjádření příspěvků magnetického proudu bychom mohli postupovat prakticky stejně



Obr. P. 12.1 Ilustrace aplikace principu zrcadlení pro letoun umístěný nad ideální zemí

Situaci, kdy lze vyjádřit chování dílčích příspěvků budících proudů v okolí POE pomocí vztahu (P.12.15), je možné na výše uvedeném obrázku Obr. P. 12.1 relativně lehce reprezentovat skrze kombinaci červené ("noGND") a modré siluety letounu ("mirrorGND"). V případě, že byla splněna podmínka o zanedbatelném vlivu vazby mezi předlohou a jejím zrcadlovým obrazem v okolí POE, lze simulační model v souladu se vztahem (P.12.19) nahradit pouze pomocí červené siluety letounu ("noGND").

Pokud bychom chtěli uvedené skutečnosti vyjádřit přímo v podobě elektrické a magnetické složky pole v definované oblasti uvnitř tohoto modelu, můžeme je vyjádřit analogicky ke vztahu (P.12.15) pomocí (P.12.11) a (P.12.12) například následovně:

$$E_{GND} = E_P + E_O = E_{PP} + E_{PV} + E_{OP} + E_{OV}. \quad (\text{P.12.20})$$

Člen E_{GND} zde představuje celkovou intenzitu elektrického pole v definované oblasti uvnitř analyzovaného objektu, situovaného nad zemní rovinou. Členy na pravé straně rovnice pak reprezentují dílčí příspěvky k tomuto poli, které byly v této oblasti vybudeny příslušnými budícími proudy v okolí uvažovaného POE (viz, (P.12.15), (P.12.16), (P.12.17)).¹⁷⁹

V souladu se značením uvedeným na Obr. P. 12.1 lze pak vztah (P.12.20) přepsat do podoby

$$E_{GND} = E_{mirrorGND} + E'_{mirrorGND} = E_{noGND} + E_{PV} + E'_{noGND} + E_{OV}, \quad (\text{P.12.21})$$

z něhož poté můžeme lehce dovodit dílčí příspěvky vazby mezi analyzovaným modelem a jeho obrazem, resp. zemní rovinou:

$$E_{PV} = E_{mirrorGND} - E_{noGND}, \quad (\text{P.12.22})$$

$$E_{OV} = E'_{mirrorGND} - E'_{noGND}. \quad (\text{P.12.23})$$

Tímto jsme vyjádřili veškeré příspěvky k celkovému chování intenzity elektrického pole ve zvoleném místě uvnitř tohoto modelu.

S jejich znalostí poté můžeme v rámci uvažované koncepce nejen relativně lehce analyzovat jejich dílčí dopady na celkové chování systému, ale získáváme tak i nové možnosti v oblasti jeho kalibrace, které přímo vyplývají ze samotného principu koncepce, na jehož bázi byly zde uvedené vztahy vyjádřeny.

¹⁷⁹ V tuto chvíli je vhodné zdůraznit, že zde nebereme v potaz žádnou možnost přenosu energie do vnitřního skrze stěny takto uzavřené dutiny. Veškerý přenos energie se děje pouze a jenom skrze příslušné POE.

Z pohledu analýz zaměřených na problematiku EMC se přirozeně jako nejzajímavější jeví zejména její možnosti spojené se separací dílčích příspěvků, které charakterizují vliv zemní roviny na celkové chování uvažovaného systému. Díky nim pak lze například za ideálních okolností, kdy platí podmínka (P.12.18), relativně jednoduše vyjádřit chování vnitřního prostředí letounu či jiného objektu nad zemní rovinou pouhým "sečtením" dosažených výsledků dvou simulačních úloh, u nichž byl letoun umístěn ve volném prostoru a jejichž parametry budícího zdroje odpovídají požadavkům vyplývajícím z dané situace (správná polarizace a směr šíření). V případech, kdy již tuto podmínku nelze považovat za platnou, pak lze pomocí výše uvedených vztahů (P.12.22) s (P.12.23) relativně jednoduše vyjádřit kalibrační data, která zde ve své podstatě charakterizují přenosové vlastnosti, jež jsou v rámci analyzovaného systému přímo závislé na samotné přítomnosti uvažované zemní roviny.

Z praktického hlediska je také vhodné zmínit skutečnost, že varianta přenosu, jenž je zde vyjádřena skrze člen " $E_{\text{mirrorGND}}$ ", ve své podstatě představuje výsledek, jehož bychom dosáhli i pomocí běžně používaných kalibračních metod za předpokladu, že platí vztah (P.12.18).¹⁸⁰ Ovšem, na rozdíl od běžného řešení, nabízí tato varianta významnou výhodou v její použitelnosti i v těch případech, kdy již není dodržena podmínka o homogenitě budícího pole v okolí měřeného modelu (viz [126]).

Pokud zajdeme v úvahách o potenciálních možnostech zde probírané koncepce ještě dále, může za určitých podmínek připustit za realizovatelné i představy, kde by byly vytvořeny celé sady normalizovaných přenosových funkcí, které by na této bázi charakterizovaly příspěvky dílčích procesů, které přispívají v rámci daného systému k buzení jeho vnitřního prostředí v námi definovaných oblastech. Tyto sady by pak mohly být efektivně využity k relativně přesnému odhadu o chování pole v těchto lokalitách, aniž bychom toto prostředí museli nutně začlenit do samotného simulačního modelu. To by v konečném důsledku mohlo v mnoha případech přirozeně vést k významnému snížení výpočetních a časových nároků na prováděné analýzy.

Další úvahy jdoucí tímto směrem by pak mohly být orientovány na využití různých variant adaptivních algoritmů či neuronových sítí, které by dokázaly do určité míry zastoupit tyto simulace i z pohledu rychlé predikce budících příspěvků na apertuře, skrze které je v daném přenosovém řetězci charakterizováno chování vnějšího elektromagnetického pole v okolí uvažovaného modelu, což by s velkou pravděpodobností vedlo k dalšímu urychlení tohoto typu analýz.

Takovéto úvahy poté otevírají zcela novou oblast využití numerických analýz z pohledu možných prací na designu ochrany letadel či jiných obdobně robustních systémů. Bližší zkoumání těchto možností je ovšem svým rozsahem až příliš časově náročné, než aby bylo více rozvedeno v rámci této disertační práce.

¹⁸⁰ V opačném případě lze takto dosažené výsledky pokládat za určité hybridní řešení, stojící mezi chováním letounu umístěného nad zemí a ve vzduchu, které spočívá v zahrnutém budícím příspěvku proudů v okolí apertury, které vznikly zprostředkovaně vlivem účinků přímé vlny na obraz námi uvažovaného modelu - E_{PV} .

Z určitého pohledu ovšem také můžeme za uvažovaných okolností brát výsledky $E_{\text{mirrorGND}}$ i jako ideální případ toho, čeho se snažíme docílit běžnými kalibračními metodami. Běžné kalibrační metody mají totiž ve své podstatě v případě měření na letounu dva cíle. První z nich je vyjádřit chování měřeného objektu při jasně definovaném, nejlépe pak konstantním a frekvenčně nezávislém zdroji buzení. Druhý cíl zde poté spočívá ve skutečnosti, že, za určitých podmínek, jsme schopni o takto zpracovaných výsledcích prohlásit, že jejich chování koresponduje s chováním analyzovaného letounu ve vzduchu.

Silné předpoklady k takovému shodám pak mají zejména případy, kdy je měřený systém buzen vertikálně polarizovanou vlnou. Za těchto podmínek je rozložení povrchových proudů velmi podobné tomu, které bychom mohli zjistit na trupu letounu bez vlivu zemně, což je zapříčiněno charakteristickým způsobem, jakým se u této varianty polarizace budícího zdroje skládají dílčí příspěvky přímé a odražené vlny nad zemní rovinou.

S ohledem na výše řečené je nutné i připomenout, že se v tomto případě zaměřujeme pouze na chování námi analyzovaného objektu čistě z pohledu jeho vnitřního prostředí. Externí prostředí je s výše uvedenými vztahy spojeno pouze skrze budící proudy v okolí námi uvažované apertury. Nelze tedy například předpokládat, že pokud v okolí této apertury platí podmínka vyjádřená v(P.12.18), můžeme obdobné chování sledovat i v ostatních oblastech na vnějším povrchu daného modelu.

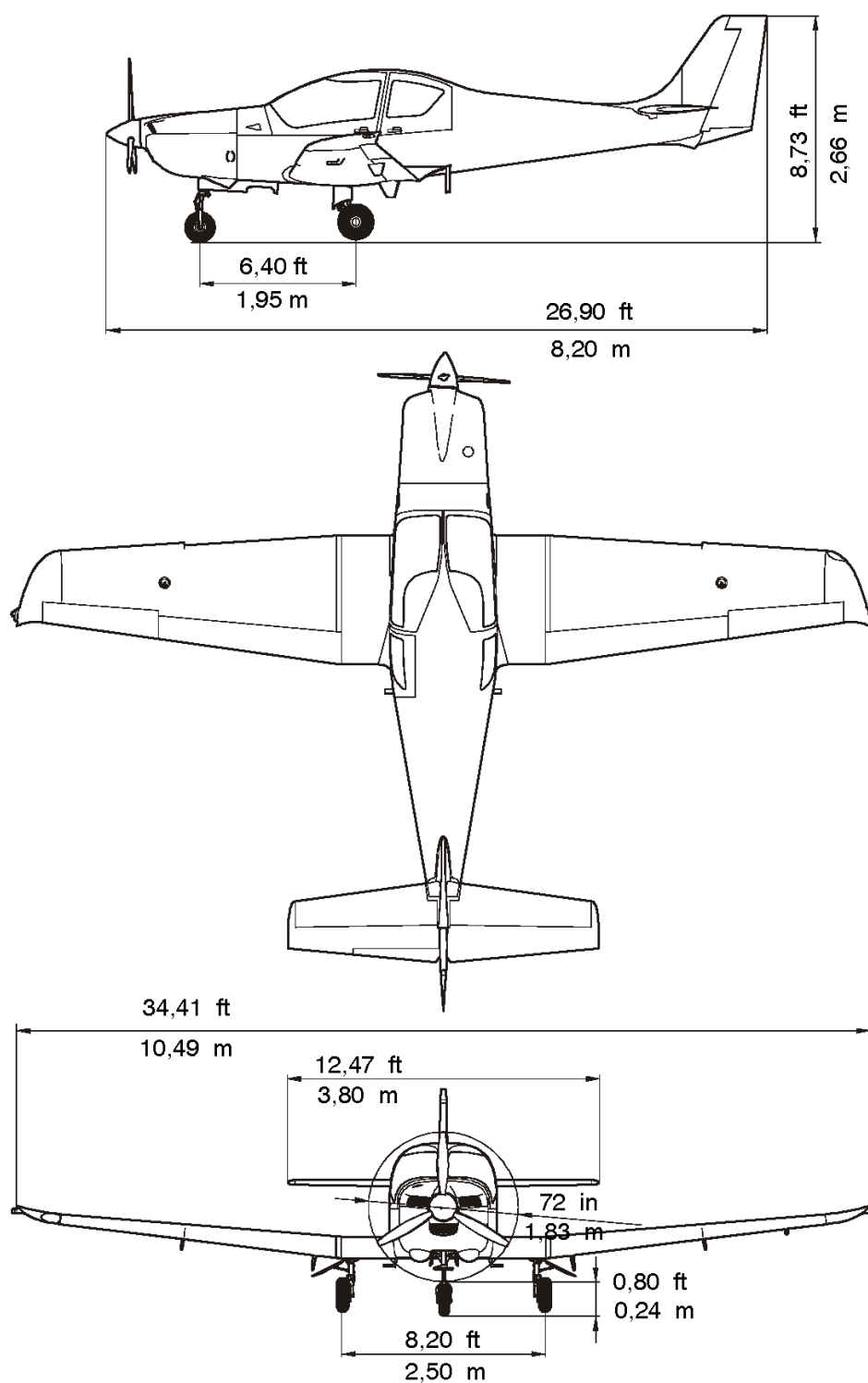
Tato skutečnost nás poté vede k poslední oblasti problémů, které je nutné s ohledem na návrhové práce spojené s ochranou letounu v oblasti EMC zodpovědět - korespondence mezi samotným zjištěným chováním letounu během jeho měření či simulace a jeho skutečným chováním během jeho pracovního provozu (ve vzduchu).

Z uvedených informací vyplývá, že zde reálně existují oblasti, kde lze jasně konstatovat, že výsledky dosažené analýzou či měřeními námi zkoumaného letounu nad zemní rovinou jsou, anebo naopak nejsou, v dostatečné shodě s jeho chováním ve volném prostoru. Tato informace je z pohledu EMC velmi důležitá, protože pokud máme během návrhu ochrany daného letounu či jiného obdobného systému pouze informace o jeho chování nad zemní rovinou, neznamená to, že námi připravovaný návrh jeho ochrany bude dostatečný za všech podmínek, se kterými se může během svého provozu setkat.

Jako typický případ, který dobře vystihuje tuto problematiku, zde můžeme například uvést v praxi běžně prováděná pozemní měření, kdy je testovaný letoun ozařován pomocí horizontálně polarizovaného zdroje elektromagnetického pole nad relativně dobře vodivou zemní rovinou. Povrchové proudy, jež se za takto nastíněné situace vytvoří vlivem tohoto zdroje na povrchu zkoumaného objektu, již z principu věci nemohou odpovídat proudům, které bychom za obdobné situace zjistili na povrchu letounu ve volném prostoru. Tento problém poté vede k mnoha různým, často ne příliš jednoduchým či zcela reprezentativním řešením a kompromisům, u nichž v konečném důsledku stále nemusíme mít dostatečnou jistotu, že věrohodně reprezentují námi předpokládané podmínky, jichž se snažíme během těchto testů dosáhnout.

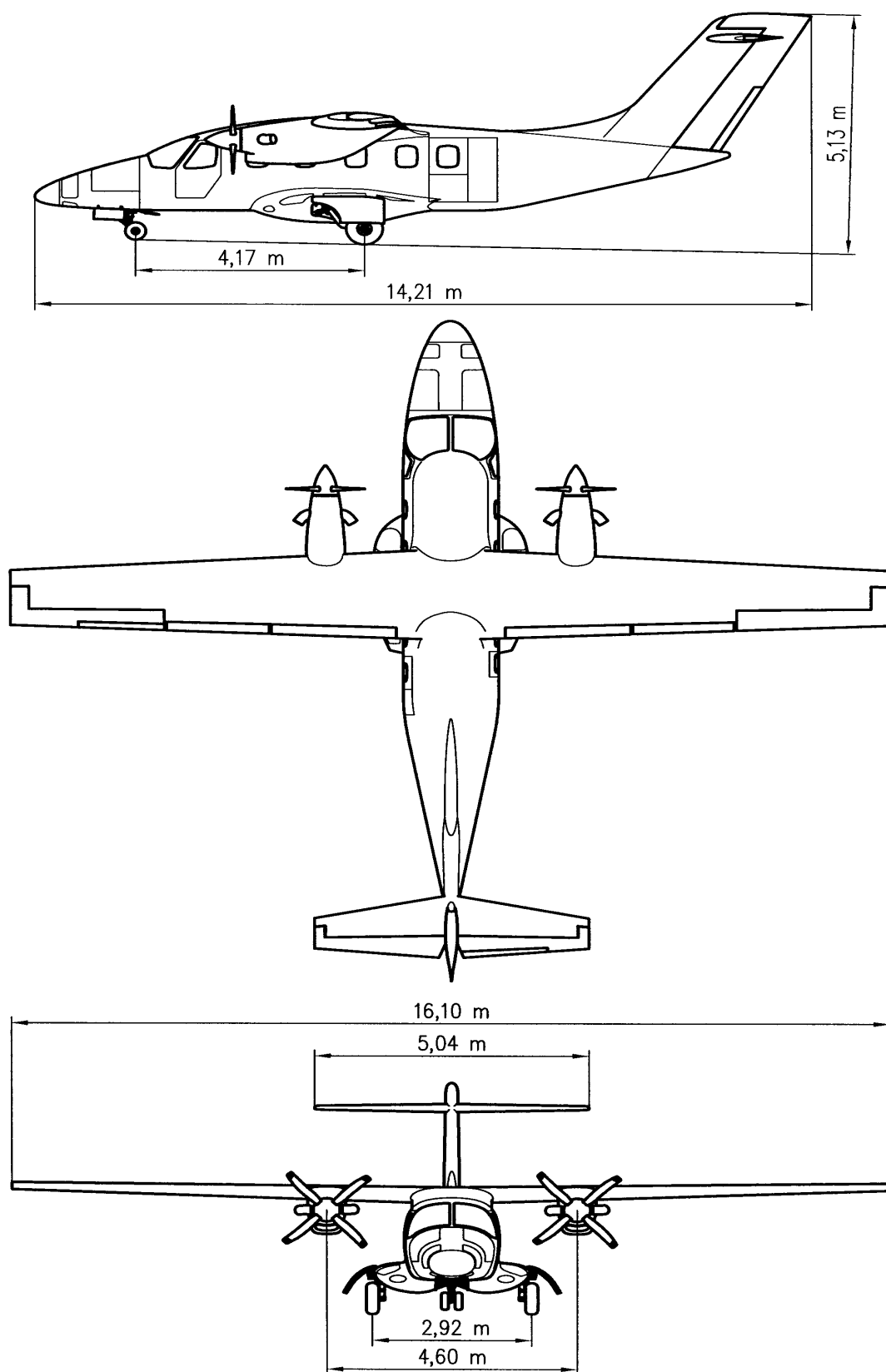
Diskutovaná koncepce popisu přenosových vlastností analyzovaného systému zde pak s ohledem na výše uvedená fakta představuje dostatečně rozsáhlé zázemí k tomu, abychom nejenom dokázali reálně potvrdit, zda jsou námi dosažené výsledky pozemních měření srovnatelné s chováním uvažovaného modelu ve vzduchu či nikoliv, ale můžeme také jasně indikovat příčiny a separovat chování těchto příčin, které k těmto rozdílům v konečném důsledku vedou.

13 Příloha č. 13 Rozměry letounu VUT100



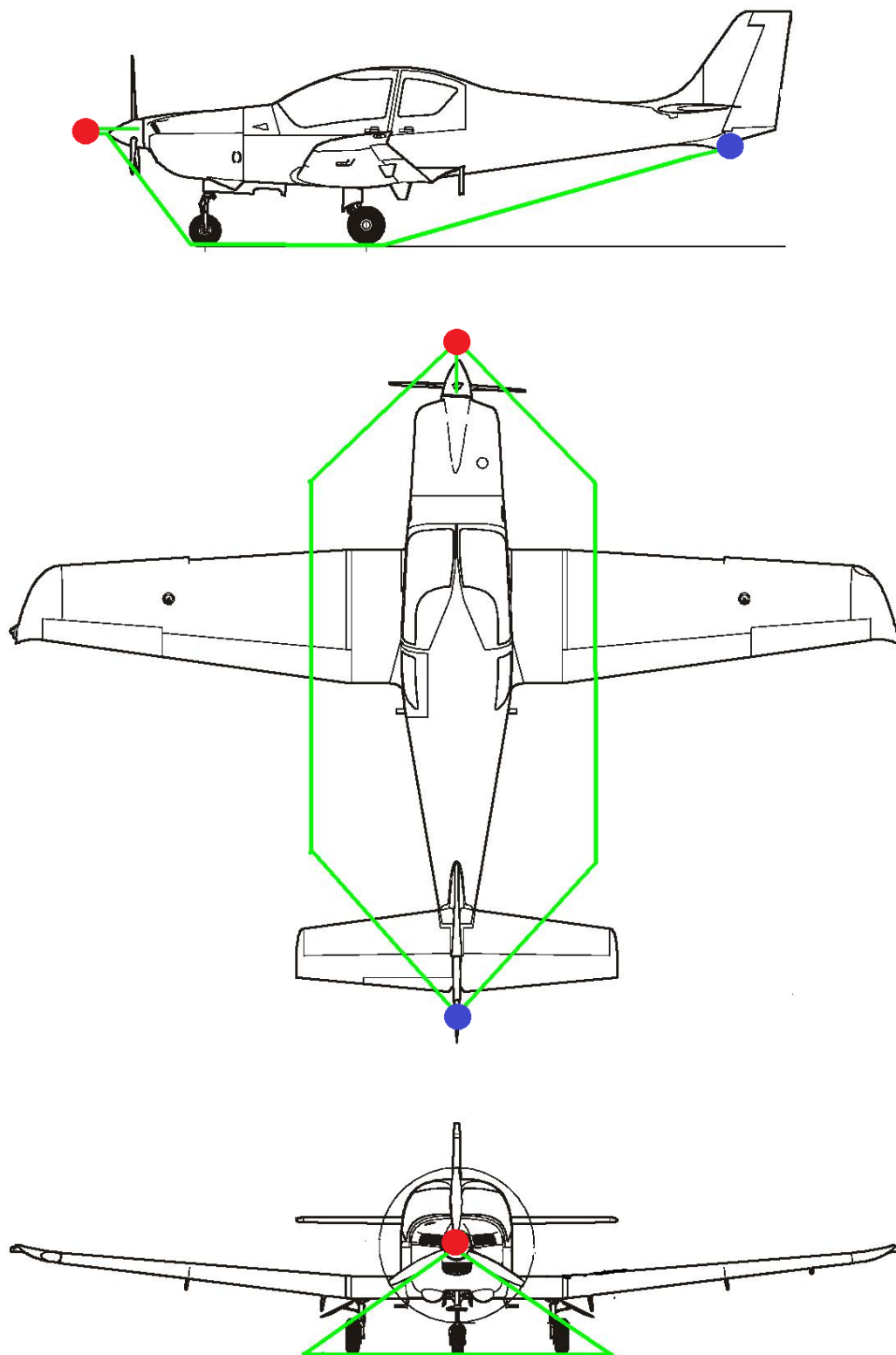
Obr. P. 13.1 Základní rozměry testovaného prototypu letounu VUT100

14 Příloha č. 14 Rozměry letounu EV55



Obr. P. 14.1 Základní rozměry testovaného prototypu letounu EV55

15 Příloha č. 15 VUT100 LLDD test



Obr. P. 15.1 Rozložení zpětných vodičů v okolí letounu VUT100 pro případ LLDD (vstupní bod budící zdroje byl situován na špičku vrtule - červený bod; výstupní bod pro zátěž byl vyveden z kovové části ostruhy na ocasní části letounu - modrý bod)

16 Příloha č. 16 Měření a simulace na letounu VUT100 (LLDD, LLSF, LLSF)

Tab. P. 16.1 Základní popis měřících pozic povrchových proudů na trupu letounu VUT100 pro LLDD a LLSC

Oblast měření:	Jméno pozice:	Popis umístění:
Přední kovová část kokpitu letounu (Metallic Cover)	MC1	Měřicí bod je umístěn na vnější horní straně přední kovové části trupu letounu mezi středním sloupkem kokpitové části a požární přepážkou (prostor avioniky)
	MC2	Měřicí bod je umístěn ve středu vnější boční pravé strany přední kovové části trupu letounu, cca. 200 mm před požární přepážkou (prostor avioniky).
	MC3	Měřicí bod je umístěn na vnější spodní straně přední kovové části trupu letounu, cca. 235 mm od prostoru přední podvozkové části (pření podvozková část)
Systém AHRS	SC2	Měřicí bod je umístěn nad systémem AHRS ve vrchní zádni části kovového trupu letounu
Křídlo	SC1	Měřicí bod je umístěn na kovovém povrchu horní plochy levého křídla letounu, cca. 1200 mm od jeho trupu.

Tab. P. 16.2 Základní popis měřících pozic intenzit elektrického pole uvnitř letounu VUT100 pro LLSF

Oblast měření:	Jméno pozice:	Popis umístění:
Oblast za palubní deskou	PFD	Měřicí bod je umístěn v oblasti za primárním letovým displejem na straně pilota (cca. 90 mm od středu jeho zadní stěny; oblast se vyznačuje vysokou hustotou kabelových svazků).
	ADC	Měřicí bod je umístěn v těsné blízkosti areometrické centrály (Air Data Computer) za multifunkčním displejem na straně co-pilota (cca. 90 mm od její zadní stěny a 120 mm od boční stěny kokpitu).
Oblast před palubní deskou	ART1	Měřicí bod je umístěn ve vzdálenosti 100 mm před systémem GPS2 ve střední části avionického panelu.
	ART2	Měřicí bod je umístěn ve vzdálenosti 100 mm před středem primárního letového displeje (PFD) na straně pilota.
	ART3	Měřicí bod je umístěn ve vzdálenosti 100 mm před středem multifunkčního letového displeje (MFD) na straně kopilota.
Oblast pod palubní deskou	CK	Měřicí bod je umístěn v oblasti nohou kopilota (400 mm nad podlahou kokpitu, 125 mm dovnitř od spodní hrany palubní desky (osa -X) a 330 mm od boční stěny trupu letounu)
Střed kokpitu	CC	Měřicí bod je umístěn ve středu kokpitu letounu, mezi sedadly pilota a kopilota (cca. 600 mm od bočních stěn trupu letounu, 460 mm od stropu kabiny)
Zadní část letounu	AHRS	Měřicí bod je umístěn 200 mm pod systémem AHRS (Attitude Heading Reference System - digitální poziční gyroskopický systém) v zadní části letounu (cca. 2,6 m od středu palubní desky ve směru hlavní osy trupu letounu)

Tab. P. 16.3 Shrnutí základních údajů simulačních analýz letounu VUT100 (MWS, CONCEPT II). [152], [153], [154], [155], [156].

Obecné informace:	Simulační prostředí:	MWS		CONCEPT II	
	Typy sim. úlohy:	LLDD, LLSC, LLSF		LLSC, LLSF	
	Sledované veličiny:	E-field	E-field	E-field	8 pozic
		Povrchové proudy	Povrchové proudy	Povrchové proudy	5 pozic
Buzení:	LLDD	LLSC	LLSF	LLSC/LLSF (A)	LLSF (B)
Typ:	Diskrétní port (TD)	Rovinná vlna (TD)	Rovinná vlna (TD)	Rovinná vlna (FD)	Rovinná vlna (FD)
Fmin:	10 kHz	100 MHz	100 MHz	100 MHz	450 MHz
Fmax:	20 MHz	1 GHz	1 GHz	450 MHz	16 Hz
Parametry sítě:					
Typ:	Hexahedral (PBA)	Hexahedral (PBA)	Hexahedral (PBA)	Hybridní	Trojúhelníková
Diskretizace:	$\lambda/50$	$\lambda/12$	$\lambda/12$	$\lambda/11$	$\lambda/10$
Velikost buňky:	15- 320 mm	4-30 mm	4-30 mm	5-60 mm	5-30 mm
Celkový počet:	13 431 354	29 187 522	29 187 522	68000	120000
Parametry výpočtu:					
Typ řešiče:	FIT	FIT	FIT	BFIE	MLFMA
Doba výpočtu:	29h 31m 10s	27h 25m 12s	27h 25m 12s	7h/frekv.	
Dosažená přesnost:	-42dB (5 μ S)	-40dB	-40dB		
HW nároky:					
Procesor:	Xeon X5680/3,3GHz			Xeon X 5477/3,47 GHz (24x)	Xeon X 5677/3,47 GHz (1x)
Paměťové nároky:	7,2 GB			150 GB	16 GB

17 Příloha č. 17 Měření a simulace na letounu EV55 (LLDD, LLSC, LLSF)

Tab. P. 17.1 Základní popis měřících bodů povrchových proudů na letounu EV55 pro LLDD a LLSC

Oblast měření:	Jméno pozice:	Popis umístění: (levá / pravá strana určena z pohledu pilota letadla)
Oblast kokpitu letadla	SC2a/SC2b	Měřicí bod je umístěn do středu střešní části kokpitu. (Orientace sondy: podélná a příčná k hlavní ose trupu)
	SC13b	Měřicí bod je umístěn doprostřed středového nosníku kokpitu (Orientace sondy: podélná k hlavní ose trupu)
Nosová část trupu	SC3a/SC3b	Měřicí bod je umístěn na horní stranu kompozitní nosové části trupu letounu (cca. 420 mm od první požární přepážky; Orientace sondy: podélná a příčná k hlavní ose trupu)
Hlavní část trupu letounu	SC9a/SC9b	Měřicí bod je umístěn po pozici 360 mm pod prvním okýnkem pasažérů na levé straně trupu letounu (Orientace sondy: podélná a příčná k hlavní ose trupu)
	SC10a/SC10b	Měřicí bod je umístěn ve středu plochy mezi 3 a 4 okýnkem pasažérů na levé straně trupu letounu (Orientace sondy: podélná a příčná k hlavní ose trupu)
	SC11b	Měřicí pozice je umístěna ve středu spodní zadní části trupu letounu (cca. 5,6m od první požární přepážky – oblast zadních dvířek pro pasažéry; Orientace sondy: podélná k hlavní ose trupu)
Oblast křídel	SC12a/SC12b	Střed křídel letounu – oblast napojení na horní část trupu letounu (Orientace sondy: podélná a příčná k hlavní ose trupu)

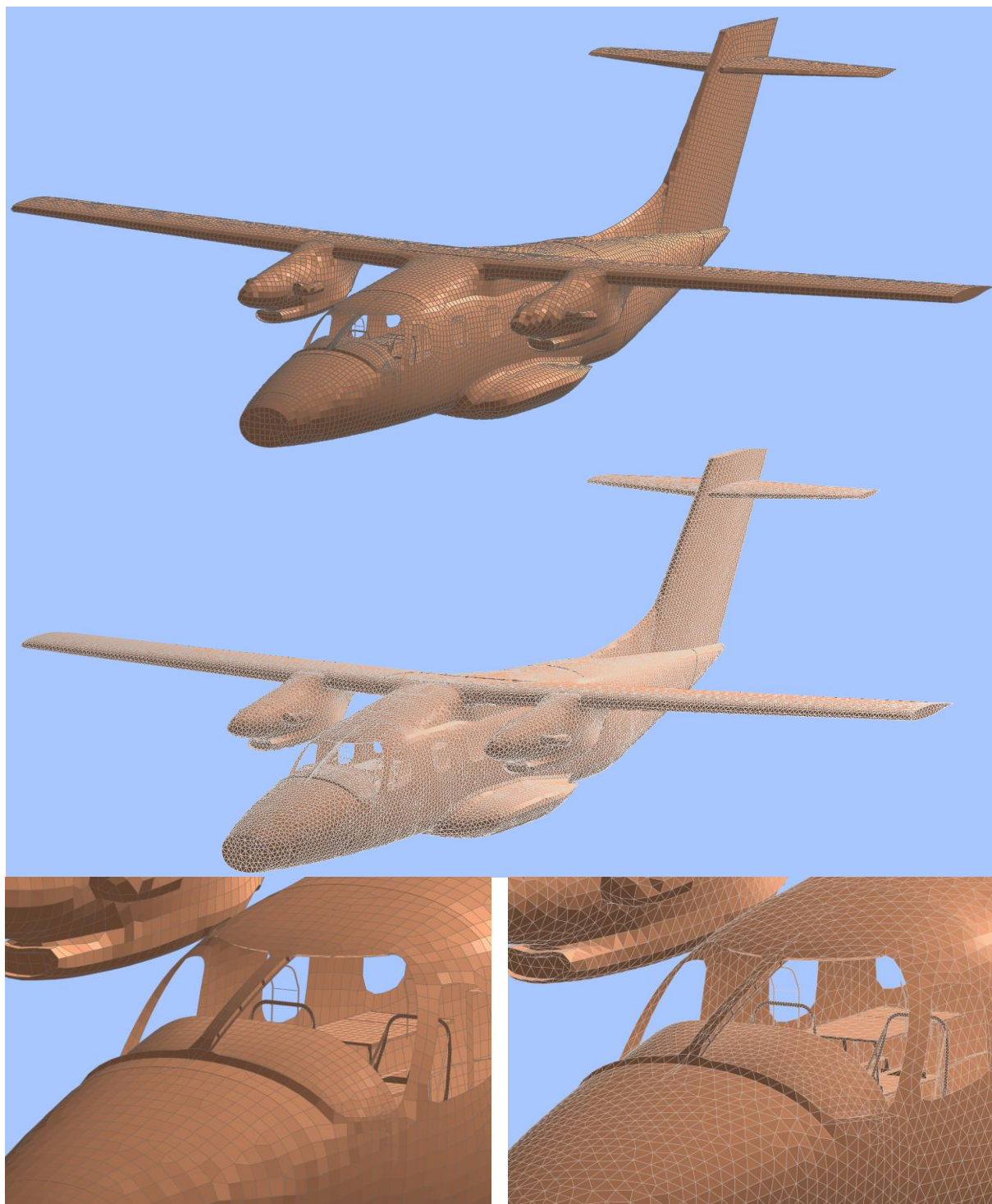
Tab. P. 17.2 Základní popis měřících pozic intenzit elektrického pole na letounu EV55 pro LLSF

Oblast měření:	Jméno pozice:	Popis umístění: (levá / pravá strana určena z pohledu pilota letadla)
Nosová část trupu	FI1	Měřicí bod leží v oblasti nosové kompozitní části trupu letounu levé spodní oddělení (uprostřed, cca. 300 mm od požární přepážky kokpitu)
	FI2	Měřicí bod leží uprostřed oblasti pro zavazadla, situované uvnitř nosové kompozitní části trupu letounu (cca. ve vzdálenosti 440 mm od požární přepážky kokpitu)
	FI13	Měřicí bod leží v horní části prostoru hydrauliky za první přepážkou nosové části trupu letounu (první oddělení za krytem radarové antény)
Oblast kokpitu letadla	FI3	Měřicí bod je umístěn v oblasti nohou pilota (320 mm nad podlahou kokpitu, 140 mm dovnitř od spodní hrany palubní desky (osa -X) a 400 mm od levé boční stěny trupu letounu)
	FI4	Měřicí bod je umístěn v oblasti nohou kopilota (320 mm nad podlahou kokpitu, 140 mm dovnitř od spodní hrany palubní desky (osa -X) a 400 mm od pravé boční stěny trupu letounu)
	FI5	Měřicí bod je umístěn 160 mm od desky avionického panelu (osa X), 160 mm nad řídicí pákou pilota
	FI6	Měřicí bod je umístěn 160 mm od desky avionického panelu (osa X), 160 mm nad řídicí pákou kopilota
	FI8	Měřicí bod je umístěn ve středu kokpitu letounu, mezi sedadly pilota a kopilota (cca. 500 mm od stropu kabiny)
Hlavní část trupu letounu (prostor pro pasažéry)	FI9	Měřicí bod je umístěn ve středu prostoru přední části kabiny pasažérů (cca. 1,7m za kabinou pilotů, 0,7 m nad úrovní podlahy)
	FI12	Měřicí bod je umístěn v levém horním kvadrátu zadní části kabiny pasažérů (cca. 2,9 m za kabinou pilotů, 1 m nad úrovní podlahy, 0,7 m od levé boční stěny trupu letadla)
Napojení křídel (horní kompozitní překryt)	FI10	Měřicí bod je umístěn v levé části prostoru pod předním kompozitním překrytem křídel letounu (0,8 m od hlavní středové části geometrie křídel letounu (resp. 0,65m od konce kabiny pilotů), 85 mm nad kovovým stropem kabiny pro pasažéry, 0,5m od boční levé strany trupu letounu)
Podvozková gondola	FI11	Měřicí bod je umístěn v přední horní části levé kompozitové podvozkové gondoly (cca. 140 mm nad jejím dnem, 170 mm od levé strany trupu letounu (osa -Z))

Tab. P. 17.3 Shrnutí základních údajů simulačních analýz letounu EV55 (MWS, CONCEPT II). [165], [166], [167], [168], [169]

Obecné informace:	Simulační prostředí:	MWS		CONCEPT II			
	Typy sim. úlohy:	LLDD, LLSC, LLSF		LLSC, LLSF			
	Sledované veličiny:	E-field	E-field	E-field	12 pozic		
		Povrchové proudy	Povrchové proudy	Povrchové proudy	7 pozic		
Buzení:	LLDD	LLSC	LLSC	LLSC/LLSF	LLSF (A)	LLSF (B)	LLSF (C)
Typ:	Diskrétní port (TD)	Rovinná vlna (TD)	Rovinná vlna (TD)	Rovinná vlna	Rovinná vlna	Rovinná vlna	Rovinná vlna
Fmin:	10 kHz	100 MHz	100 MHz	50 MHz	100 MHz	350 MHz	700 MHz
Fmax:	20 MHz	800 MHz	800 MHz	350 MHz	350 MHz	700 MHz	16 Hz
Parametry sítě:							
Typ:	Hexahedral (PBA)	Hexahedral (PBA)	Hexahedral (PBA)	Hybridní	Trojúhelníková	Trojúhelníková	Trojúhelníková
Diskretizace:	$\lambda/50$	$\lambda/12$	$\lambda/12$	$\lambda/10$	$\lambda/10$	$\lambda/8$	$\lambda/8$
Velikost buňky:	15-328 mm	11-32 mm	11-32 mm	5-50 mm	5-80 mm	5-50 mm	5-37 mm
Celkový počet:	18 980 244	81 788 490	81 788 490	42 743	80 694	252 559	555 734
Parametry výpočtu:							
Typ řešiče:	FIT	FIT	FIT	EFIE	MLFMA	MLFMA	MLFMA
Doba výpočtu:	79h 17m 45s	92h 8m 30s	92h 8m 30s	2h 30 m/frekv.	7 h/frekv.	11 h/frekv.	15 h/frekv.
Dosažená přesnost:	-35dB (5 μ S)	-40dB	-40dB				
HW nároky:							
Procesor:	Xeon X5680/3,3GHz			Xeon X 5680/3,33 GHz (32x)	Xeon X 5675/30 GHz (1x)		
Paměťové nároky:	9,8GB	11 GB	11 GB	92 GB	34 GB	24 GB	24 GB

18 Příloha č. 18 Přehled variant simulačních modelů EV55 pro COCNEPT II (EFIE, MLFMA)



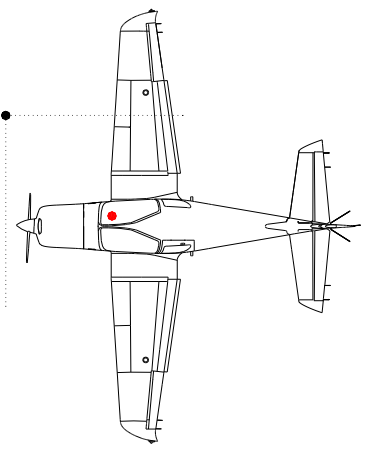
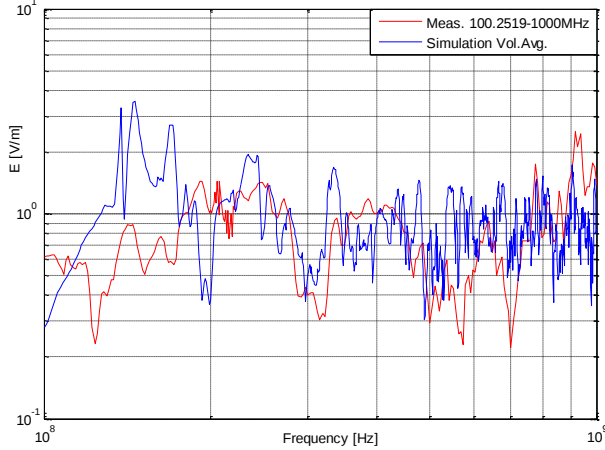
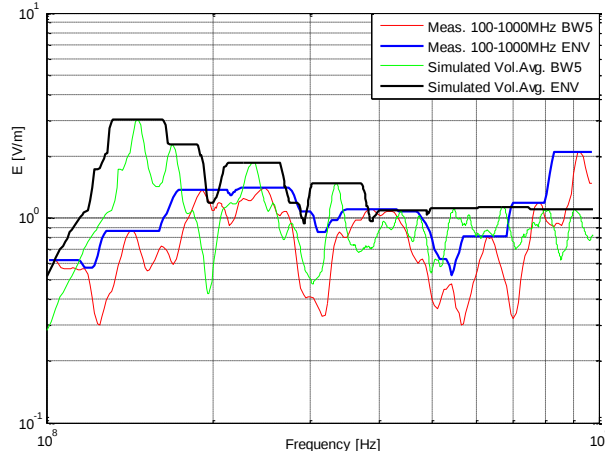
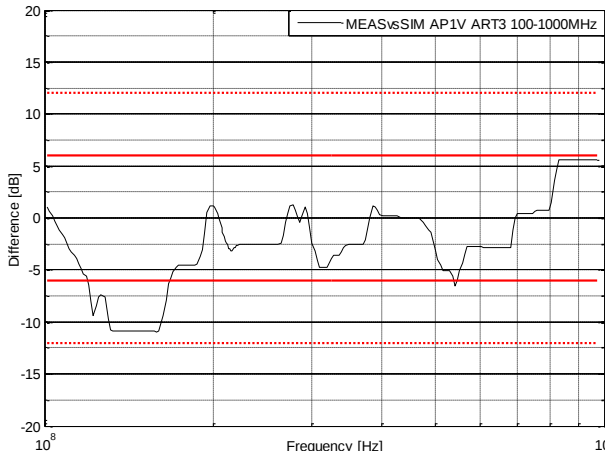
Obr. P. 18.1 Ukázka připravených variant sítě "zjednodušeného" simulačního modelu EV55 pro metodu EFIE

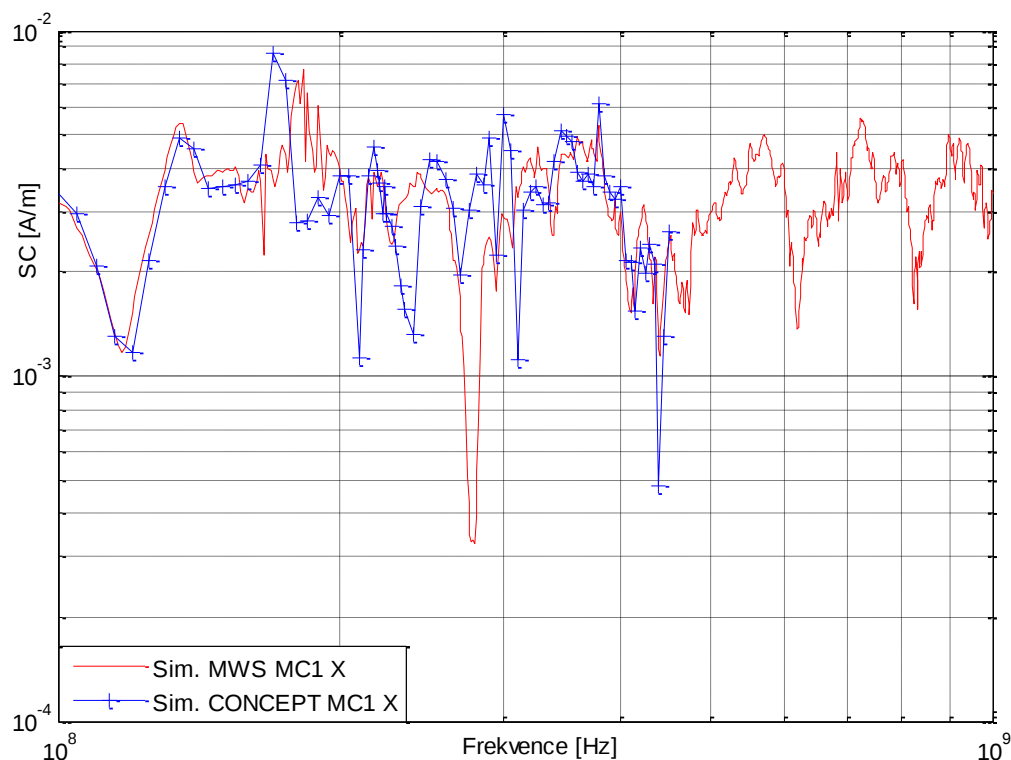


Obr. P. 18.2 Ukázka připravených variant sítě "zjednodušeného" simulačního modelu EV55 pro MLFMA

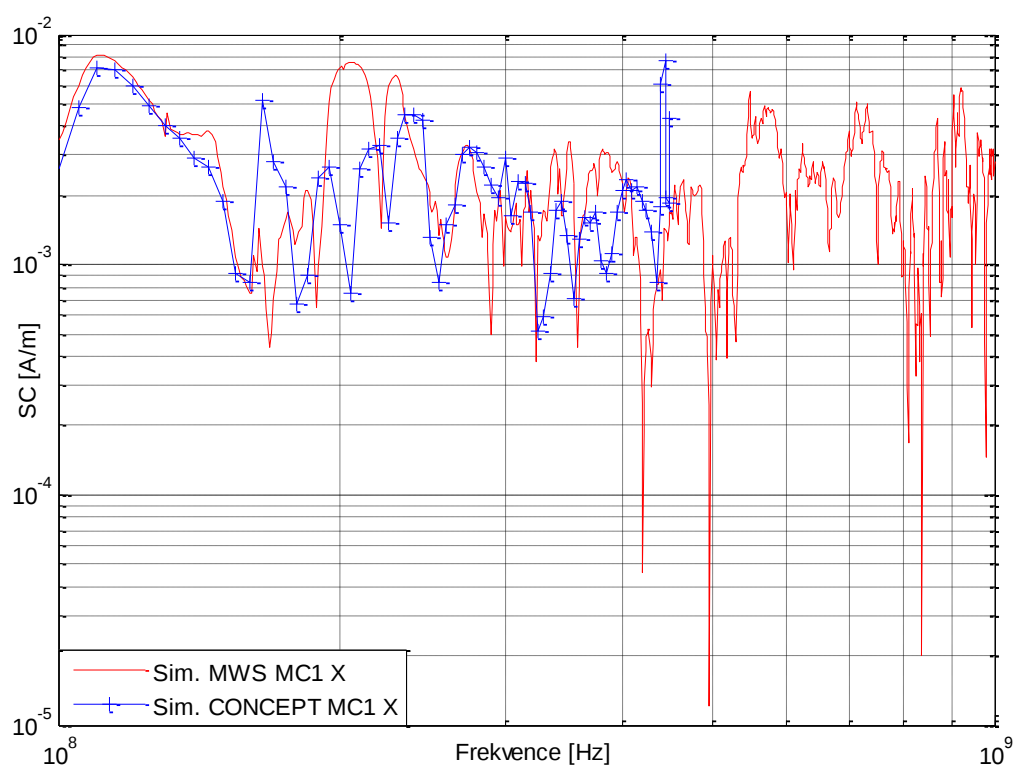
19 Příloha č. 19 Dodatekové ilustrační výsledky simulací letounu VUT100

Tab. P. 19.1 Ilustrační ukázka celkového zhodnocení dosažené shody mezi získanými výsledky měření a simulací na letounu VUT100 dle [126] (MWS)

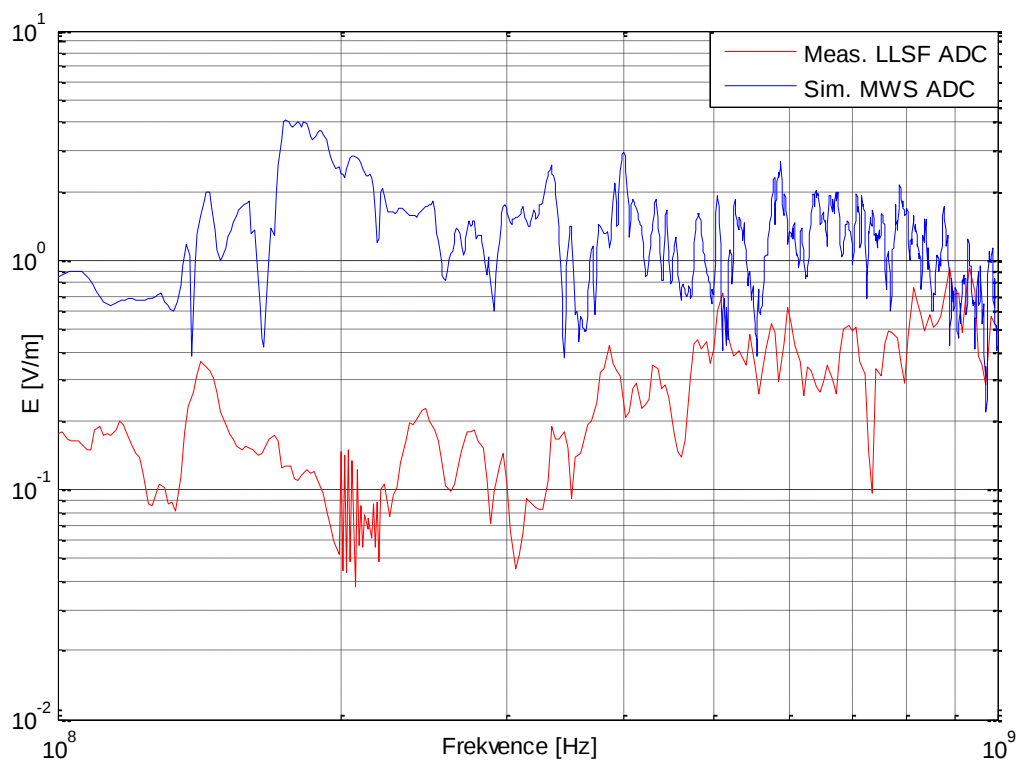
Platforma:	VUT100	Frekv. rozsah:	IELF/subj. hodnocení:
Bod měření:	ART3	100-400 MHz	2.17 (velmi dobré/dobré)
Pozice antény:	AP1	400-1000 MHz	1.79 (velmi dobré/dobré)
Polarizace:	V		
			
Graf I: Ilustrační znázornění situace 		Graf II: Přímé porovnání dat 	
Graf III: Porovnání průběhů skrze BW_{5%} a jejich amplitudové obálky		Graf IV: Rozdíl amplitudových obálek porovnávaných průběhů	



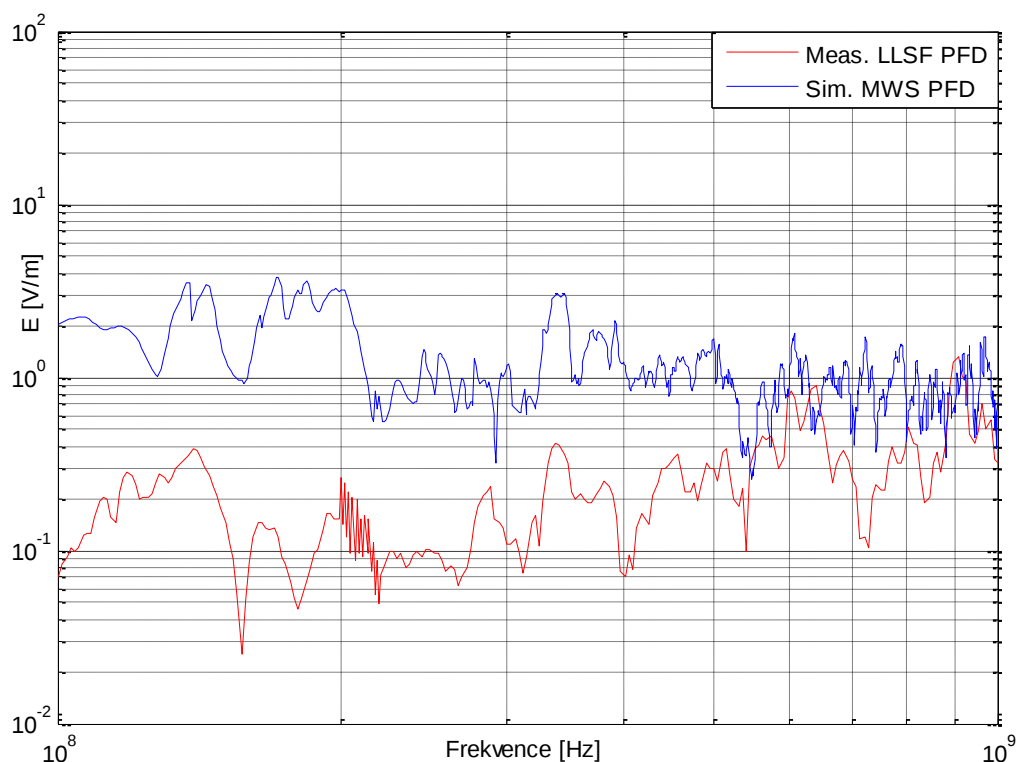
Graf P. 19.1 Porovnání výsledků zjištěného chování povrchových proudů v prostředích MWS a CONCEPT II pro pozici MC1 v případě ozáření rovinnou vlnou ze směru AP1 (úhel elevace 30°; polarizace zdroje: vertikální)



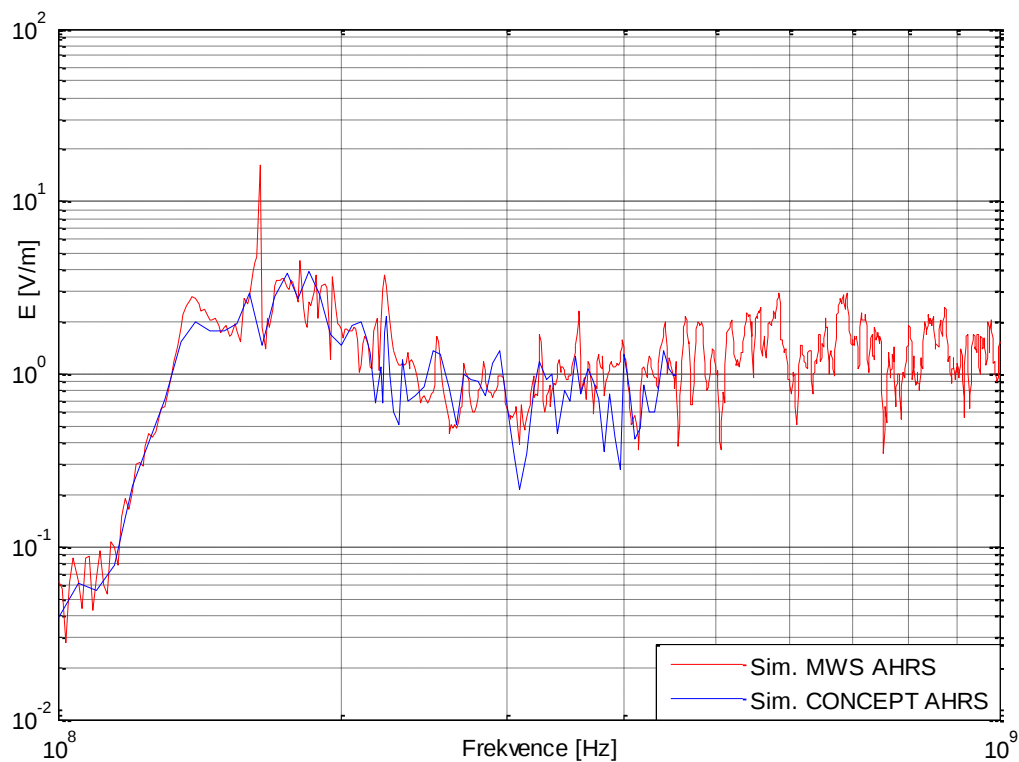
Graf P. 19.2 Porovnání výsledků zjištěného chování povrchových proudů v prostředích MWS a CONCEPT II pro pozici MC1 v případě ozáření rovinnou vlnou ze směru AP1 (úhel elevace 30°; polarizace zdroje: horizontální)



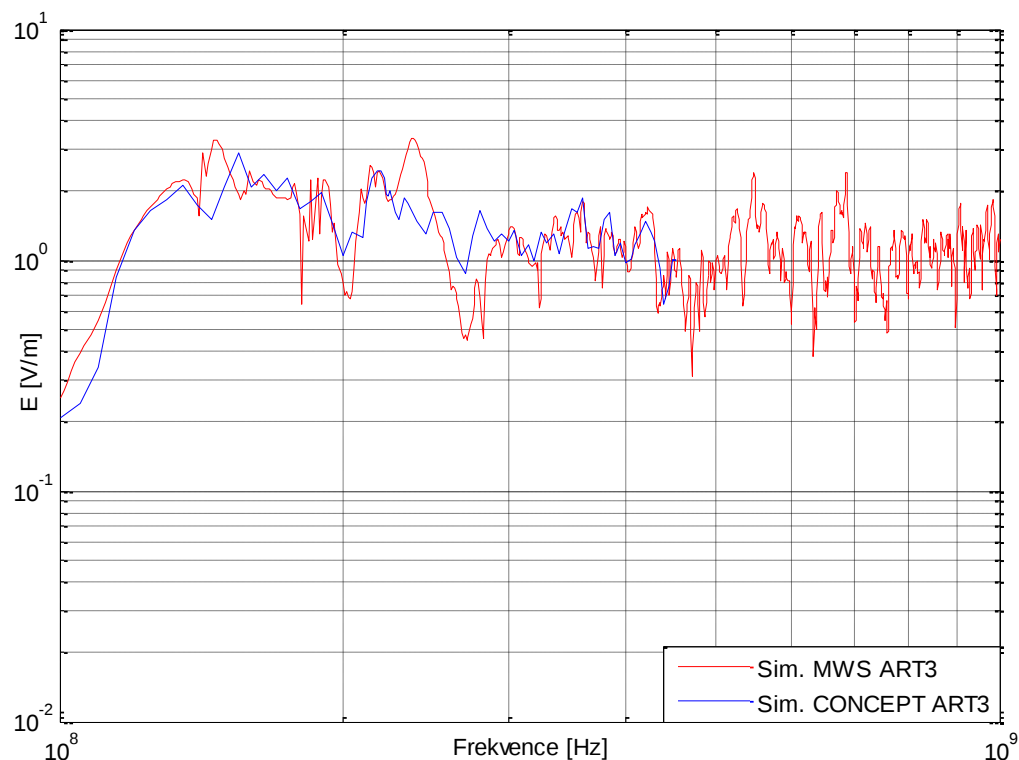
Graf P. 19.3 Porovnání zjištěného chování intenzity elektrického pole v prostředí MWS s výsledky měření pro pozici ADC v případě ozáření rovinovou vlnou ze směru AP1 (úhel elevace 10° ; polarizace zdroje: vertikální)



Graf P. 19.4 Porovnání zjištěného chování intenzity elektrického pole v prostředí MWS s výsledky měření pro pozici PFD v případě ozáření rovinovou vlnou ze směru AP1 (úhel elevace 10° ; polarizace zdroje: vertikální)



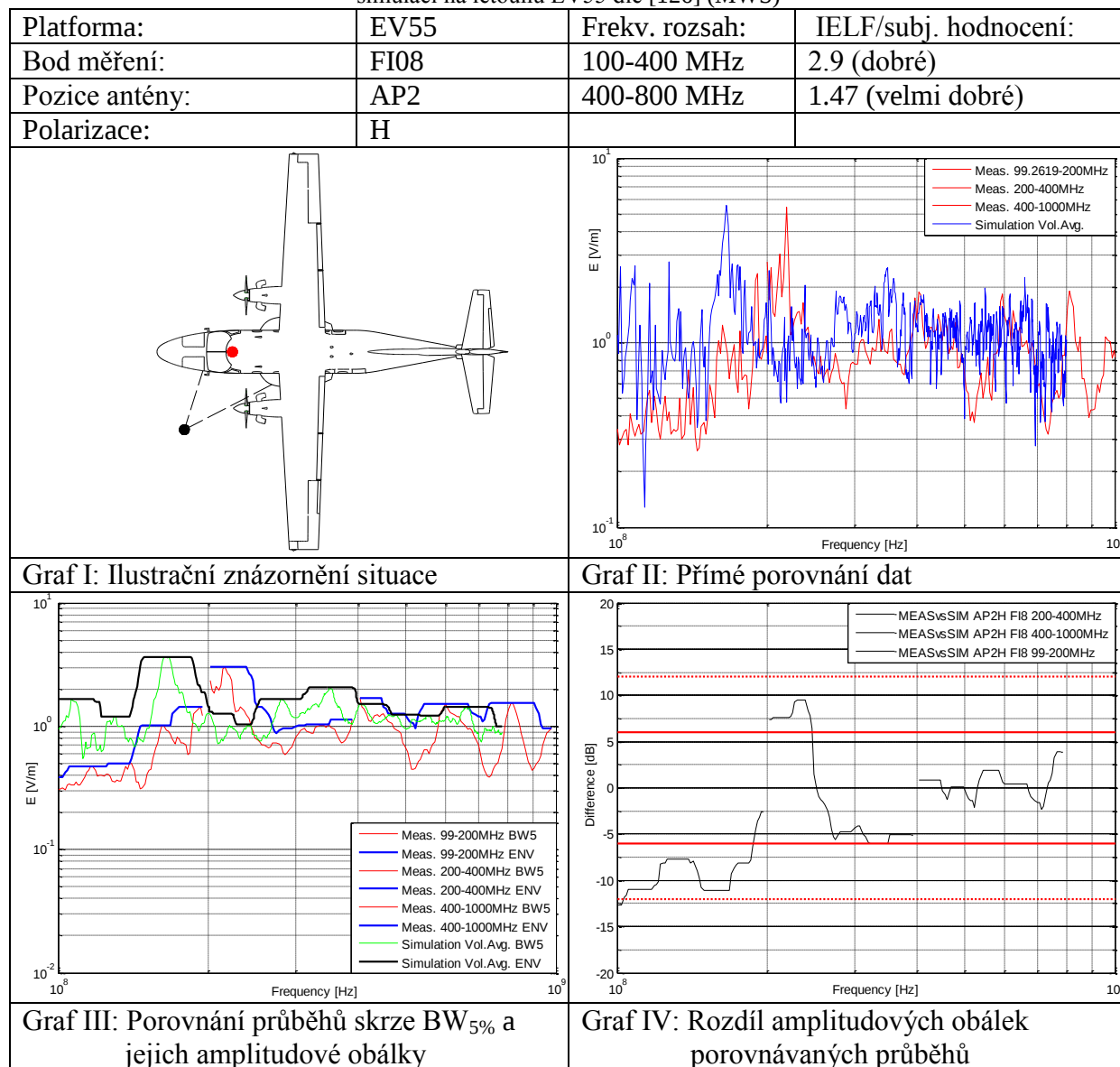
Graf P. 19.5 Porovnání výsledků zjištěného chování intenzit el. pole v prostředích MWS a CONCEPT II pro pozici AHRS v případě ozáření rovinnou vlnou ze směru AP1 (úhel elevace 30°; polarizace zdroje: vertikální)

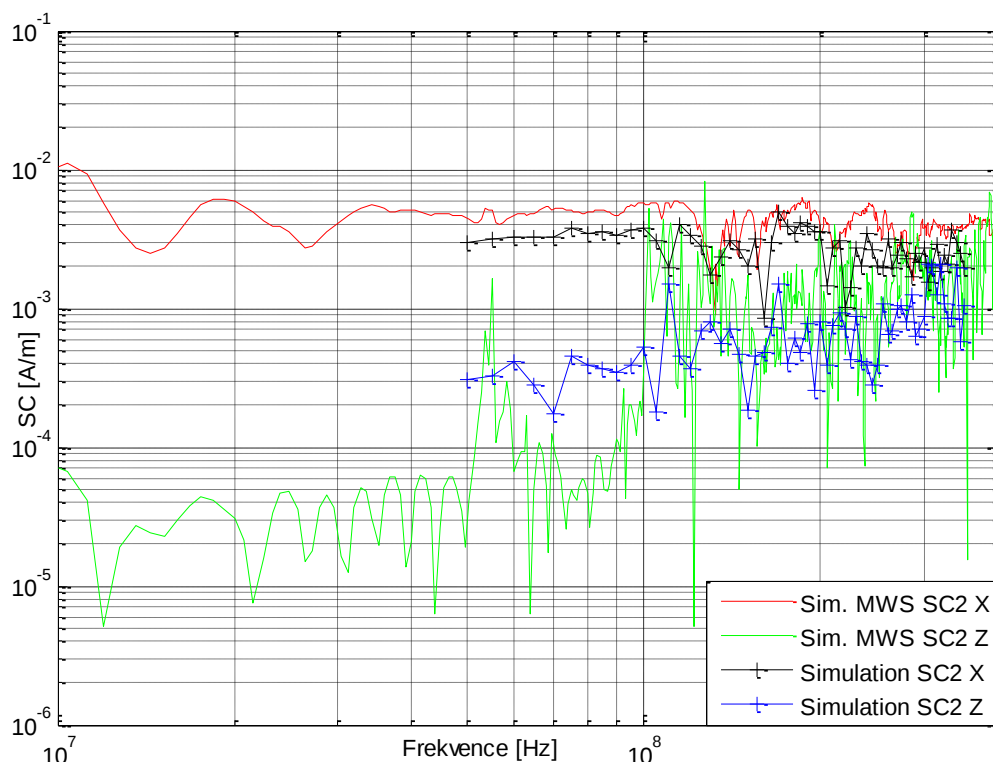


Graf P. 19.6 Porovnání výsledků zjištěného chování intenzit el. pole v prostředích MWS a CONCEPT II pro pozici ART3 v případě ozáření rovinnou vlnou ze směru AP1 (úhel elevace 30°; polarizace zdroje: vertikální)

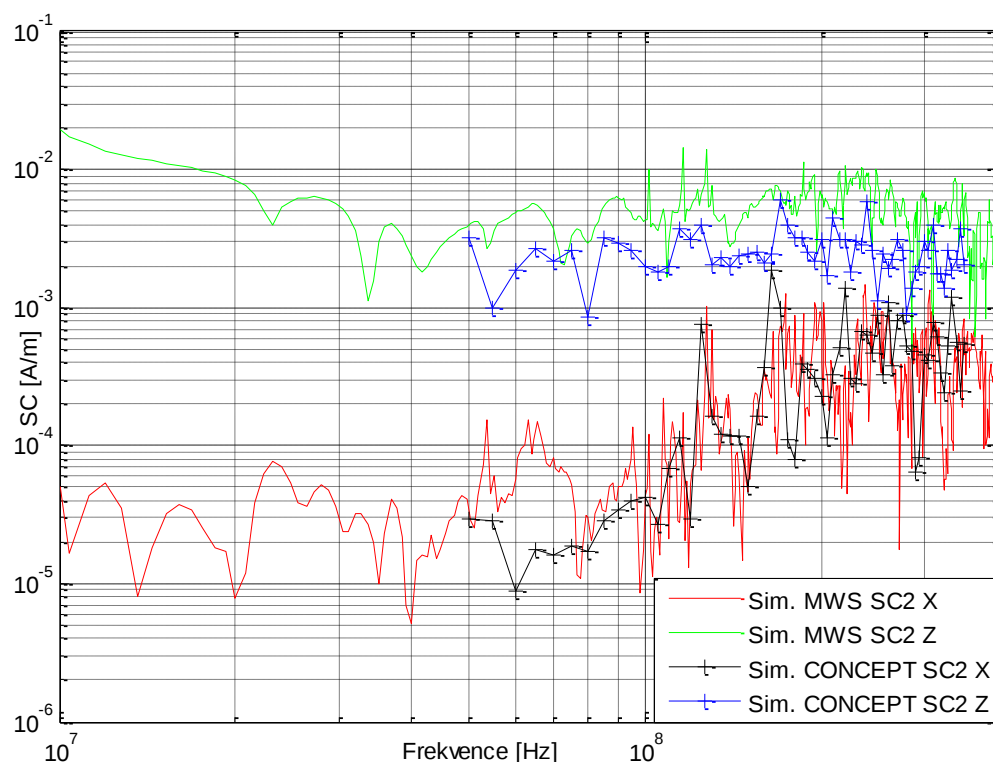
20 Příloha č. 20 Dodatekové ilustrační výsledky simulací letounu EV55

Tab. P. 20.1 Ilustrační ukázka celkového zhodnocení dosažené shody mezi získanými výsledky měření a simulací na letounu EV55 dle [126] (MWS)

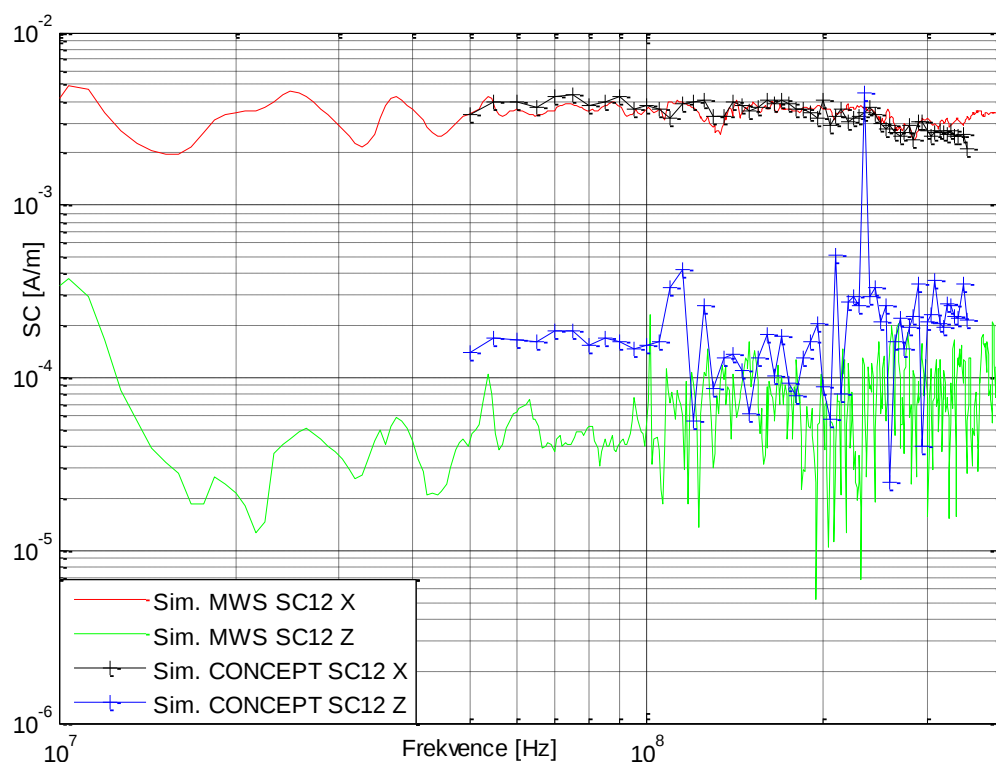




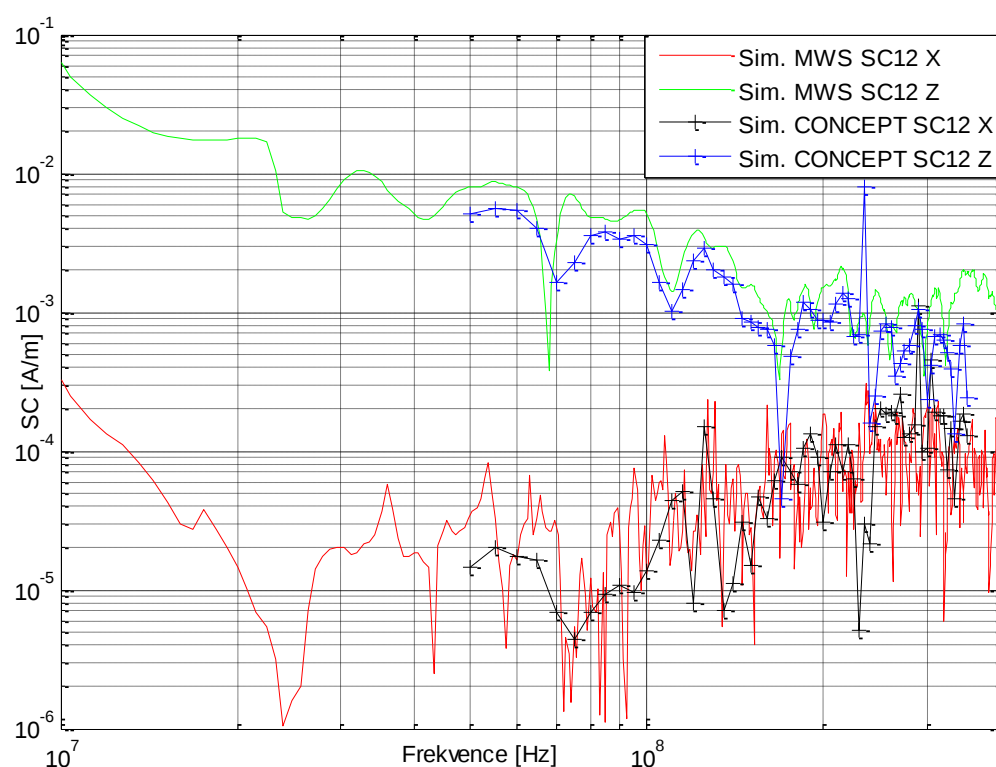
Graf P. 20.1 Porovnání výsledků zjištěného chování povrchových proudů v prostředích MWS a CONCEPT II pro pozici SC2 v případě ozáření rovinnou vlnou ze směru AP1 (úhel elevace 3°; polarizace zdroje: vertikální)



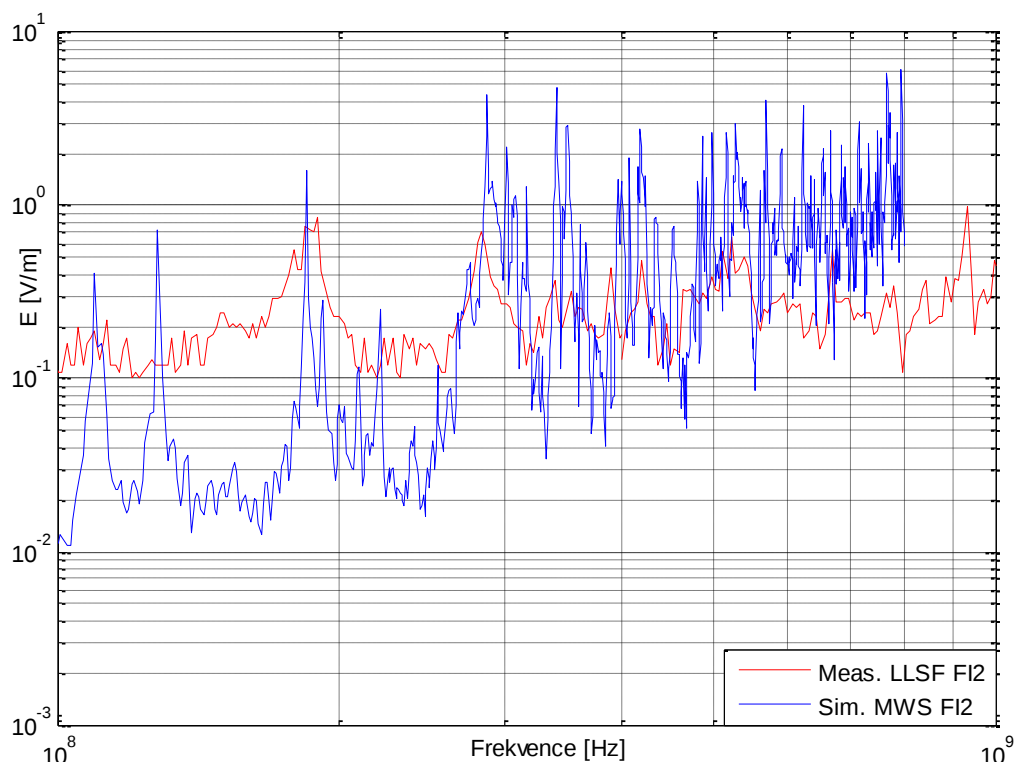
Graf P. 20.2 Porovnání výsledků zjištěného chování povrchových proudů v prostředích MWS a CONCEPT II pro pozici SC2 v případě ozáření rovinnou vlnou ze směru AP1 (úhel elevace 3°; polarizace zdroje: horizontální)



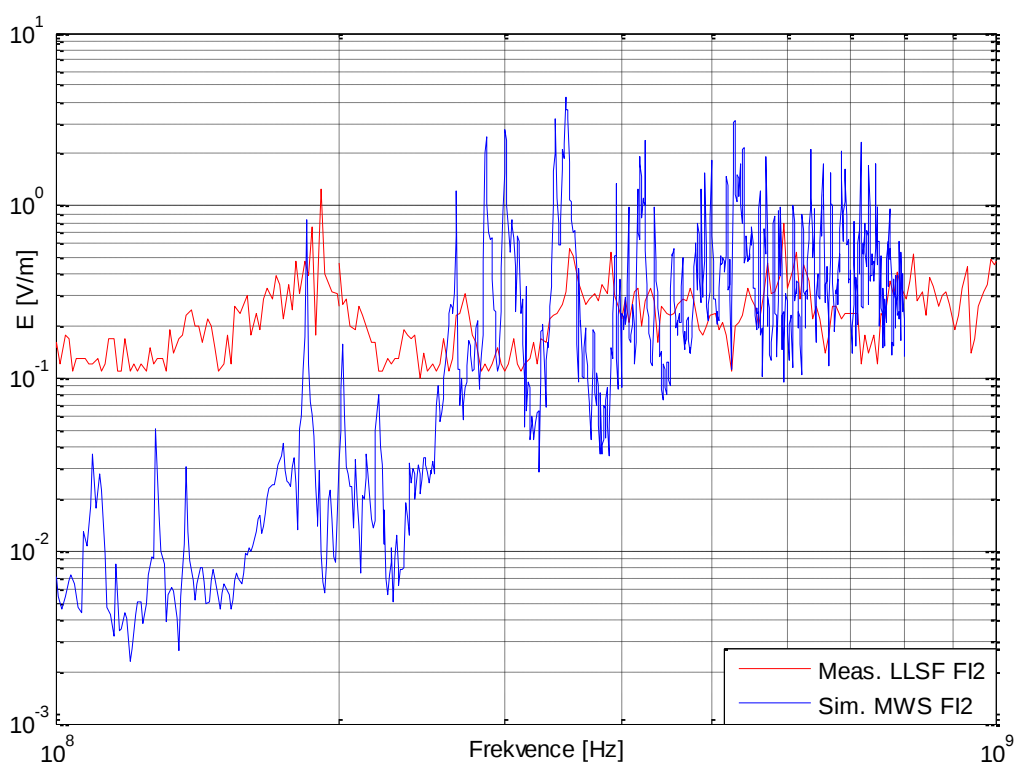
Graf P. 20.3 Porovnání výsledků zjištěného chování povrchových proudů v prostředích MWS a CONCEPT II pro pozici SC12 v případě ozáření rovinnou vlnou ze směru AP1 (úhel elevace 3° ; polarizace zdroje: vertikální)



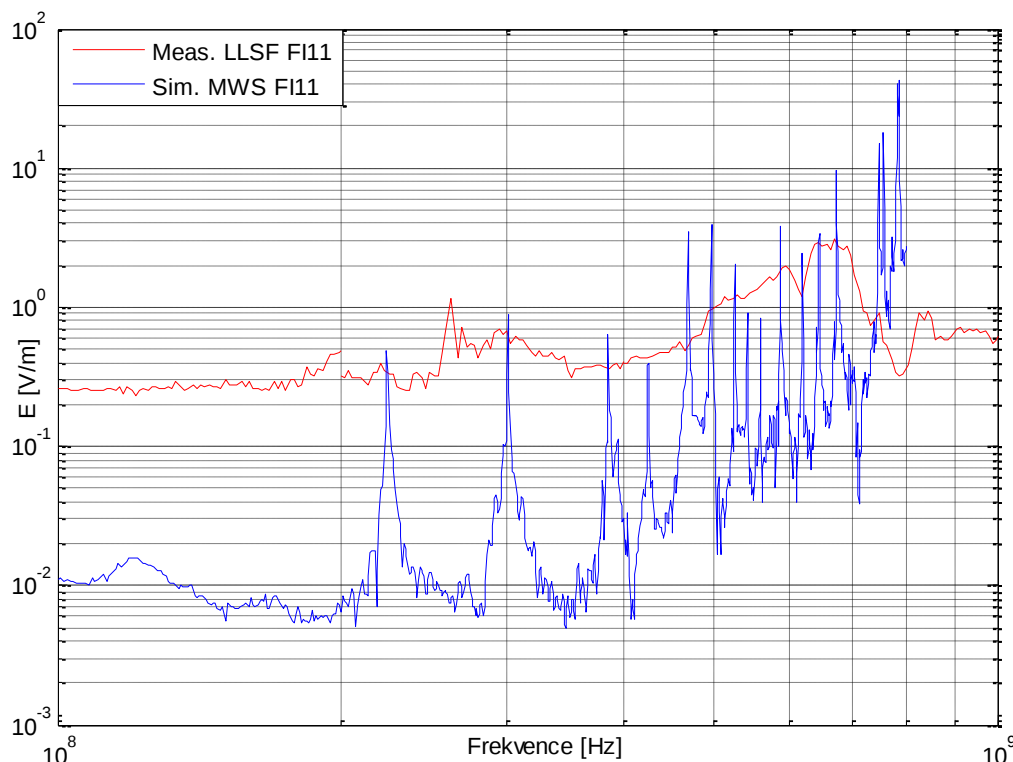
Graf P. 20.4 Porovnání výsledků zjištěného chování povrchových proudů v prostředích MWS a CONCEPT II pro pozici SC12 v případě ozáření rovinnou vlnou ze směru AP1 (úhel elevace 3° ; polarizace zdroje: horizontální)



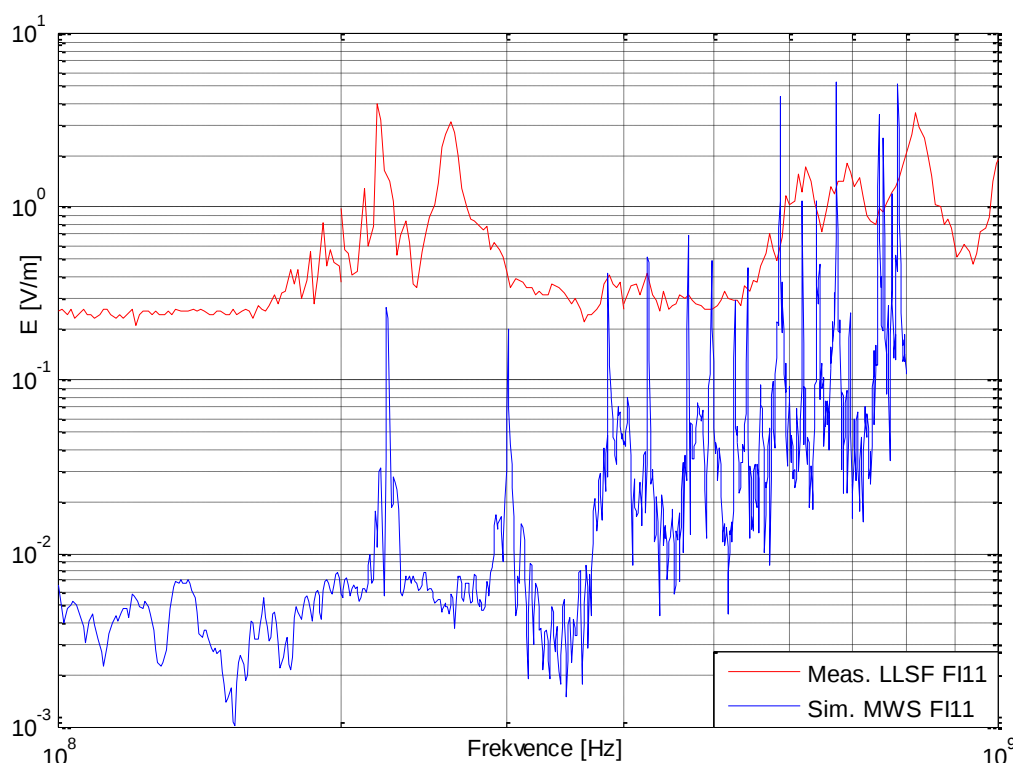
Graf P. 20.5 Porovnání zjištěného chování intenzity elektrického pole v prostředí MWS s výsledky měření pro pozici FI2 v případě ozáření rovinnou vlnou ze směru AP1 (úhel elevace 3° ; polarizace zdroje: vertikální)



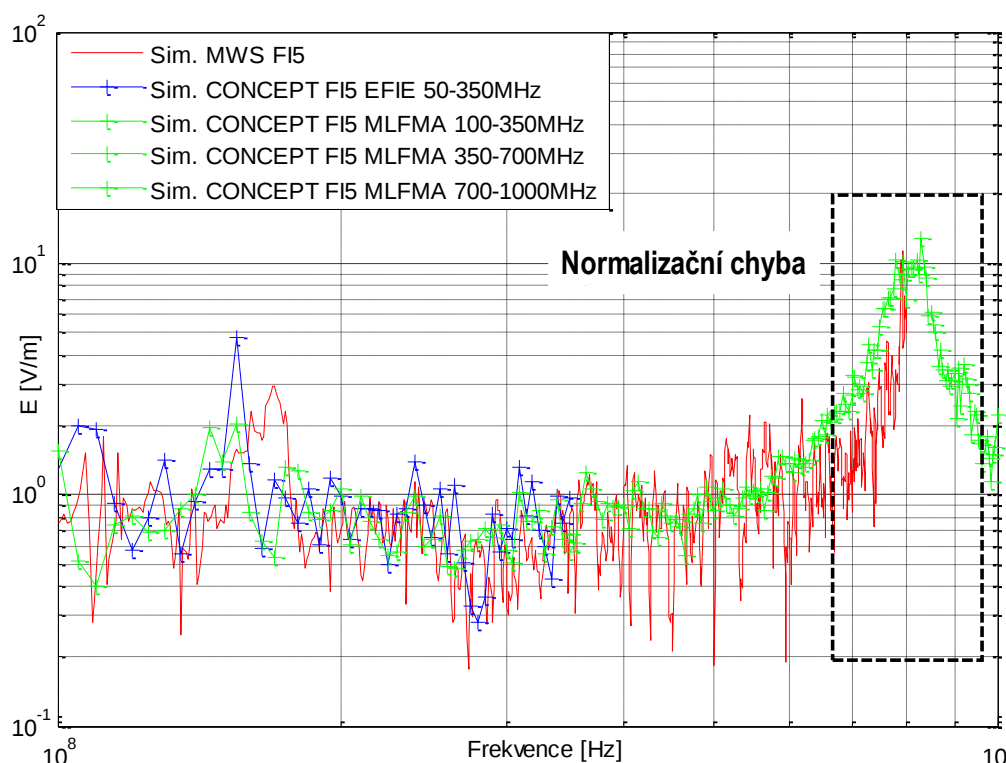
Graf P. 20.6 Porovnání zjištěného chování intenzity elektrického pole v prostředí MWS s výsledky měření pro pozici FI2 v případě ozáření rovinnou vlnou ze směru AP1 (úhel elevace 3° ; polarizace zdroje: horizontální)



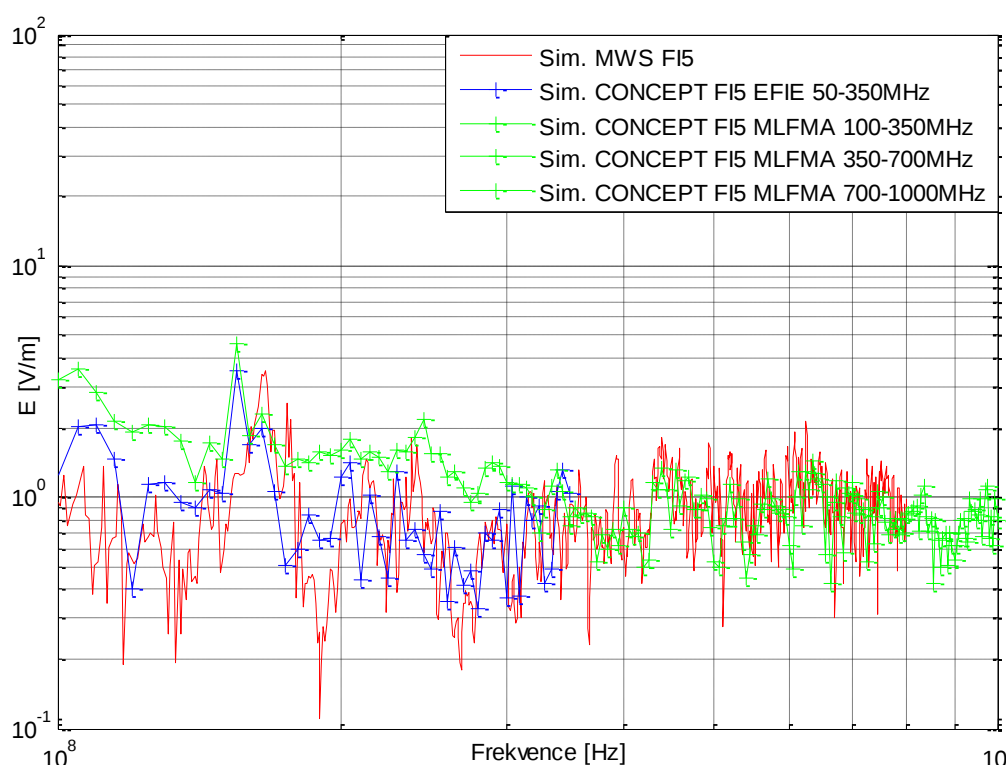
Graf P. 20.7 Porovnání zjištěného chování intenzity elektrického pole v prostředí MWS s výsledky měření pro pozici FI11 v případě ozáření rovinnou vlnou ze směru AP2 (úhel elevace 3°; polarizace zdroje: vertikální)



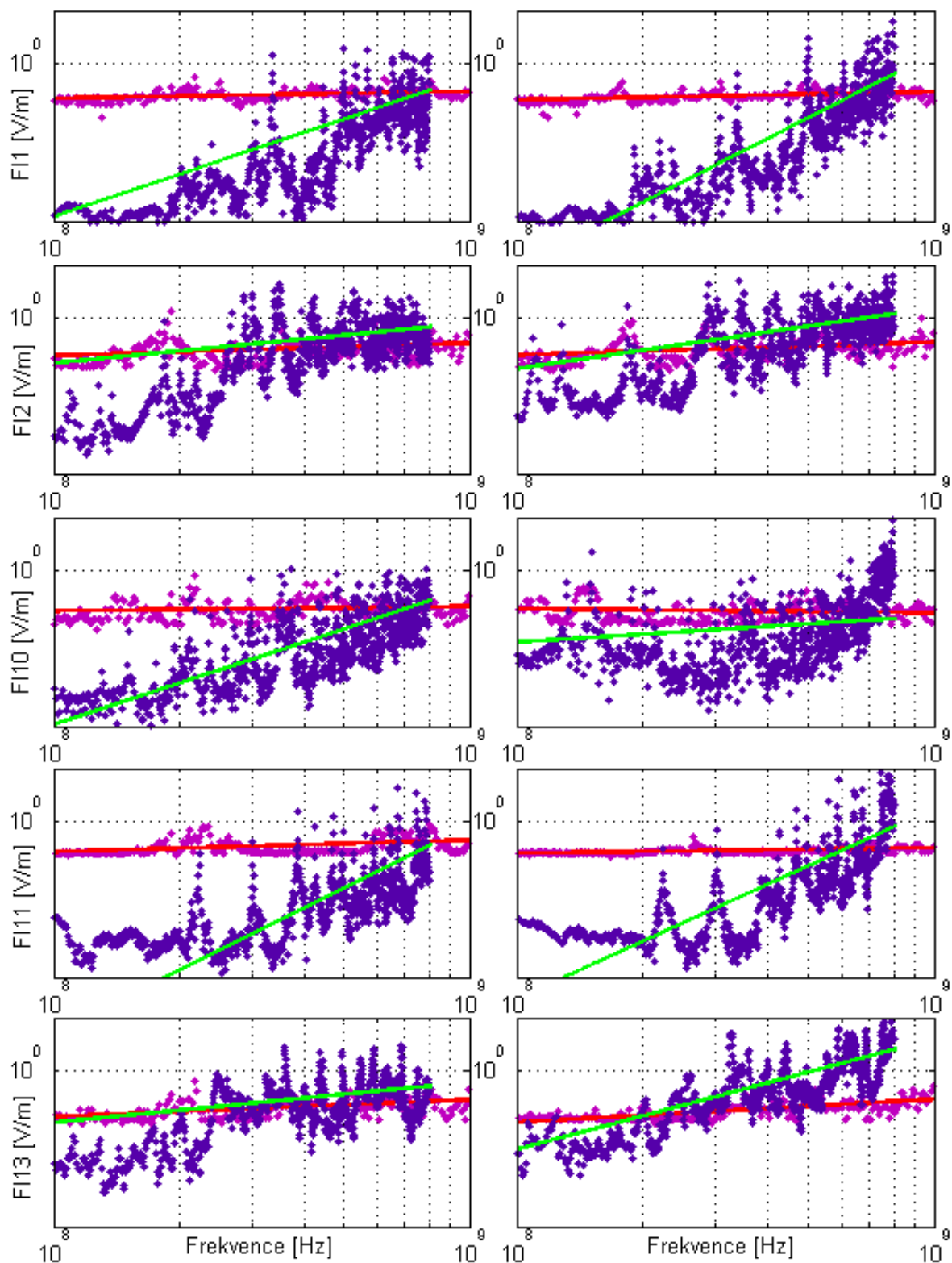
Graf P. 20.8 Porovnání zjištěného chování intenzity elektrického pole v prostředí MWS s výsledky měření pro pozici FI11 v případě ozáření rovinnou vlnou ze směru AP2 (úhel elevace 3°; polarizace zdroje: horizontální)



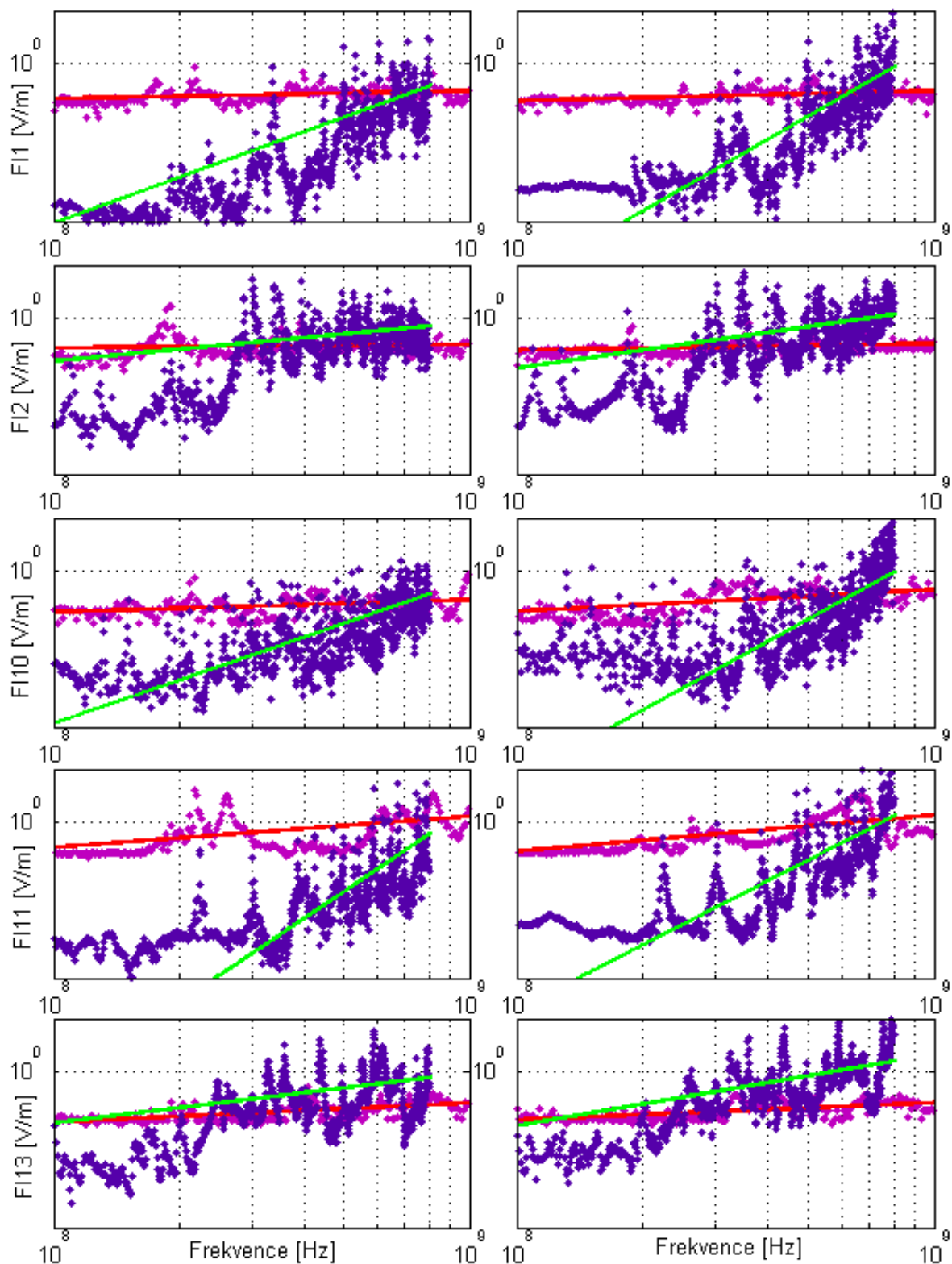
Graf P. 20.9 Porovnání výsledků zjištěného chování intenzit el. pole v prostředích MWS a CONCEPT II (EFIE, MLFMA) pro pozici FI5 při ozáření zdrojem ze směru AP2 (úhel elevace 3°; polarizace zdroje: vertikální)



Graf P. 20.10 Porovnání výsledků zjištěného chování intenzit el. pole v prostředích MWS a CONCEPT II (EFIE, MLFMA) pro pozici FI5 při ozáření zdrojem ze směru AP2 (úhel elevace 3°; polarizace zdroje: horizontální)



Graf P. 20.11 Porovnání chování změřených a simulovaných intenzit elektrického pole v oblastech F11, F12, F10, F11, F13 pro horizontálně (levý sloupec) a vertikálně (pravý sloupec) polarizovaný zdroj em pole ze směru AP1 (purpurová plná čára - měřená data; fialová čárkovaná čára - simulovaná data; červená plná čára - aprox. trend měřených dat; zelená plná čára - aprox. trend simulovaných dat; rozsah osy Y je 10^{-3} to 10^1 V/m).



Graf P. 20.12 Porovnání chování změřených a simulovaných intenzit elektrického pole v oblastech FI1, FI2, FI10, FI11, FI13 pro horizontálně (levý sloupec) a vertikálně (pravý sloupec) polarizovaný zdroj em. pole ze směru AP2 (purpurová plná čára - měřená data; fialová čárkovaná čára - simulovaná data; červená plná čára - aprox. trend měřených dat; zelená plná čára - aprox. trend simulovaných dat; rozsah osy Y je 10^{-3} to 10^1 V/m).