

OBSAH

SUMMARY	7
1. ÚVOD	11
2. MONITORING OZONOVÉ VRSTVY NA ÚZEMÍ ČR	12
2.1 Měření základních charakteristik ozonové vrstvy	12
2.1.1 Měření celkového ozonu Dobsonovým spektrofotometrem.	12
2.1.2 Měření celkového ozonu Brewerovými spektrofotometry	13
2.1.3 Měření vertikálního rozložení koncentrace ozonu v atmosféře balonovými sondami	13
2.1.4 Měření vertikálního rozložení ozonu v atmosféře Umkehr metodou	14
2.2 Kalibrace přístrojů a homogenizace datových řad	15
2.3 Databáze měření	17
2.3.1 Databáze ČHMÚ	17
2.3.2 Mezinárodní databáze.	17
3. ASIMILACE A DOPLNĚNÍ DATOVÝCH ŘAD CELKOVÉHO OZONU	18
3.1 Dobson-Brewer převodní funkce a její použití pro asimilaci řad celkového ozonu	18
3.2 Doplnění chybějících měření celkového ozonu z reanalýz ERA-40 a ERA-Interim	20
3.2.1 Výběrový efekt při měření Dobsonovým spektrofotometrem	20
3.2.2 Doplnění chybějících dat pomocí reanalýz	21
3.2.3 Rozdíly mezi doplněnou a nedoplněnou řadou – měsíční charakteristiky	22
3.3 Porovnání asimilované a doplněné řady celkového ozonu s družicovými měřeními	24
3.4 Dlouhodobé změny celkového ozonu v závislosti na výběru datových řad.	27
3.4.1 Rozdíly celkového ozonu mezi obdobími 1961–1985 a 1994–2010 v závislosti na použitých datových souborech	27
3.4.2 Tendence změn celkového ozonu v období 1994–2010, obnova ozonové vrstvy?	28
4. HOMOGENIZACE ŘADY OZONOSONDÁŽNÍCH MĚŘENÍ ČHMÚ	31
4.1 Měření vertikálních profilů atmosférických parametrů a ozonu v Praze-Libuši	31
4.1.1 Vertikální profily základních parametrů atmosféry	31
4.1.2 Ozonové sondáže	31
4.2 Teplota ozonové vrstvy a teploty ve standardních hladinách	31
4.3 Změny profilů koncentrace ozonu v jednotlivých vrstvách atmosféry	32
4.3.1 Ozonosondážní vertikální profily ozonu	33
4.3.2 Umkehr profily ozonu	35
5. ZMĚNY OZONOVÉ VRSTVY VLIVEM CHEMICKÝCH A GEOFYZIKÁLNÍCH PROCESŮ.	38
5.1 Analýza změn celkového ozonu pomocí Extreme Values modelu	38
5.1.1 Popis modelu a jeho použití	38
5.1.2 Vliv výskytu extrémních situací na dlouhodobé změny celkového ozonu	38
5.1.3 Projevy cirkulačních a geofyzikálních anomálií ve výskytu extrémů celkového ozonu	38
5.2 Analýza změn celkového ozonu pomocí modelu neuronových sítí	39

5.2.1	Popis modelu	39
5.2.2	Výběr prediktorů	40
5.2.3	Fyzikální interpretace PCA prediktorů UT/LS parametrů	41
5.2.4	Konstrukce modelu	42
5.2.5	Příprava dat	43
5.2.6	Trénink sítí	43
5.2.7	Charakteristiky výsledného modelu	44
5.2.8	Odhady vlivu jednotlivých faktorů na celkový ozon	45
5.2.9	Příčiny a souvislosti variability UT/LS prediktorů	48
6.	PŘEDPOKLÁDANÝ VÝVOJ OZONOVÉ VRSTVY V OBLASTI STŘEDNÍ EVROPY V NÁSLEDUJÍCÍCH DESETILETÍCH	51
6.1	Dlouhodobé prognózy pomocí globálních chemicko-klimatických modelů	51
6.2	Očekávané změny celkového ozonu modelované technologií Neural Networks	53
7.	SHRNUTÍ	55
7.1	Hlavní výstupy projektu	55
7.2	Působení Montrealského protokolu	57
7.3	Vazba na výzkumné projekty řešené v ČHMÚ a spolupracující instituce	57
7.4	Další využití dosažených výsledků	58
	Poděkování	58
	Literatura	59
	Přílohy P1 – P6	61

CONTENTS

	SUMMARY	7
1.	INTRODUCTION	11
2.	MONITORING OF THE OZONE LAYER IN THE CZECH REPUBLIC	12
2.1	Measurements of the basic characteristics of the ozone layer	12
2.1.1	Measurements of total ozone by the Dobson spectrophotometer	12
2.1.2	Measurements of total ozone by the Brewer spectrophotometers	13
2.1.3	Measurements of the vertical distribution of ozone concentration in the atmosphere by ozone sondes	13
2.1.4	Measurements of the vertical distribution of ozone in the atmosphere by the Umkehr method.	14
2.2	Calibration of instruments and homogenization of the data series	15
2.3	Databases of the observations	17
2.3.1	Data bases of the CHMI.	17
2.3.2	International data bases.	17
3.	ASSIMILATION AND COMPLETION OF TOTAL OZONE DATA SERIES	18
3.1	Dobson to Brewer transfer function and its application in assimilation of total ozone data series	18
3.2	Filling-in the missing observations of total ozone from the re-analyses ERA-40 and ERA-Interim	20
3.2.1	Selection effect in the observations by the Dobson spectrophotometer	20
3.2.2	Filling-in the missing data from the re-analyses.	21
3.2.3	Differences between completed and incomplete data series – monthly characteristics	22
3.3	Comparison of the completed data series of total ozone with the satellite observations	24
3.4	Long-term changes of total ozone with the aim to the selection of the particular data sets	27
3.4.1	Differences of total ozone between the periods 1961–1985 and 1994–2010 regarding to the data series applied	27
3.4.2	Tendencies of changes of total ozone in the period 1994–2010, a recovery of the ozone layer?	28
4.	HOMOGENIZATION OF CHMI OZONESONDE DATA SERIES.	31
4.1	Measurements of vertical profiles of atmospheric parameters and ozone in Praha-Libuš	31
4.1.1	Vertical profiles of the basic parameters of the atmosphere	31
4.1.2	Ozone soundings	31
4.2	Temperature of the ozone layer and temperature at standard levels.	31
4.3	Changes in ozone concentration profiles in the particular layers of the atmosphere.	32
4.3.1	Ozonesonde vertical profiles	33
4.3.2	Umkehr ozone profiles	35

5.	CHANGES OF THE OZONE LAYER CAUSED BY CHEMICAL AND GEOPHYSICAL PROCESSES	38
5.1	Analysis of changes of total ozone by the Extreme Values model	38
5.1.1	Description of the model and its application	38
5.1.2	Influence of the extreme episodes on the long-term changes of total ozone	38
5.1.3	Traces of the circulation and geophysical anomalies in the occurrence of the extremes of total ozone	38
5.2	Analysis of changes of total ozone by the Neural Networks model	39
5.2.1	Characteristic of the model	39
5.2.2	Selection of predictors	40
5.2.3	Physical interpretation of the PCA predictors of the UT/LS parameters	41
5.2.4	Design of the model	42
5.2.5	Input data sets	43
5.2.6	Training of the networks	43
5.2.7	Final version of the model	44
5.2.8	Estimation of the impacts of particular factors on total ozone	45
5.2.9	Sources and relationships of the variability of the UT/LS predictors	48
6.	EXPECTED EVOLUTION OF THE OZONE LAYER IN THE REGION OF CENTRAL EUROPE IN THE COMING DECADES	51
6.1	Long-term prognoses by the global chemistry-climate (CCM) models	51
6.2	Changes of total ozone estimated by the Neural Networks method	53
7.	CONCLUSIONS	55
7.1	Main outputs of the Project	55
7.2	Effects of the Montreal Protocol	57
7.3	Relationship to other research projects of the CHMI and cooperating institutions	57
7.4	Further utilization of the outputs	58
	Acknowledgements	58
	References	59
	Appendix – Figures P1 – P6	60