MOFINT

PROPAGATION MODELS FOR INTERFERENCE AND FREQUENCY COORDINATION ANALYSES

Czech Technical University in Prague
Faculty of Electrical Engineering
Department of Electromagnetic Field
Technicka 2 166 27 Praha 6
pechac.elmag.org

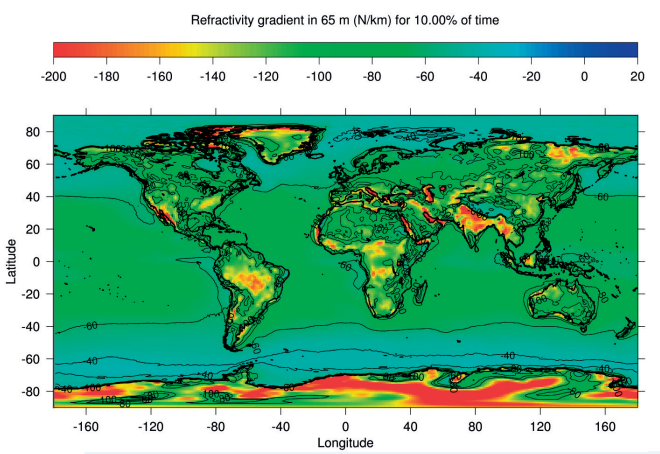
Project duration: 2012 to 2014
Project manager: Prof. Pavel Pechac
pechac@fel.cvut.cz

The consortium consists of two organizations: Department of Electromagnetic Field of the Faculty of Electrical Engineering at the Czech Technical University in Prague (CTU) and the Frequency Engineering Department of the Czech Metrology Institute (CMI). CTU brought to the consortium expertise in propagation modeling, diffraction experiments, and software implementation. CMI contributed with its experience in long term propagation and radiometeorological experiments and expertize in the area of terrestrial links and ITU-R recommendations. space technologies. Working closely with engineers from across Honeywell, new technologies created by our ATE organisation are developed for productionization and ultimately rolled out to the aerospace industry.

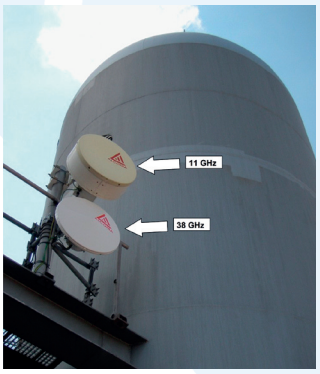
There were two main objectives of the project. The first one was to develop and experimentally validate propagation models and relevant input data for the statistical prediction of radio interference on ground terminals of satellite systems. The second one was to implement the models into a software tool.

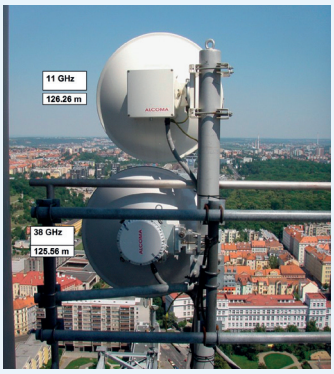
The propagation model development and validation was based on extensive measurement trials. The experimental campaign was carried out in summer 2012 at six frequencies to address diffraction propagation phenomena. The trials took place at seven selected representative locations. At each scenario, a number of transmitter and receiver height combinations were achieved using truck--mounted access platforms reaching up to 46 meters above the ground level. A sufficiently large dataset was obtained to be used for terrain diffraction model testing and development. In addition, long-term experimental measurements at the frequencies of 11 and 38 GHz were carried out on a 50 km long path. Five 11 GHz receiver antennas and a single 38 GHz antenna were located at different heights to investigate both line-of-sight propagation, as well as terrain diffraction, due to a single terrain obstacle. The datasets were used for the testing of the overall path loss prediction related to the interference statistical analysis. Together with the received signal levels, vertical profiles of air temperature, relative humidity and pressure were measured in one-minute intervals at the receiver site by means of corresponding sensors located at 19 heights up to 150 m above the ground level with an average spacing of about 7.5 m to investigate the refractivity distribution in the boundary layer.

As input data a new global radiometeorological database based on the ERA-Interim reanalysis database containing data from the last 33 years were derived. The results of the activity, the new models and algorithms, software tool and experimental datasets, can be used not only in the area of the satellite telecommunications, but also in interference planning of terrestrial, Earth observation, navigation, and deep space systems.



World map of surface refractivity quantile corresponding to 10% of time.





Antennas located on the TV Tower Prague.

What would you name as main benefits of the project to you and your company?

"I consider winning the project in a standard open competitive tender as a great success for our team. It allowed us to conduct interesting experiments and come up with valuable results which were submitted to ITU-R. We have gained advanced experience in the area of interference at radio frequencies and generally in doing business with ESA."

MOFINT

MODELY ŠÍŘENÍ RÁDIOVÝCH VLN PRO ANALÝZY RUŠENÍ A FREKVENČNÍ KOORDINACE

ČVUT v Praze
Fakulta elektrotechnická
Katedra elektromagnetického pole
Technická 2 166 27 Praha 6
pechac.elmag.org

Trvání projektu: 2012 až 2014
Vedoucí projektu: Prof. Pavel Pechač
pechac@fel.cvut.cz

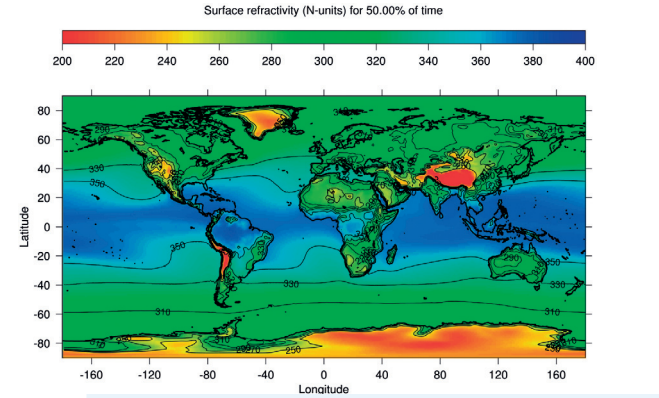
Řešitelské konsorcium tvoří dvě organizace – České vysoké učení technické v Praze (ČVUT) a Český metrologický institut (ČMI).
Výzkumný a řešitelský tým ČVUT se skládá z pracovníků Katedry elektromagnetického pole Elektrotechnické fakulty. ČMI je zastoupen skupinou výzkumných pracovníků z oddělení kmitočtového inženýrství. ČVUT přineslo do konsorcia znalosti v oblasti modelování šíření signálu a softwarovou implementaci. Český metrologický institut přispěl zkušenostmi s dlouhodobými radiometeorologickými experimenty a znalostmi z oblasti pozemních spojů a doporučení ITU-R.

Projekt měl dva hlavní cíle. Prvním bylo vyvinout a experimentálně ověřit modely šíření rádiových vln a odpovídající vstupní data pro statistickou predikci rušení rádiových signálů pozemních stanic družicových systémů. Druhým cílem byla implementace modelů do softwarového nástroje.

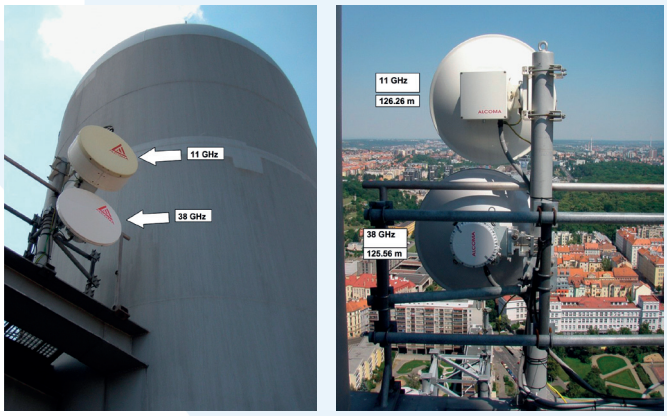
Vývoj modelů šíření a jejich ověření byly založeny na experimentálních měřeních. Série experimentů byla provedena v létě roku 2012 na šesti různých kmitočtech pro vertikální i horizontální polarizaci s cílem sledovat difrakční ztráty. Experimenty se konaly v sedmi různých reprezentativních situacích při výskytu jedné nebo více terénních překážek. V každém z experimentů byla vyzkoušena řada kombinací výškových rozdílů mezi vysílačem a přijímačem za použití měřicí základny umístěné na vysokozdvižné plošině o výšce až 46 metrů nad okolním terénem. Tímto způsobem byl získán dostatečně rozsáhlý datový soubor, který byl použit k vývoji a testování modelů difrakčních ztrát. Dále byla od roku 2012 prováděna dlouhodobá experimentální měření na frekvencích 11 a 38 GHz na vzdálenost 50 km. Pět antén přijímajících signál o kmitočtu 11 GHz bylo umístěných v různých výškách, aby mohlo být sledováno jak šíření na přímou viditelnost, tak vliv difrakce způsobené terénními překážkami.

K výzkumu vertikálního rozložení refraktivity ve spodní vrstvě troposféry byly spolu s přijatými signály měřeny v minutových intervalech také vertikální profily teploty vzduchu, relativní vlhkosti a tlaku, a to na straně přijímače za pomocí senzorů umístěných v devatenácti různých výškách až do 150 m nad terénem s průměrným rozestupem 7,5 m.

Mezi výsledky projektu patří příslušné modely a algoritmy šíření rušivých signálů, softwarový nástroj a experimentální soubor dat, které mohou být použity nejen v oblasti družicových telekomunikací, ale i v oblastech vyhodnocování rušení v systémech pozemních, dálkového průzkumu Země, navigačních a průzkumných meziplanetárních sond.



Mapa povrchové odrazivosti v kvantilu odpovídajícím 50% času.



Antény umístěné na televizním vysílači v Praze na Žižkově.

Co vám účast v projektu přinesla?

„Skutečnost, že jsme uspěli ve standardní otevřené soutěži a projekt získali, hodnotním jako veliký úspěch našeho kolektivu. Umožnilo nám to realizovat řadu experimentů, ze kterých vyplynulo množství významných závěrů, které byly předány k dalšímu zpracování ITU-R. Získali jsme nové znalosti a zkušenosti v oblasti interferencí rádiových signálů a všeobecně v jednáních a interakci s ESA."