

Študijný program / *Study programme:*

Meteorológia a klimatológia / *Meteorology and Climatology*

Témy dizertačných prác

1. Analýza citlivosti chemicko-transportného modelu na vstupné parametre pre potreby hodnotenia kvality ovzdušia na Slovensku.....2
2. Modelovanie difúzneho žiarenia na heterogénnom zemskom povrchu v podmienkach potrhanej oblačnosti.....5
3. Multisenzorové kvantitatívne odhady úhrnov zrážok s vysokou kvalitou a rozlíšením..... 7
4. Vplyv mikrofyziky aerosólu na žiaru okoloslnečnej zóny..... 9

Dissertation Thesis Descriptions

1. Intense circumsolar brightness due to aerosol microphysics..... 9
2. Modeling diffuse tilted irradiance under broken cloud arrays..... 5
3. Multisensor high-quality and high-resolution quantitative precipitation estimates..... 7
4. Sensitivity analysis of the chemical-transport model on input parameters for the purpose of the air quality assessment in Slovakia..... 2

Študijný program / *Study programme:*

Meteorológia a klimatológia / *Meteorology and Climatology*

Názov / *Title*

Analýza citlivosti chemicko-transportného modelu na vstupné parametre pre potreby hodnotenia kvality ovzdušia na Slovensku

Sensitivity analysis of the chemical-transport model on input parameters for the purpose of the air quality assessment in Slovakia

Jazyk záverečnej práce / *Language of Thesis*

slovenský / *Slovak*

Školiteľ / *Tutor*

RNDr. Pavel Šťastný, CSc.

Konzultant / *Consultant*

Mgr. Dušan Štefánik, PhD.

Konzultant / *Consultant*

Mgr. Jana Krajčovičová, PhD.

Konzultant / *Consultant*

doc. RNDr. Martin Gera, PhD.

Anotácia / *Annotation*

Chemicko-transportné modely nám umožňujú poznať skutočný stav kvality ovzdušia, t.j. poznať priestorové rozloženie koncentrácií znečisťujúcich látok na regionálnych - celorepublikových územiach. Okrem toho môžu slúžiť na predpovedanie smogových situácií, na posudzovanie vplyvov znižovania emisií na kvalitu ovzdušia a na určenie zdrojov znečisťovania. V súčasnosti sa na SHMÚ používa americký model CMAQ vyvíjaný americkou agentúrou pre ochranu životného prostredia EPA. Aby bol model hodnoverný, treba používať čo najpresnejšie vstupné meteorologické, emisné a geografické údaje. V rámci tejto dizertačnej práce sa bude analyzovať citlivosť chemicko-transportného modelu na vstupné údaje. Medzi priority patrí skúmanie vplyvov meteorologických parametrov, rozvrstvenie vertikálnych hladín, vplyv okrajových podmienok, časové a priestorové rozloženie emisií. Výstupom tejto práce bude spresnená mapa koncentrácií hlavných znečisťujúcich látok na území SR a spoľahlivé určenie príčin a zdrojov prispievajúcich k zlej kvalite ovzdušia SR. Harmonogram štúdia: 1.rok štúdia 1.9.2020-31.8.2021: Štúdium odbornej literatúry, výber a inštalácia chemicko-transportného (CTM) modelu (pravdepodobne americký CMAQ alebo európsky CHIMERE, podľa potreby práce, hlavne s ohľadom na dostupnosť vstupných dát z globálneho modelu), konfigurácia domény. Spolupráca a zdokonaľovanie emisného procesoru emPY pre prípravu emisných vstupov do modelu. Príprava antropogénnych emisií pre vybraný referenčný rok. Konfigurácia potrebných meteorologických a geografických polí pre výpočet emisií počítaných v rámci CTM modelu ako sú: biogénne emisie, morské soli, prašnosť na poliach. Analyzovanie, prípadne príprava meteorologických vstupov pomocou modelu WRF alebo ALADIN. Spustenie CTM modelu pre referenčný rok. Validácia modelových výstupov. Prezentácia výsledkov na domácich vedeckých a študentských konferenciách. 2.rok štúdia 1.9.2021-31.8.2022: Analýza citlivosti modelu na vstupné parametre – meteorologické a emisné polia, okrajové a počiatočné podmienky pomocou DDM metódy. Ansámblové modelovanie. Analýza procesov – kvantifikovanie príspevkov jednotlivých fyzikálnych a chemických procesov ku zmene koncentrácie v bunke mriežky. Prezentácia výsledkov na medzinárodnej vedeckej konferencii. Príprava vedeckého článku v impaktovanom časopise. 3.rok štúdia 1.9.2022-31.8.2023: Porovnanie viacerých prístupov pre určenie príspevkov zdrojov znečistenia – metóda nízkeho zníženia emisií, metóda vysokého zníženia emisií, metóda

označenia emisií. Určenie nelinearity modelu pre konkrétnu znečisťujúcu látku. 4.rok štúdia 1.9.2023-31.8.2024: Tvorba softvéru na výpočet okrajových podmienok z globálneho modelu (napr. CAMS), ktorý by sa dal využiť v operatívnej prevádzke. Mapovanie chemických látok z globálneho modelu na chemické látky používané v regionálnom modeli. Analyzovanie vplyvu zvoleného mapovania na koncentrácie v doméne. Prezentácia výsledkov na medzinárodnej vedeckej konferencii. Príprava vedeckého článku v impaktovanom časopise.

Chemical-transport models provide us with the knowledge of the real state of the air quality, i.e. the knowledge of the spatial distribution of the pollutant concentrations on regional – nationwide scales. They can also be used for prediction of the smog situations, assessment of the emission reduction measures on the air quality and for the emission source apportionment. The CMAQ model, developed by the United States Environmental Protection Agency (EPA) is currently in operation at SHMÚ. To ensure the credibility of the model the simulation must be provided with precise meteorological, geographical and emission input data. In this dissertation, the sensitivity of the chemical-transport model on the initial data will be analyzed. The high priority tasks include the study of influence of the meteorological parameters, boundary conditions, stratification of the vertical model layers and the temporal and spatial emission distribution on the model output. The outcomes of the thesis will be detailed concentration maps of the most adverse pollutants in Slovakia and a credible assignment of the causes and sources contributing to the bad air quality in Slovakia. Study timeline: 1st year: 1st September 2020 – 31st August 2021: Study of the specialized literature, selection and installation of the chemical-transport model (CTM) (most likely the American CMAQ model or the European CHIMERE model - the decision depends on the requirements of the work and availability of the input data from the global model), configuration of the domain. Participation in the developing and refinement of the emPY emission processor, which prepares the emission inputs for the CTM. Preparation of the anthropogenic emissions for a selected reference year. Configuration of the meteorological and geographical fields required for the emission computation in the CTM, such as biogenic emissions, sea salts, and agricultural dust. Analysis or preparation of the meteorological inputs using the WRF or the ALADIN models. Simulation of the reference year in the CTM. Validation of the model outputs. Presentation of the results at local scientific and student conferences. 2nd year: 1st September 2021 – 31st August 2022: Sensitivity analysis of the model on the input parameters – meteorological and emission fields, boundary and initial conditions using the DDM method. Ensemble modelling. Analysis of processes – quantification of the physical and chemical processes contribution to the concentration change in the grid cell. Presentation of the results at an international conference. Preparation of a scientific article for an impact journal. 3rd year: 1st September 2022 – 31st August 2023: Comparison of multiple approaches for the assessment of contributions of the emission sources – low and high emission reduction impacts methods, mass-transfer tagging method. Determination of the model nonlinearity for a specific pollutant. 4th year: 1st September 2023 – 31st August 2024: Preparation of a software for computation of the boundary conditions from a global model (e.g. CAMS model) for possible operational use. Mapping of chemical substances from a global model on chemical substances used in a regional model. Analysis of influence of the selected mapping method on pollutant concentrations in the domain. Presentation of the results at an international conference. Preparation of a scientific article in an impact journal.

Cieľ / Aim

Úlohou dizertačnej práce je vylepšiť výsledky chemicko-transportného modelovania pre regionálne hodnotenie kvality ovzdušia na Slovensku testovaním citlivosti chemicko-transportného modelu na vstupné údaje. Výstupy a ciele práce sú nasledovné: 1. Analýza vplyvu fyzikálnych a chemických procesov na koncentrácie znečisťujúcich látok. 2. Prispieť k spoľahlivejšiemu určeniu príčin a zdrojov spôsobujúcich zlé kvalitu ovzdušia v SR. 3. Vývoj viacerých algoritmov na validáciu modelových výstupov a prípravu vstupných parametrov. 4. Tvorba procesoru na tvorbu

okrajových podmienok z globálneho modelu. 5. Ďalší vývoj a zdokonaľovanie emisného procesoru emPY, ktorého základná verzia bola vyvinutá na SHMÚ. 6. Vytvorenie mapy priestorového rozloženia koncentrácií znečisťujúcich látok na území Slovenska získanej na základe najnovších vedeckých postupov v modelovaní a príprave vstupných dát. Výsledky citlivostných analýz a ostatných výstupov práce by mali byť publikované v impaktovaných časopisoch a prezentované na prestížnych zahraničných konferenciách.

The purpose of the dissertation is to improve the results of chemical-transport modelling for regional air quality assessment in Slovakia by the sensitivity analysis of the chemical-transport model on the input data. The outcome and the goals of the work are the following: 1. Analysis of influence of the physical and chemical processes on the concentrations of the pollutants. 2. Improving the credibility of the assessment of the causes and sources producing the bad air quality in Slovakia. 3. Development of several algorithms for validation of the model outputs and preparation of the input parameters. 4. Preparation of the processor for the computation of the boundary conditions from a global model. 5. Further development and refinement of the emPY emission processor, which was originally developed at SHMÚ. 6. Creation of a map of a spatial distribution of pollutant concentrations in Slovakia using the latest scientific methods in modelling and preparation of the input data. The results of the sensitivity analyses and other outcomes should be published in impact journals and presented at prestige international conferences.

Literatúra / Literature

CMAQv5.2 Operational Guidance Document <https://www.cmascenter.org/cmaq/>, 2017 Jan Horálek, Bruce Denby, Peter de Smet, Frank de Leeuw, Pavel Kurfürst, Rob Swart, Twan van Noije: Spatial mapping of air quality for European scale assessment, ETC/ACC Technical Paper 2006/6 P.Thunis et al. Source apportionment to support air quality planning: Strengths and weaknesses of existing approaches, Environment International Volume 130, September 2019, 104825 Cohan, D.S., & Napelenok, S.L. (2011). Air Quality Response Modeling for Decision Support. Atmosphere, 2(3), 407-425. doi: 10.3390/atmos2030407 Napelenok, S.L., Cohan, D.S., Odman, M.T., & Tonse, S. (2008). Extension and evaluation of sensitivity analysis capabilities in a photochemical model. Environmental Modelling & Software, 23(8), 994-999. doi: 10.1016/j.envsoft.2007.11.004 Gipson, G.L. (1999). Chapter 16: Process analysis. In science algorithms of the EPA models-3 Community Multiscale Air Quality (CMAQ) Modeling System. EPA/600/R-99/030. Jeffries, H. E., & Tonnesen, S. (1994). A comparison of two photochemical reaction mechanisms using mass balance and process analysis. Atmos. Env., 28(18), 2991-3003.

Kľúčové slová / Keywords

Chemicko-transportný model, koncentrácie znečisťujúcich látok, emisie, určovanie zdrojov znečistenia, okrajové podmienky, analýza citlivosti

Chemical-transport model, pollutant concentrations, emissions, source apportionment, boundary conditions, sensitivity analysis

Študijný program / *Study programme:*

Meteorológia a klimatológia / *Meteorology and Climatology*

Názov / *Title*

Modelovanie difúzneho žiarenia na heterogénnom zemskom povrchu v podmienkach potrhanej oblačnosti

Modeling diffuse tilted irradiance under broken cloud arrays

Jazyk záverečnej práce / *Language of Thesis*

slovenský / *Slovak*

Školiteľ / *Tutor*

Mgr. Miroslav Kocifaj, PhD.

Anotácia / *Annotation*

Fyzika prenosu krátkovlnného žiarenia v atmosfére je nevyhnutná pre modelovanie radiačnej bilancie, fotosynteticky aktívneho žiarenia na povrchu ako aj dostupnosti žiarivej energie na rôzne orientovaných naklonených povrchoch. Okrem zrejmych konzekvencií v meteorológii je modelovanie poľa difúzneho žiarenia principiálne dôležité pre fotovoltaiiku, predovšetkým za oblačných dní, ale aj pri nižších hodnotách pokrytia oblohy oblakmi v prípade, že výška slnka je relatívne nízka. Potrhaná oblačnosť významne mení priestorovú štruktúru poľa difúzneho žiarenia. Izolované oblaky v okolí slnka znižujú inak intenzívnu žiaru oblohy a preto sa tieto oblaky javia tmavšie, zatiaľčo oblaky v protiahlom kvadrante oblohy môžu zvyšovať žiaru inak tmavšej oblohy. Z dôvodu viacnázobného rozptylu elektromagnetického žiarenia sa navyše priestorové prerozdelenie žiarivej energie mení. Zohľadnenie uvedených efektov výrazne zvýši presnosť súčasných modelov používaných pri predpovedi dostupnosti viditeľného žiarenia na zemskom povrchu.

Cieľ / *Aim*

1. Modelovať pole difúzneho žiarenia v závislosti od aerosólovej substancie vzduchovej hmoty. Preveriť dôležitosť optických parametrov aerosólu (ako sú optická hrúbka, parameter asymetrie a albedo jednoduchého rozptylu) na spektrálnu žiaru čiastočne zamračenej oblohy s náhodným priestorovým usporiadaním oblakov. 2. Identifikovať vplyv a) pokrytia oblohy oblačnosťou, b) charakteristického horizontálneho rozmeru oblakov, c) výšky spodnej hranice oblakov a d) odrazivosti oblakov na hustotu toku difúzneho žiarenia na zemskom povrchu 3. Modelovať hustotu toku difúzneho a priameho žiarenia na nehorizontálne orientovanej rovine. 4. Identifikovať píkove hodnoty ožiarenia a interpretovať získané výsledky.

Literatúra / *Literature*

Doporučená literatúra: • Lenoble J. (1985). Radiative transfer in scattering and absorbing atmospheres: Standard computational procedures. A. Deepak publishing: Hampton. • Van de Hulst, H.C. (1980). Multiple Light Scattering Tables, Formulas and Applications. Academic Press: Cambridge, MA, USA, Volume 1–2. • Bohren C. F., Huffman D. R. (2004): Absorption and Scattering of Light by Small Particles. Wiley-VCH: Weinheim. • Kocifaj M. (2012). Angular distribution of scattered radiation under broken cloud arrays: An approximation of successive orders of scattering. Sol. Energy, 86, 3575–3586. • Kocifaj M. (2015). Unified model of radiance patterns under arbitrary sky conditions. Sol. Energy, 115, 40–51. • Liou K. N. (2002). An Introduction to Atmospheric Radiation. Academic Press: Amsterdam. • McCartney E. J. (1977). Optics of the atmosphere. John Wiley & Sons: Chichester. • Marshak A., Davis A. (2005). 3D Radiative Transfer in Cloudy Atmospheres. Springer: Berlin, Heidelberg, New York. • Thomas G. E., Stamnes K. (1999). Radiative transfer in the atmosphere and ocean. Cambridge University Press: Cambridge, UK. • Zuev V. E., Titov G. A. (1996). Atmospheric Optics and Climate. Spektr: Tomsk.

Poznámka / Comment

Prínosy dizertačnej práce: 1. Vytvorenie pilotného modelu difúzneho žiarenia na zemskom povrchu ako funkcie mikrofyzikálnych parametrov aerosólu a niektorých fyzikálnych parametrov oblakov v podmienkach potrhanej oblačnosti. 2. Pochopenie súvislostí medzi píkovými hodnotami difúzneho žiarenia na rôzne orientovaných povrchoch a základnými parametrami lokálnej atmosféry. 3. Interdisciplinarita: potenciálne aplikovanie výsledkov v iných vedných oblastiach, ako je optika, aerosólová fyzika, fotovoltika, príspevok k tvorbe globálnych modelov dostupnosti fotosynteticky aktívneho žiarenia v rôznych teritóriách (zapojenie sa do medzinárodných výskumných štruktúr zaoberajúcich sa slnečným žiarením, napr. spolupráca so Solar Consulting Services).

Kľúčové slová / Keywords

difúzne žiarenie, potrhaná oblačnosť, rozptyl viditeľného žiarenia, viacnásobný rozptyl, optika aerosólu a oblakov

Študijný program / *Study programme:*

Meteorológia a klimatológia / *Meteorology and Climatology*

Názov / *Title*

Multisenzorové kvantitatívne odhady úhrnov zrážok s vysokou kvalitou a rozlíšením
Multisensor high-quality and high-resolution quantitative precipitation estimates

Jazyk záverečnej práce / *Language of Thesis*

anglický / *English*

Školiteľ / *Tutor*

prof. RNDr. Milan Lapin, CSc.

Konzultant / *Consultant*

RNDr. Juraj Bartok, PhD.

Anotácia / *Annotation*

Úhrn zrážok je jednou z najdôležitejších meteorologických veličín s veľkým vplyvom na ľudské aktivity a ekosystémy. Dobré kvantitatívne odhady úhrnov zrážok (QPE – quantitative precipitation estimates) sú kľúčovou súčasťou mnohých hydrologických a meteorologických aplikácií. Veľká variabilita a obmedzené pokrytie a presnosť pozorovaní predstavujú veľkú výzvu pre presnosť QPE. V minulosti bolo vyvinutých niekoľko metód na zlúčenie rôznych typov merania úhrnu zrážok. Žiadna nebola medzinárodne prijatá ako štandard používaný meteorologickými službami. Hoci všeobecné princípy sú bežné, vysoko kvalitné QPE je špecifická výskumná úloha pre každé nastavenie a podnebie. Dva najdôležitejšie vstupy sú produkty radarového merania, ktoré majú dobré priestorové pokrytie, ale obmedzenú presnosť a presnejšie bodové údaje zo zrážkomerov s obmedzenou priestorovou reprezentatívnosťou. Ďalšie využiteľné údaje sú satelitné snímky a modelové analýzy. Medzi dostupné metódy spracovania patria lineárne modely, kriging, prelinané s numerickými predpoveďami kvantitatívnych úhrnov zrážok a ďalšie. Práca bude zahŕňať vývoj najvhodnejšej metódy pre vybraný región.

Precipitation is one of the most important weather parameters with high impact on human activities and ecosystems. Good quantitative precipitation estimates (QPE) are a key component of many hydrological and meteorological applications. The small-scale variability of precipitation and the limited coverage and accuracy of observations pose a major challenge to the QPE precision. Several methods were developed in the past for merging different types of precipitation measurement. No one was adopted internationally as a standard to be used by meteorological services. Although the general principles are common, high quality QPE is a specific research task for each setup and climate. Two most important inputs are radar remote sensing products that have good spatial coverage but limited precision and more precise point data from precipitation gauges, but with limited spatial representativeness. Additional utilizable data are satellite images and model analyses. The possible processing methods are linear models, kriging, blending with numerical weather prediction quantitative precipitation forecasts and others. The work will include development of most suitable method for the region selected.

Cieľ / *Aim*

Cieľom práce je vyvinúť presné a plynulé QPE s vysokým rozlíšením a pripraviť porovnanie kvality odhadov úhrnov zrážok medzi použitými a vyvinutými metódami. Dôležitým výsledkom bude aj kvantifikácia neistoty spojenej s odhadmi úhrnov zrážok, ktorá sa neskôr šíri do predpovedí počasia a modelovania záplav.

The goal of this work is to develop accurate and seamless high-res QPE. The outcome of the work will be comparison of precipitation estimates quality from the applied methods and developed method. Important result is also quantification of the uncertainty associated with rainfall

estimations, which later propagates into weather prediction and flood modeling. The goal of the work is to develop accurate and seamless high-res QPE.

Literatúra / Literature

Vogel, Raphaela, 2010: Quantifying the uncertainty of spatial precipitation analyses with radar-gauge observation ensembles, Scientific Report MeteoSwiss No. 95, Federal Office of Meteorology and Climatology MeteoSwiss
A. Alqudah, V. Chandrasekar, M. Lee, 2013: Investigating rainfall estimation from radar measurements using neural networks, Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 13, 535-544
E. Gregow, E. Saltikoff, S. Albers, H. Hohti, 2013: Precipitation accumulation analysis – assimilation of radar-gauge measurements, Hydrol. Earth Syst. Sci., 17, 4109-4120

Kľúčové slová / Keywords

*odhady úhrnov zrážok, predpovede záplav, diaľkové merania, zrážkomer
quantitative precipitation estimates, flood forecast, remote sensing, raingauge*

Študijný program / *Study programme:*

Meteorológia a klimatológia / *Meteorology and Climatology*

Názov / *Title*

Vplyv mikrofyziky aerosólu na žiaru okoloslnečnej zóny
Intense circumsolar brightness due to aerosol microphysics

Jazyk záverečnej práce / *Language of Thesis*

slovenský / *Slovak*

Školiteľ / *Tutor*

Mgr. Miroslav Kocifaj, PhD.

Anotácia / *Annotation*

Žiarenie okoloslnečnej zóny môže za istých podmienok predstavovať významnú zložku detegovanú senzorom s konečnorozmerným zorným poľom. Mnohé rádiometre alebo slnečné fotometre používané na charakterizáciu atmosférických aerosólov využívajú dáta získané z obdobných senzorov, pričom interpretácia meraní priameho slnečného žiarenia v zmysle Beer–Lambert–Bougerovho zákona môže viesť k chybám stanovenia rozmerovej distribúcie častíc alebo aerosólovej optickej hrúbky ako funkcie vlnovej dĺžky. Neurčitosť stanovenia žiary okoloslnečnej zóny má tiež významný podiel na nepresnosť výpočtu energetického zisku slnečných koncentrátorov. Mnohé regióny sa odlišujú v type prevládajúcich častíc aerosólu, pričom tieto častice pochádzajú z lokálnych zdrojov znečistenia ako je priemysel, stavebná či poľnohospodárska činnosť alebo sú transportované vetrom z väčších vzdialeností a viažu sa skôr na vzduchovú hmotu. Je zrejmé, že v prímorských regiónoch budú prevládať slabo absorbujúce soli a vodný aerosól, ktorý sa svojimi fyzikálnymi vlastnosťami (rozmermi, morfológiou, ...), ale aj chemickým zložením bude výrazne odlišovať od častíc produkovaných spaľovaním fosílnych palív. V takých časticiach pozorujeme vysoké zastúpenie uhľkatých zložiek, ktoré absorbujú výrazne viac elektromagnetickej energie než iné aerosólové častice. To môže ovplyvniť efektívnosť slnečných koncentrátorov a to aj v prípade, že sa rozmerové distribúcie oboch vyššie uvedených typov častíc veľmi nelíšia. V súčasnosti sa táto problematika intenzívne rieši v USA, kde existuje veľká sieť meracích staníc poskytujúcich informácie o optických a mikrofyzikálnych vlastnostiach aerosólu, ale nové riešenia sú potrebné pre suché (púštne) oblasti s vysokým podielom jasných dní a vyšším zastúpením veľkých nesférických častíc, pre ktoré je typický výrazný dopredný rozptyl.

Cieľ / *Aim*

Ciele práce: 1. Modelovať uhlové charakteristiky rozptýleného žiarenia pre aerosólové častice odlišujúce sa funkciou rozdelenia počtu podľa veľkosti, tvarom alebo zložením (typické modely: mestský, vidiecky, prímorský, ... aerosól). 2. Zistiť vplyv usporiadania jednotlivých materiálov v objeme častice na rozptyl žiarenia. Motiváciou pre túto prácu je fakt, že procesy podieľajúce sa na vzniku častíc nie nevyhnutne vedú k náhodnému premiešaniu jednotlivých materiálov v objeme častice, ale skôr k agregácii jednotlivých zložiek, čoho výsledkom je, že častice sú tvorené konečnorozmernými zhlukmi materiálov alebo je jeden materiál sústredený skôr v jadre zatiaľčo iný materiál sa preferovane vyskytuje v povrchových vrstvách častice. Rôzne zoskupenie materiálov pritom zodpovedá rôznemu fázovému posuvu medzi rozptýlenými vlnami a teda inému uhlovému prerozdeleniu žiarenia rozptýleného takými časticami. 3. Objasniť fundamentálne rozdiely medzi žiarou okoloslnečnej zóny v priblížení idealizovaného modelu homogénnych sférických častíc a v prípade reálneho modelu nehomogénnych nesférických častíc. Stanoviť mieru neurčitosti spektrálnej žiary v prípade širokej variability mikrofyzikálnych parametrov častíc v atmosfére. 4. Pokúsiť sa o vytvorenie analytického modelu žiary v aproximácii malých uhlov rozptylu pre účely hromadného modelovania pre rôzne typy častíc. Stanoviť vplyv modálneho polomeru polydisperzného súboru častíc na uhlovú závislosť a na píkove hodnoty spektrálnej žiary

v okoloslnečnej zóne. 5. Vytvoriť databázu potrebnú pre modelovanie žiary okoloslnečnej zóny pre rozmerové distribúcie a chemické zloženie aerosólových častíc podľa klasifikácie na mestský, vidiecky, ale aj kontinentálny, prímorský... aerosól.

Literatúra / Literature

Doporučená literatúra: • Bohren C. F., Huffman D. R. (2004): Absorption and Scattering of Light by Small Particles. Wiley-VCH: Weinheim. • Kahnert M. (2003): Numerical methods in electromagnetic scattering theory, Journal of Quantitative Spectroscopy & Radiative Transfer, vol. 79-80, p. 775–824. • Mishchenko M. I., Travis L. D., Lacis A. A. (2002): Scattering, Absorption, and Emission of Light by Small Particles. Cambridge University Press: Cambridge. • Kocifaj M., Gueymard C. A. (2011). Theoretical evaluation of errors in aerosol optical depth retrievals from ground-based direct-sun measurements due to circumsolar and related effects. Atmospheric Environment 45, 1050–1058. • Kocifaj M., Gueymard C. A. (2012). Aerosol size distribution retrievals from sunphotometer measurements: Theoretical evaluation of errors due to circumsolar and related effects. Atmospheric Environment 51, 131–139. • Mishchenko M. I. (2014). Electromagnetic Scattering by Particles and Particle Groups: An Introduction. Cambridge University Press: Cambridge. • Barber P. W., Hill C. S. (1998). Light Scattering by Particles: Computational Methods. World Scientific: Singapore. • Mishchenko M. I. (2009). Electromagnetic scattering by nonspherical particles: A tutorial review. J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer 110, 808-832. • Muñoz O., Hovenier J. W. (2011). Laboratory measurements of single light scattering by ensembles of randomly oriented small irregular particles in air. A review. J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer. 112, 1646-1657. • Hergert W, Wriedt T. (2012). The Mie theory: Basics and Applications. Springer Ser. Opt. Sci. 169.

Poznámka / Comment

Prínosy dizertačnej práce: 1. Vytvorenie pilotného optického modelu žiary okoloslnečnej zóny, ktorý doposiaľ nebol zostavený v kompaktnej a robustnej forme. 2. Kvantifikácia a kvalifikácia účinkov aerosólu na dostupnosť žiarivej energie pre účely slnečných kolektorov. 3. Overenie existujúcich alebo zostavenie nových analytických modelov vhodných pre hromadné numerické simulácie v rôznych regiónoch s odlišným prevládajúcim typom aerosólov. 4. Bude stanovený vplyv nehomogenity a nesféricity častíc na žiaru v aproximácii malých uhlov rozptylu, čo umožní po prvý krát komplexné zhodnotenie efektivity slnečných koncentrátorov v oblastiach s vysokým podielom veľkých nesférických častíc (púštne oblasti).

Kľúčové slová / Keywords

rozptyl svetla, mikrofyzika aerosólu, slnečné žiarenie, okoloslnečná zóna, slnečné koncentrátoary.